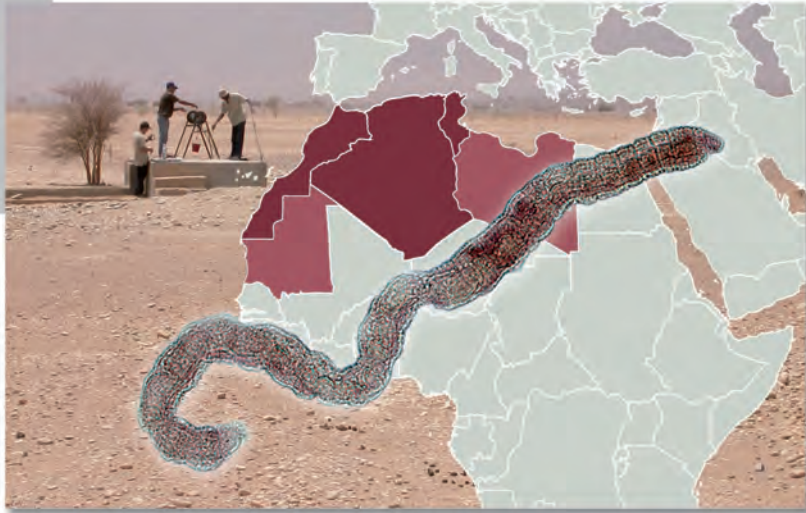


Abc Taxa

Guide taxonomique des oligochètes dulçaquicoles du Maghreb

Patrick Martin
Ali Aït Boughrous



Volume 12 (2012)



la Série de Manuels
Dédiés aux Renforcements
des Capacités en Taxonomie
et en Gestion des Collections

Avec le soutien de
LA COOPÉRATION
BELGE AU DÉVELOPPEMENT 

Editeurs

Yves Samyn - Zoologie (non africaine)

Point focal belge pour l'Initiative Taxonomique Mondiale
Institut royal des Sciences naturelles de Belgique
Rue Vautier 29, B-1000 Bruxelles, Belgique
yves.samyn@sciencesnaturelles.be

Didier VandenSpiegel - Zoologie (africaine)

Département de Zoologie africaine
Musée royal de l'Afrique centrale
Chaussée de Louvain 13, B-3080 Tervuren, Belgique
dvdspiegel@africamuseum.be

Jérôme Degreef - Botany

Point focal belge pour la Stratégie Globale sur la Conservation des Plantes
Jardin botanique national de Belgique
Domaine de Bouchout, B-1860 Meise, Belgique
jerome.degreef@br.fgov.be

Instructions aux auteurs

<http://www.abctaxa.be>

ISSN 1784-1283 (hard copy); ISSN 1784-1291 (on-line pdf)
ISBN 9789073242180 (hard copy); ISBN 9789073242197 (on-line pdf)
D/2012/0339/1; NUR 910

Guide taxonomique des oligochètes dulçaquicoles du Maghreb



par

Patrick Martin

Institut royal des Sciences naturelles de Belgique
Biologie des Eaux douces
29, rue Vautier, B-1000 Bruxelles, Belgique
Courriel : Patrick.Martin@sciencesnaturelles.be

Ali Aït Boughrous

Ecole nationale des Sciences appliquées
Département Génie de l'Environnement
BP 03, Ajdir, 32003 Al Hoceima, Maroc
Courriel : boughrous@gmail.com

Planche de couverture: *Aktedrilus yacoubii* sp. n. (Naididae, Phallodrilinae), sur un arrière-plan illustrant le Maghreb et un paysage marocain représentatif des conditions d'accès à l'eau dans cette région d'Afrique du nord.

Photo sur cette page: Echantillonnage du milieu aquatique interstitiel selon la méthode Karaman-Chappuis. De gauche à droite : P. Martin, A. Aït Boughrous et M. Yacoubi Khebiza à qui la nouvelle espèce *Aktedrilus yacoubii* est dédiée. (Photo : M. Messouli)

Avant-propos

Ce guide permet l'identification des oligochètes dulçaquicoles du Maghreb, pris dans son sens restreint, c'est-à-dire limité au Maroc, l'Algérie et la Tunisie, pays pour lesquelles une information suffisante est disponible. A l'échelle du « Grand Maghreb », il doit pouvoir également couvrir la Libye. Bien que les oligochètes aquatiques de ce pays demeurent pratiquement inconnus, les quelques données disponibles tendent à montrer que la faune d'oligochètes aquatiques de Libye est beaucoup plus pauvre que celle du « Petit » Maghreb, en raison de conditions climatiques beaucoup plus arides dans le nord-est de l'Afrique. Par contre, ce guide n'est pas approprié pour la Mauritanie, qui, malgré l'ignorance totale de sa faune d'oligochètes aquatiques, appartient à la zone afro-tropicale, au contraire du Maghreb qui abrite une faune essentiellement ouest-paléarctique.

Ce guide a été conçu pour pouvoir être utilisé par n'importe quelle personne intéressée par l'étude des oligochètes dulçaquicoles d'Afrique du nord, sans formation particulière. Cette approche permet de cibler un large public mais présente également certaines contraintes. En particulier, l'identification des oligochètes doit éviter, dans la mesure du possible, le recours aux caractères anatomiques internes, difficiles à appréhender pour un non-spécialiste, et repose d'abord sur les caractères externes. Il en résulte que la séparation des genres n'est pas toujours possible avec ces clés, en particulier pour les Naididae tubificides, dans la mesure où les genres sont essentiellement définis sur la base de la morphologie interne.

Les clés d'identification fournies dans ce guide suivent l'approche développée par Kathman & Brinkhurst (1998), c'est-à-dire qu'elles adoptent un style à mi-chemin entre les clés dichotomiques familières et les clés tabulaires. Ce système est basé sur la division progressive des oligochètes en groupes de plus en plus restreints d'espèces, basés sur des caractères clairement visibles. Avec de la pratique, un examen préliminaire du spécimen à identifier permet de sauter la plupart des étapes décisionnelles qui permettent d'aboutir à un groupe particulier. Par rapport aux clés dichotomiques traditionnelles qui obligent, à chaque fois, de démarrer depuis le début, ce système a l'avantage d'être beaucoup plus rapide. Il oblige également le lecteur à reconnaître un minimum de caractéristiques morphologiques du spécimen étudié, préalablement à l'utilisation de la clé, ce qui peut s'avérer fort utile, par la suite, s'il s'avère que l'animal est nouveau pour la faune du Maghreb et n'est pas repris dans ce guide.

La rédaction de ce guide a été possible par la consultation de nombreux ouvrages généraux auxquels le lecteur pourra utilement se référer, à savoir Brinkhurst & Jamieson (1971), Chekanovskaya (1981), Hrabě (1981), Kasprzak (1981, 1986), Kathman & Brinkhurst (1998), Timm & Veldhuijzen van Zanten (2002) et Timm (2009). D'autres ouvrages traitent de familles en particulier, soit Sperber (1950 ; Naididae), Nielsen & Christensen (1959 ; Enchytraeidae), Bouché (1972 ; Lumbricidae) et Schmelz & Collado (2010 ; Enchytraeidae). Une sélection de références plus particulières à une famille est donnée lors de la présentation de la famille proprement dite.

Enfin, Il est important de préciser que les photos qui illustrent les descriptions d'espèces ont été prises sur du matériel échantillonné au Maghreb (Maroc et Algérie, essentiellement), sauf exceptions.

Bruxelles, janvier 2012

Résumé

Ce guide fournit l'information taxonomique pour les 68 espèces d'oligochètes dulçaquicoles connus à l'heure actuelle au Maghreb, au sens strict, c'est-à-dire la région d'Afrique du nord qui regroupe le Maroc, l'Algérie et la Tunisie. Au niveau du Grand Maghreb, ce guide est potentiellement valable pour la Libye mais ne convient pas pour la Mauritanie. Une introduction est faite au milieu dulçaquicole du Maghreb et sa spécificité pour les oligochètes, ainsi qu'une présentation de la biologie et de la diversité globale des oligochètes. Les récentes avancées dans le domaine de la nomenclature et de la classification du groupe sont intégrées. Un panorama détaillé des familles maghrébines d'oligochètes est dressé, précédé par des introductions à l'anatomie générale et aux caractères taxonomiques des oligochètes. Les aspects pratiques liés à l'échantillonnage et aux techniques de préparation des spécimens et de leur conservation sont détaillés, ainsi que les étapes à suivre pour les identifier. Une clé d'identification au niveau spécifique est fournie pour chaque famille, valable uniquement pour les oligochètes connus à l'heure actuelle au Maghreb, mais en précisant les espèces susceptibles d'y être rencontrées en raison de leur distribution biogéographique présente. Enfin, ce guide donne la description d'*Aktedrilus yacoubii* (Naididae, Phallodrilinae), espèce nouvelle pour la science et le Maghreb.

Mots clés – Clitellata, oligochètes dulçaquicoles, Maghreb, clés d'identification, taxonomie, liste d'espèces, échantillonnage, préparation de spécimens.

Abstract

This guide provides taxonomical information for the 68 freshwater oligochaete species known to date in Maghreb *sensu stricto*, namely this region of Northern Africa that includes Morocco, Algeria and Tunisia. At the “Grand Maghreb” level, the guide is potentially valid for Libya as well but not for Mauritania. An introduction to the freshwater environment of Maghreb and its peculiarity vis-à-vis the oligochaetes is given, as well as a presentation of the biology and general diversity of oligochaetes. Recent nomenclatural and classification advances are integrated. A comprehensive overview of Maghrebi oligochaete families is given, preceded by introductions into the general anatomy and taxonomic traits of oligochaetes. Practical aspects of sampling, and techniques of specimen preparation and conservation are detailed, as well as steps required for their identification. An identification key, at the species level, is provided for each family, only valid for oligochaetes presently known from Maghreb; however, species likely to be found in the future, because of their current biogeographic distribution, are also mentioned. Lastly, this guide gives the description of *Aktedrilus yacoubii* (Naididae, Phallodrilinae), a species new for science and Maghreb.

Keywords – Clitellata, freshwater oligochaetes, Maghreb, identification keys, taxonomy, species list, sampling, specimen processing.

Sommaire

1.	Introduction	1
1.1.	Le milieu dulçaquicole au Maghreb.....	1
1.2.	Les oligochètes au Maghreb	3
1.2.1.	Etat des connaissances.....	3
1.2.2.	Nature de la faune d'oligochètes du Maghreb.....	4
1.2.3.	Intérêt de l'étude des oligochètes au Maghreb.....	5
2.	Les Oligochètes	6
2.1.	Définition	6
2.2.	Classification et nomenclature	6
2.2.1.	Une classification en plein remaniement	6
2.2.2.	Classification des oligochètes	6
2.3.	Diversité	8
2.4.	Biologie.....	9
2.5.	Références	10
3.	Morphologie générale des oligochètes.....	10
3.1.	Segmentation	10
3.2.	Soies	11
3.2.1.	Soies capillaires.....	12
3.2.2.	Crochets	13
3.2.3.	Soies aciculaires.....	14
3.2.4.	Soies génitales	14
3.3.	Organes reproducteurs	15
3.4.	Autres caractères morphologiques utilisés.....	19
3.4.1.	Organes photosensibles.....	19
3.4.2.	Proboscis.....	19
3.4.3.	Papilles épidermiques	19
3.4.4.	Branchies.....	19
3.4.5.	Cœlomocytes	19
3.4.6.	Segmentation secondaire.....	20
3.4.7.	Vaisseaux sanguins.....	20
3.4.8.	Appareil digestif.....	20
3.4.9.	Caractères particuliers.....	20
4.	Qualificatifs d'orientation.....	20
5.	Panorama des familles rencontrées au Maghreb	22
5.1.	Almidae	22
5.2.	Enchytraeidae	23
5.3.	Haplotaxidae	25
5.4.	Lumbricidae.....	26
5.5.	Lumbriculidae	27
5.6.	Naididae – Naidinae, Pristininae	28
5.7.	Naididae tubificides	30
5.8.	Phreodrilidae	32

6.	Liste des espèces d'oligochètes dulçaquicoles du Maghreb.....	33
7.	Récolte, conservation, dissection et montage.....	36
7.1.	Récolte	36
7.1.1.	Eaux de surface.....	36
7.1.2.	Eaux souterraines.....	36
7.2.	Fixation sur le terrain.....	38
7.3.	Etiquetage des échantillons	38
7.4.	Conservation au laboratoire	39
7.5.	Montage	40
7.6.	Numérotation des lames, étiquetage.....	44
7.7.	Dissection.....	45
8.	Identifier un oligochète en pratique	48
8.1.	Etapes à suivre.....	48
8.2.	Raccourcis.....	49
8.3.	Points importants.....	50
9.	Clés d'identification - Clé des familles	50
10.	Almidae	57
11.	Enchytraeidae.....	58
11.1.	Séparation des groupes primaires	59
11.2.	Fiches descriptives des genres et espèces d'Enchytraeidae.....	65
	<i>Achaeta</i>	65
	<i>Buchholzia</i>	66
	<i>Cernosvitoviella</i>	72
	<i>Cognettia</i>	74
	<i>Enchytraeus</i>	76
	<i>Fridericia</i>	79
	<i>Henlea</i>	81
	<i>Lumbricillus</i>	81
	<i>Marionina</i>	84
	<i>Mesenchytraeus</i>	86
12.	Haplotaxidae.....	88
	<i>Haplotaxis</i>	88
13.	Lumbricidae.....	90
	<i>Eiseniella</i>	90
14.	Lumbriculidae.....	91
14.1.	Séparation des groupes primaires	91
14.2.	Fiches descriptives des genres et espèces de Lumbriculidae	92
	<i>Lumbriculus</i>	92
	<i>Trichodrilus</i>	93

15.	Naididae – Naidinae, Pristininae	97
15.1.	Séparation des groupes primaires	97
15.2.	Fiches descriptives des genres et des espèces de Naididae.....	99
	<i>Chaetogaster</i>	99
	<i>Dero</i>	100
	<i>Nais</i>	107
	<i>Ophidonais</i>	116
	<i>Paranais</i>	117
	<i>Pristina</i>	121
	<i>Slavina</i>	127
16.	Naididae tubificides	128
16.1.	Séparation des groupes primaires	128
16.2.	Fiches descriptives des genres et espèces de Naididae tubificides .	132
	<i>Akteredrilus</i>	132
	<i>Aulodrilus</i>	135
	<i>Bothrioneurum</i>	138
	<i>Branchiura</i>	140
	<i>Epirodrilus</i>	142
	<i>Limnodrilus</i>	146
	<i>Lophochaeta</i>	151
	<i>Potamothrix</i>	152
	<i>Psammoryctides</i>	154
	<i>Rhyacodrilus</i>	156
	<i>Tubifex</i>	157
17.	Phreodrilidae	161
	<i>Astacopsidrilus</i>	161
18.	Références	164
19.	Lexique	175
20.	Remerciements	180
21.	A propos des auteurs	181
22.	Index taxonomique	182

1. Introduction

1.1. Le milieu dulçaquicole au Maghreb

Au sens strict, le Maghreb est la région d'Afrique du nord correspondant à la partie occidentale du monde arabe, qui regroupe l'ensemble des trois pays occupant la péninsule atlassienne, le Maroc, l'Algérie et la Tunisie (Fig. 1). Par extension, le « Grand Maghreb » désigne la région septentrionale de l'Afrique comprise entre la mer Méditerranée, l'océan Atlantique, le Sahara et l'Egypte (Maroc, Algérie, Tunisie, Libye et Mauritanie).

Le Maghreb, au sens strict, possède une superficie de plus de 3,3 millions de km², dont plus de deux tiers en zone désertique. Cette région est bordée au nord par la mer Méditerranée, à l'ouest par l'océan Atlantique et au sud par le désert du Sahara. Elle est traversée par la chaîne de l'Atlas sur plus de 2 000 kilomètres. Le sud du Maghreb est occupé par le désert du Sahara dont la majeure partie est constituée de plaines rocailleuses, le reste étant constitué d'immenses dunes de sable.

La région connaît une grande diversité de types de climat, due à son étendue en longitude et latitude, à l'existence de chaînes montagneuses dépassant les 3000 mètres et à l'influence maritime au voisinage des côtes (Agoumi, 2003). Il en résulte que la région est à dominance semi-aride à aride et que les précipitations présentent une grande variabilité spatiale et interannuelle, avec des précipitations faibles dans la partie sud, un nombre de jours de pluie très limité et des épisodes de sécheresse périodiques et fréquents dont la durée peut dépasser trois années successives (Agoumi, 2003).

Au Maghreb, les cours d'eau, « oued » en arabe ou « assif » en berbère, sont alimentés par ces rares précipitations, souvent intenses, et connaissent un régime hydrologique très irrégulier (Stoffel *et al.*, 2002). D'une part, ils se retrouvent quasiment à sec, chaque année, et souffrent d'une surcharge considérable en substances chimiques et polluantes néfastes. D'autre part, les crues intempestives consécutives aux pluies orageuses, dans les massifs montagneux, emportent d'énormes quantités de matériaux sédimentaires (Fig. 2). Il en résulte que, bien souvent, le cours superficiel est un milieu inhospitalier pour la faune dulçaquicole, laquelle doit être capable de résister aux grandes amplitudes des paramètres physico-chimiques de son habitat (température, salinité, oxygène dissous, charge sédimentaire, etc.), et est contrainte de trouver refuge dans le cours souterrain. En raison d'une plus grande stabilité environnementale, les eaux souterraines (sous-écoulement, nappes phréatiques) jouent probablement un grand rôle dans le maintien d'une faune aquatique diversifiée (Fig. 3).

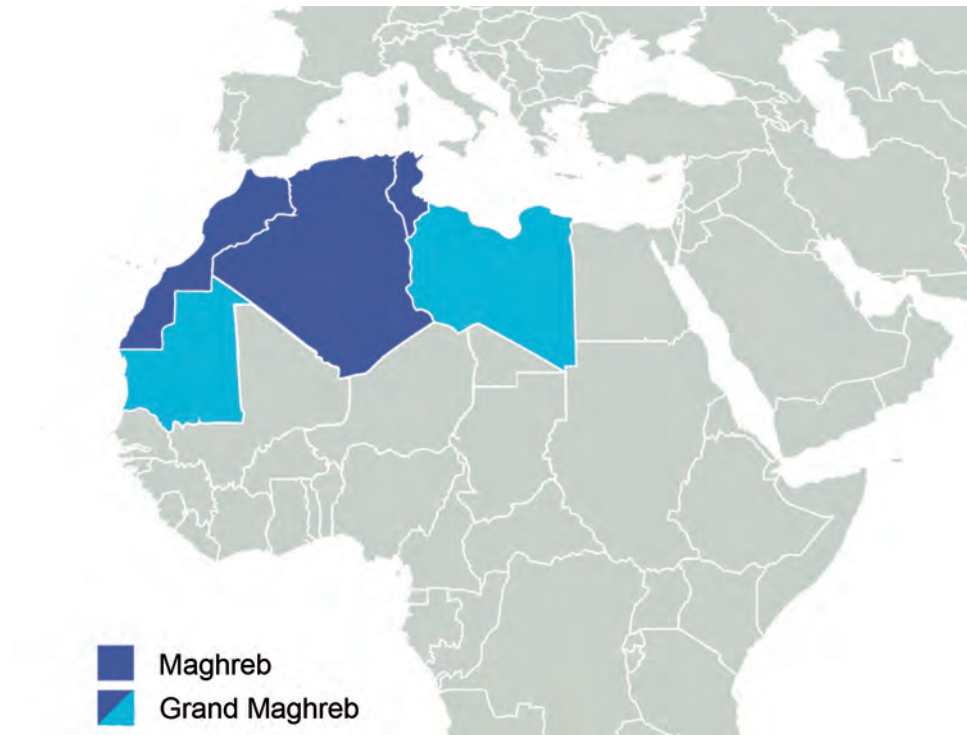


Fig. 1. Situation géographique du Maghreb.

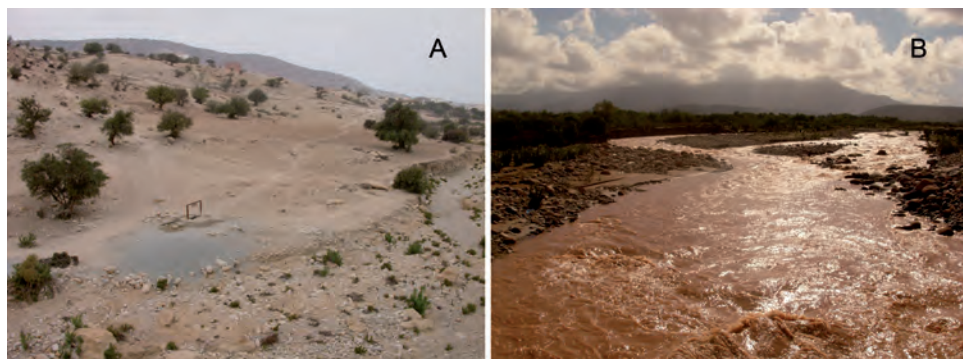


Fig. 2. Régime hydrologique irrégulier des oueds. **A.** Puits sur la berge d'un oued à sec. **B.** Oued après une période pluvieuse (oued Zat, Maroc).



Fig. 3. Diversité du milieu dulçaquicole au Maghreb. **A.** Oued. **B.** Puits. **C.** Source dans un oasis. **D.** Résurgence. **E.** Lac naturel (lac de Tislit, Haut-Atlas, Maroc ; photo : M. Messouli).

1.2. Les oligochètes au Maghreb

1.2.1. Etat des connaissances

Pendant longtemps, la faune des oligochètes dulçaquicoles du Maghreb est restée pratiquement inconnue. Au début des années 80, on dénombrait 3 espèces d'oligochètes au Maroc (Sahara occidental ; De Henau & Dumont, 1976), 8 espèces en Algérie et aucune espèce en Tunisie (Martínez-Ansemil *et al.*, 1987 ;

Martínez Ansemil, 1993). La région a ensuite bénéficié d'importants travaux, sous l'impulsion de Giani et Martínez Ansemil, en collaboration avec les chercheurs locaux tels que Boumaiza, Baroudi, Lounaci (Gagneur *et al.*, 1986 ; Boumaiza *et al.*, 1986a,b ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987). Martínez Ansemil (1993) en a donné un historique détaillé. A l'heure actuelle, 68 espèces sont connues au Maghreb mais on peut considérer qu'une prospection plus exhaustive des milieux aquatiques d'Afrique du nord révélera d'autres espèces dans cette région, en particulier dans les eaux souterraines.

A l'échelle du Grand Maghreb, c'est-à-dire en considérant la Libye et la Mauritanie, l'état des connaissances est, malheureusement, resté inchangé, avec 6 espèces banales connues en Libye (*Tubifex tubifex*, *Tubifex blanchardi*, *Limnodrilus udekemianus*, *Psammoryctides barbatus*, *Branchiura sowerbyi*, *Eiseniella tetraedra*) et aucune en Mauritanie.

La faune d'oligochètes d'Afrique du nord est typique de la zone paléarctique ouest et est très semblable à celle de la bordure nord de la Méditerranée, mais en plus pauvre (Martínez-Ansemil & Giani, 1987). *Astacopsidrilus naceri* (Phreodrilidae) est la seule espèce afro-tropicale présente en Afrique du nord, et témoigne de ce que certaines régions du Maghreb forment une zone de transition entre deux régions biogéographiques. Omodeo *et al.* (2003) a montré les affinités évidentes entre la faune des oligochètes terrestres d'Afrique du nord et la faune ibérienne et macaronésienne, ainsi qu'entre l'Italie (Sicile) et la Tunisie (Omodeo, 1960), suggérant la présence d'anciens ponts terrestres qui ont relié ces régions au cours de leur histoire.

La faune des oligochètes du Maghreb est, habituellement, considérée comme pauvre et banale, et composée d'espèces à très large répartition (Boumaiza *et al.*, 1986a ; Gagneur *et al.*, 1986) mais cette constatation est basée sur une prospection essentiellement orientée vers les eaux stagnantes et les herbiers. L'intérêt porté ces vingt dernières années sur les oligochètes, par l'Université de Marrakech (Maroc), en particulier dans le domaine souterrain, est en train de modifier notre regard sur cette faune qui pourrait se révéler plus riche et particulière que supposée (Yacoubi Khebiza, 1996 ; Aït Boughrou, 2007 ; El Alami El Filali, 2010). En particulier, la découverte, dans le milieu souterrain, de la sous-famille des Phallodrilinae témoigne d'une faune d'origine marine qui aurait colonisé le milieu dulçaquicole à partir du littoral marin, au travers du milieu interstitiel, via des eaux de salinité décroissante (Giani & Rodríguez, 1988 ; Sambugar *et al.*, 1999). Une seule espèce est décrite dans ce guide, *Aktedrilus yacoubii* sp. n., mais une autre nouvelle espèce est d'ores et déjà identifiée et sera décrite ultérieurement. Il faut s'attendre à ce que des prospections ciblées de ce milieu augmentent encore, dans le futur, la diversité au sein de cette sous-famille d'oligochètes.

1.2.2. Nature de la faune d'oligochètes du Maghreb

Le régime spasmodique de la plupart des cours d'eau d'Afrique du nord les rend inhospitaliers pour la faune dulçaquicole qui est contrainte de trouver refuge dans le cours souterrain. Même dans les eaux stagnantes et les lacs de barrage, les oligochètes doivent faire face à des conditions parfois extrêmes de température et d'oxygène dissous, ce qui explique probablement la rareté des Lumbriculidae en

Afrique du nord, alors que cette famille thermophobe est très diversifiée dans la zone paléarctique (plus de 150 espèces ; Martin *et al.*, 2008).

Au Maghreb, la famille la plus diversifiée, les Naididae (45 espèces), est essentiellement constituée d'espèces qui présentent une grande valence écologique et une résistance élevée au manque d'oxygène, aux températures élevées et/ou aux pollutions organiques. Ces espèces vivent soit dans la colonne d'eau, éloignées du sédiment potentiellement anoxique (la plupart des Naidinae) ou, parmi les formes fouisseuses, beaucoup d'espèces présentent des adaptations particulières, soit physiologiques (*Tubifex tubifex*, *Limnodrilus* spp., *Potamothrix* spp.) et/ou soit par la possession d'organes respiratoires (branchies : *Dero* spp., *Branchiura sowerbyi* ; queue modifiée en tube respiratoire : *Aulodrilus* spp.).

En raison du climat maghrébin semi-aride à aride, l'évapotranspiration des eaux est importante. Il en résulte souvent une forte conductivité des eaux, voire de fortes chlorosités qui expliquent la présence d'espèces connues pour leur préférence pour les eaux fortement minéralisées ou saumâtres, telles que *Paranais birsteini* var. *maghrebensis* et *Nais elinguis* (Naidinae, Naididae) (Boumaiza *et al.*, 1986a), *Epirodilus* spp. (Rhyacodrilinae, Naididae), formes de *Tubifex tubifex* (Tubificinae, Naididae), *Cernovitoviella immota* (Enchytraeidae ; Schmelz & Collado, 2010), ou *Aktedrilus yacoubii* (Phallodrilinae, essentiellement marins ; Erséus, 1992).

1.2.3. Intérêt de l'étude des oligochètes au Maghreb

Les oligochètes jouent un rôle prépondérant dans les écosystèmes aquatiques, connu depuis longtemps (Giani, 1984). En particulier, ils ont un impact considérable sur le sédiment et on considère, généralement, que les oligochètes limicoles fouisseurs jouent, dans l'évolution des sédiments du fond des eaux, un rôle analogue à celui des vers de terre dans les sols émergés (Avel, 1959).

D'un point de vue économique, les oligochètes sont importants pour de multiples raisons, abondamment discutées dans la littérature (voir, notamment, Giani, 1984 ; Kathman & Brinkhurst, 1998 ; Martin *et al.*, 2008). Par le remaniement complet du sédiment sur plusieurs centimètres, plusieurs fois par an, ils ont un impact considérable sur la structure des sédiments et participent aux flux de certaines substances au travers de l'interface eau/sédiment. Ils sont également une proie essentielle pour les poissons et de nombreux invertébrés. Ils permettent souvent de caractériser des pollutions et de quantifier leur impact environnemental (Rodríguez & Reynoldson, 2011). Ils sont également utilisés dans des études toxicologiques et sont aussi des hôtes intermédiaires d'un certain nombre de parasites de poissons.

La plupart de ces raisons sont également applicables aux oligochètes du Maghreb. Cependant, les travaux d'Aït Boughrou *et al.* (2009) ont récemment apporté une dimension nouvelle à l'utilisation potentielle des oligochètes dans un contexte de développement durable. Ces chercheurs ont suggéré que la biodiversité génétique au sein du genre *Trichodrilus* dans les eaux souterraines du Maroc pouvait être utilisée comme marqueur biologique des nappes phréatiques. Cette étude fournit des perspectives intéressantes dans la mesure où elle suggère que les barcodes moléculaires pourraient fournir un outil simple pour aider les compagnies des eaux à mieux gérer cette ressource inestimable.

2. Les Oligochètes

2.1. Définition

Les Oligochètes sont des vers segmentés à symétrie bilatérale, sétigères et qui possèdent un clitellum. Celui-ci est un épaissement glandulaire de l'épithélium, en forme d'anneau ou de selle, ayant une longueur et un emplacement déterminé pour chaque espèce, et qui secrète un cocon à l'intérieur duquel seront pondus les œufs. Les soies sont peu nombreuses et s'implantent directement dans la paroi du corps. Les Oligochètes sont hermaphrodites ; le développement est direct, sans stade larvaire. Les gonades sont localisées dans un nombre restreint de segments.

2.2. Classification et nomenclature

2.2.1. Une classification en plein remaniement

Après un premier examen de la littérature existante, toute personne désireuse d'aborder l'étude des oligochètes aura remarqué, avec étonnement et perplexité, qu'il n'existe aucun consensus, à l'heure actuelle sur la classification adoptée dans ce groupe, au-dessus du niveau familial. Cela tient essentiellement à deux raisons : d'une part le système de classification adopté, et, d'autre part, les progrès de la biologie moléculaire qui, en donnant accès à de nouveaux caractères contenus dans les séquences d'ADN, ont provoqué des bouleversements dans les classifications traditionnelles (Adoutte *et al.*, 2000).

Si plusieurs systèmes de classification du vivant ont existé, et continuent à exister, la classification phylogénétique est devenue le système dominant dans le milieu scientifique (voir Lecointre et Le Guyader, 2001). Selon ce système, l'arrangement des êtres vivants en groupes doit se faire selon le critère phylogénétique, c'est-à-dire qu'il doit rendre compte des degrés de parenté entre les espèces et être basé sur des groupes monophylétiques qui comprennent un ancêtre et la totalité de ses descendants. Dans cet ouvrage, nous suivons cette approche phylogénétique mais certains auteurs défendent toujours un système de classification traditionnel, qui admet des groupes paraphylétiques, c'est-à-dire un groupe de taxons comprenant un ancêtre et une partie seulement de ses descendants (Schmelz & Timm, 2007).

2.2.2. Classification des oligochètes

Les Oligochètes forment traditionnellement une classe au sein des Annélides, avec les Polychètes et les Hirudinées (ou « Achètes » ; Avel, 1959 ; Brinkhurst, 1982a). Le nom « Oligochète » (du grec *oligos*, peu nombreux et *chaete*, soie) fait référence aux soies présentes sur chaque segment du soma (voir « Morphologie générale des oligochètes »), mais en nombre réduit, par opposition aux « Polychètes » (du grec *polys*, nombreux) qui possèdent des soies nombreuses sur des parapodes, et aux Achètes (du grec *a*, sans) qui en sont dépourvues.

Avec les sangsues, les oligochètes ont été regroupés au sein des Clitellata, un taxon spécifiquement créé par Michaelsen (1928) pour inclure les vers segmentés

qui possèdent un clitellum. Les Clitellata se divisent traditionnellement en deux grands groupes, à savoir les Oligochaeta, d'une part, et les Hirudinea *sensu lato* (les « vraies » sangsues plus *Acanthobdella peledina*, parasite du saumon arctique), d'autre part, avec les Branchiobdellida (ectoparasites d'écrevisses, à habitus de sangsue) soit comme un taxon au sein des Hirudinea (Sawyer, 1986), soit comme un troisième groupe en lui-même (Erséus, 2005).

Récemment, Jamieson & Ferraguti (2006) ont proposé une révision de la classification phylogénétique des oligochètes, qui intègre les données moléculaires les plus récentes, mais celle-ci demeure inachevée et instable, en raison des progrès constants dans le domaine moléculaire. Fait soupçonné depuis longtemps par leur morphologie, les analyses moléculaires ont confirmé que les oligochètes formaient un groupe paraphylétique, à moins d'y inclure les sangsues et les branchiobdellides (Martin, 2001 ; Siddall *et al.*, 2001 ; Martin *et al.*, 2005). En d'autres termes, selon le principe de monophylie, les sangsues et les branchiobdellides sont des oligochètes et Clitellata devient synonyme de « Oligochaeta ». Etant d'appellation plus ancienne, l'utilisation du terme Oligochaeta Huxley, 1875 pourrait être considéré prioritaire sur Clitellata Michaelsen, 1928. Dans ce cas précis, les règles de nomenclature zoologique (ICZN, 1999) ne sont pas d'application, n'étant pertinentes que jusqu'au niveau familial. Le choix d'une appellation est donc laissé à l'appréciation des taxinomistes.

En ce qui nous concerne, nous pensons qu'il est plus opportun d'adopter le terme « Clitellata » dans la mesure où il a été spécifiquement formulé pour inclure les Hirudinea (Martin, 2001), ce qui prive, *de facto*, le terme « Oligochaeta » de son statut formel. Cependant, les oligochètes forment un groupe cohérent, tant d'un point de vue morphologique qu'écologique, distinct des Hirudinea, et il doit rester commode de pouvoir s'y référer autrement que sous la forme « Clitellata à l'exclusion des Hirudinea et des Branchiobdellida ». Aussi, nous avons choisi d'utiliser le nom commun « oligochète » (en minuscule) pour désigner les « Oligochaeta *sensu stricto* ». Le terme vernaculaire « oligochète » n'est pas reconnu officiellement dans la nomenclature actuelle (qui n'accepte que les noms latins ou latinisés) et permet, ainsi, de traiter, de façon commode, d'un groupe paraphylétique, au même titre que les « microdriles » ou les « tubificides » désignent des groupes paraphylétiques qui, pour une raison ou une autre (taille, écologie, ...), forment un tout cohérent qui justifie qu'on les traite séparément. Le cas de l'ancienne famille des Tubificidae sera traité ultérieurement (voir « Panorama des familles »).

2.3. Diversité

Les Oligochètes *sensu stricto* sont présents dans les milieux marins, estuariens, dulçaquicoles et terrestres (Martin *et al.*, 2008). Environ deux tiers des quelques 5000 espèces décrites et considérées comme valides appartiennent à des familles de vers de terre (Erséus, 2005). Les vers de terre sont habituellement désignés par le terme vernaculaire « mégadrile » (Stephenson, 1930), en raison de leur grande taille (2 cm à 3 m ; Avel, 1959). Ils correspondent au taxon Crassiclitellata (Jamieson, 1988) qui désigne un groupe monophylétique au sein des oligochètes, caractérisé par un clitellum à couches cellulaires multiples. Bien qu'essentiellement terrestres, les mégadriles contiennent 4 familles, sur 14, qui sont présentes dans le milieu aquatique ou semi-aquatique. Parmi celles-ci, seule la famille des Almidae, via *Criodrilus lacuum*, a été récoltée au Maghreb.

A l'exception de quelques genres à allure de ver de terre, la plupart des oligochètes aquatiques sont généralement très petits et effilés, longs d'environ 1 mm à quelques centimètres (Fig. 4). En raison de leur taille, ils sont habituellement désignés par le terme vernaculaire « microdrile » mais, au contraire des mégadriles, ils ne forment pas un groupe monophylétique. Les microdriles comprennent 13 familles dont la plupart sont complètement aquatiques, à l'exception des Enchytraeidae, une famille qui est essentiellement terrestre, avec seulement un tiers d'espèces aquatiques. Au Maghreb, les microdriles sont représentés par 5 familles : Enchytraeidae, Haplotaxidae, Lumbriculidae, Phreodrilidae et Naididae (l'ancienne famille des Tubificidae ayant été récemment mise en synonymie avec les Naididae – voir « Panorama des familles »).

Il existe environ 1700 espèces valides d'oligochètes aquatiques à l'heure actuelle ; parmi celles-ci quelques 600 espèces sont marines (Erséus, 2005) et plus de 1100 sont dulçaquicoles (Martin *et al.*, 2008). La diversité au sein des familles dulçaquicoles a été examinée en détail par Martin *et al.* (2008).

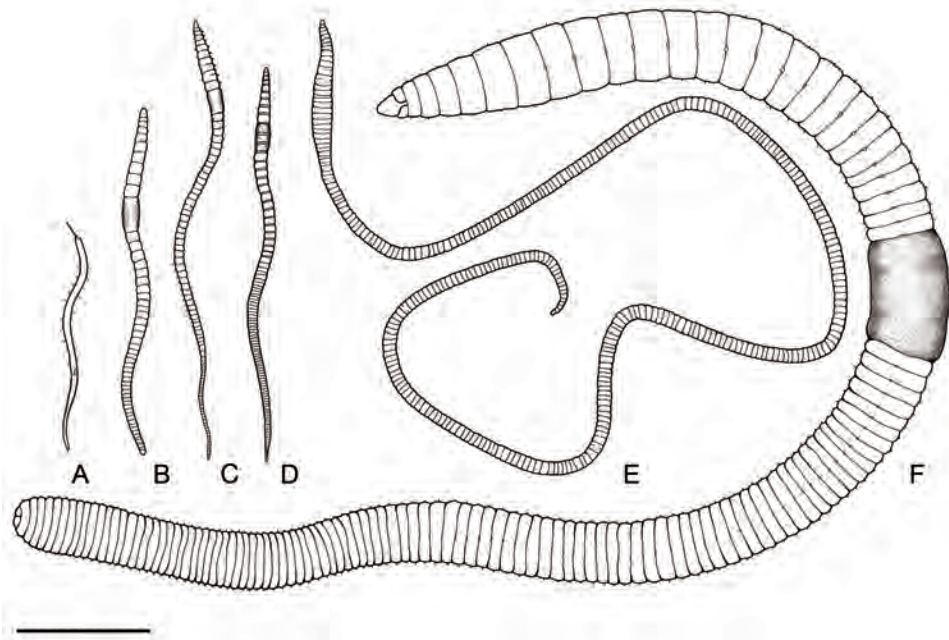


Fig. 4. A-F. Aspect extérieur de quelques oligochètes représentatifs (A-E : microdriles ; F : mégadrile). **A.** *Stylaria lacustris* (Linné, 1767) (Naididae, Naidinae). **B.** *Mesenchytraeus beumeri* (Michaelsen, 1886) (Enchytraeidae). **C.** *Tubifex tubifex* (Müller, 1774) (Naididae, Tubificinae). **D.** *Stylo-drilus heringianus* Claparède, 1862 (Lumbriculidae). **E.** *Haplotaxis gordioides* (Hartmann, 1821) (Haplotaxidae). **F.** *Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843 (Lumbricidae). Echelle = 1 cm. (Dessin d'après Michaelsen, 1928).

2.4. Biologie

Les oligochètes sont, en grande majorité, des animaux fousseurs qui se nourrissent de bactéries, micro-organismes et débris organiques contenus dans le sol et les sédiments ingérés. La plupart des oligochètes dulçaquicoles sont des détritivores et s'enfoncent dans le sédiment. Ils sont capables de remanier le sédiment de fond en comble sur plusieurs centimètres et, en conséquence, jouent un rôle bioturbateur important. Au sein des Naididae, la sous-famille des Naidinae se distingue par son mode de vie adapté au sédiment de surface ou à la nage parmi la végétation où ils se nourrissent d'algues ou de micro-organismes qu'ils broutent à la surface des plantes. Quelques oligochètes seulement sont prédateurs (*Haplotaxis*) ou commensaux (*Chaetogaster*), mais ces comportements restent rares au sein du groupe.

Tous les oligochètes peuvent se reproduire sexuellement bien que la reproduction asexuée soit beaucoup plus répandue dans certains groupes. En règle générale, les Naidinae se reproduisent essentiellement par paratomie (division au niveau de zones de bourgeonnement, où la régénération a déjà commencé), ou par architomie

(fragmentation suivie de régénération). Ce dernier mode de reproduction est aussi commun chez certains lumbriculides et tubificines. Sous certaines conditions environnementales, certaines espèces se reproduisent par parthénogenèse, alors que leur mode habituel de reproduction est sexué.

2.5. Références

Avel, 1959 : plusieurs ouvrages sont parus depuis cette synthèse sur les oligochètes, parue dans le fameux « Traité de Zoologie » (Grassé, 1959). Aucun n'aborde les oligochètes avec cette vue d'ensemble propre à cet ouvrage qui reste indispensable pour toute personne désireuse d'étudier les oligochètes. La classification proposée n'est plus d'actualité mais les descriptions succinctes des familles restent pertinentes.

Brinkhurst & Jamieson, 1971 : la référence incontournable sur les oligochètes dulçaquicoles.

Brinkhurst, R. O., 1982a : une classification qui a fait autorité et à laquelle il est souvent fait référence.

Lecointre & Le Guyader, 2001. Une excellente introduction à la classification phylogénétique du vivant.

Stephenson, 1930 : en dépit de son âge, il s'agit d'un ouvrage de référence sur les oligochètes, conseillé, notamment, pour une introduction à la morphologie de ces animaux.

3. Morphologie générale des oligochètes

La morphologie externe et l'anatomie interne des oligochètes aquatiques est détaillée dans des ouvrages généraux tels que Avel (1959), Brinkhurst & Jamieson (1971) et, pour les Enchytraeidae, Schmelz & Collado (2010). Cette section passe en revue les caractéristiques essentielles des oligochètes nécessaires à leur identification, en prenant le parti que cet ouvrage doit pouvoir être utilisé par le plus grand nombre. Dans la mesure du possible, nous avons donc évité le recours aux structures internes qui nécessitent des manipulations particulières pour leur observation. Malheureusement, cette approche montre ses limites dans le cas des Enchytraeidae. Cette famille est traditionnellement considérée comme difficile d'étude car elle nécessite souvent l'observation de caractères internes, difficiles à aborder pour un non-spécialiste, et souvent seulement bien visibles que sur des animaux vivants. Ces points seront abordés plus en détail dans la partie « Clés d'identification » consacrée à cette famille.

3.1. Segmentation

Le corps d'un oligochète est composé de trois régions successives, le prostomium, le soma et le pygidium. Le prostomium (du grec *pro*, devant et *stoma*, bouche) est un petit organe situé au-dessus de la bouche et fusionné avec le premier segment, ou péristomium (du grec *peri*, autour). Comme son nom l'indique, ce

premier segment entoure la bouche. Le pygidium (du grec *pygé*, fesse) est la région postérieure du corps, dépourvue de cavité coelomique et qui porte l'anus. Le soma constitue donc la quasi-totalité du corps. Il est entièrement métamérisé (ou segmenté).

Par convention, les segments sont numérotés par des chiffres romains (par ex. « XI » = 11^{ème} segment), tandis que les chiffres arabes désignent les limites entre segments. Ils correspondent normalement aux dissépiments (ou septums) mais désignent également, par extension, les sillons intersegmentaires (par ex. 9/10 = sillon entre les segments IX et X). En général, les sillons intersegmentaires correspondent aux dissépiments mais ce n'est pas toujours le cas, en particulier chez les Enchytraeidae (cela peut s'avérer important pour localiser des structures telles que les glandes pharyngiennes ou les diverticules intestinaux chez *Buchholzia*, p. ex. – Schmelz & Collado, 2010 : 23).

Sur chaque segment, les soies sont regroupées en 4 faisceaux, 2 en position dorso-latérale et 2 en position ventro-latérale. Par commodité, on se réfère à ces faisceaux en les désignant comme faisceaux « dorsaux » ou « ventraux ». Chez les Enchytraeidae, les soies dorsales ont souvent une position beaucoup plus latérale que dans n'importe quelle autre famille.

Le premier segment est toujours dépourvu de soies. Il est important de se rappeler que *le premier segment porteur de soies est le segment II*, bien que ce segment puisse être dépourvu de soies dorsales. Les Capilloventridae et les Parvidrilidae sont les seules familles où toutes les soies débutent en III (ou IV) mais ces deux familles n'ont pas été trouvées au Maghreb. Les Capilloventridae forment une petite famille regroupant trois espèces dulçaquicoles australiennes et deux espèces marines (Pinder & Brinkhurst, 1997). Par contre, la distribution européenne actuelle des Parvidrilidae (eaux souterraines du sud de l'Europe ; Martínez Ansemil *et al.*, 2012) suggère qu'ils pourraient être présents dans les eaux souterraines du Maghreb. Chez les Phreodrilidae, les soies dorsales sont absentes en II, tandis que chez les Naidinae, elles sont présentes seulement à partir de IV, V ou VI (à l'exception du genre *Amphichaeta* où elles débutent en III).

Etant donné le mode de reproduction essentiellement asexué des Naidinae, il est fréquent de trouver, dans un même échantillon, plusieurs individus secondaires qui se sont séparés et chez lesquels la régénération des segments antérieurs est inachevée. Dans ce cas, les soies dorsales peuvent sembler débuter à partir de II mais, en pratique, un examen attentif permet de les reconnaître par, notamment, l'absence de prostomium.

3.2. Soies

Les soies constituent l'un des caractères principaux utilisés pour l'identification des oligochètes (Fig. 5). Il en existe plusieurs types et en quantité variable par faisceau, dont la combinaison en font des caractères utiles pour identifier les familles. En règle générale, les faisceaux ventraux ne contiennent que des soies sigmoïdes ou droites. Tous les autres types de soies sont dorsaux (à l'exception des soies génitales).

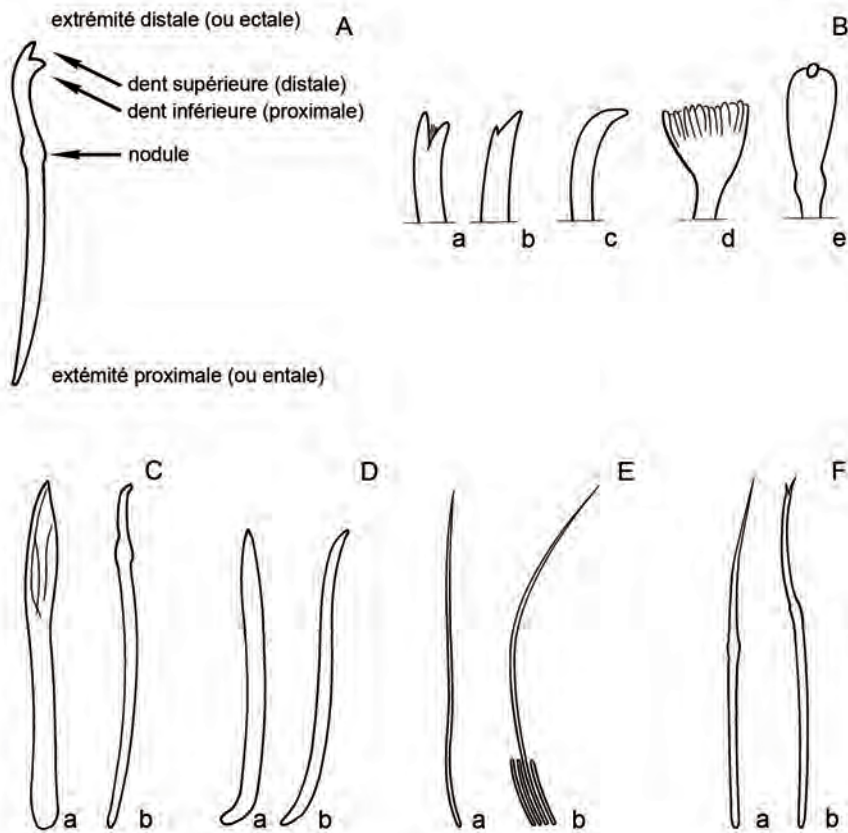


Fig. 5. Diversité des soies au sein des oligochètes. **A.** Crochet bifide nodulé. **Ba-e.** Diversité des extrémités distales des crochets : a. bifide pectiné, b. à dent supérieure réduite, c. à pointe simple, d. palmé, e. en forme d'aviron. **Ca-b.** Soies génitales modifiées : a. spermathécalle, b. pénienne. **Da-b.** Crochet sans nodule, à pointe simple, droit (a) et sigmoïde (b). **Ea-b.** Soies capillaires avec (b ; Phreodrilidae) et sans soies de soutien (a). **Fa-b.** Aiguilles dorsales (Naidinae) : a. à pointe simple, b. bifide à dent supérieure réduite.

3.2.1. Soies capillaires

Ce sont des soies fines, en forme de cheveu (Fig. 5E). Elles sont toujours contenues dans les faisceaux dorsaux, à l'exception des Capilloventridae et des Parvidrilidae qui en possèdent dans les faisceaux ventraux.

Les soies capillaires peuvent être lisses, recouvertes d'une pilosité partiellement, ou sur tout le pourtour (soies capillaires plumeuses), ou encore pourvues d'indentations sur un seul côté (soies capillaires denticulées). Habituellement, ces particularités ne sont observables qu'au microscope, avec un objectif à immersion (X100). Même dans ce cas, l'observation de la pilosité peut être difficile. Il faut alors

chercher les soies capillaires qui ont été cassées ou pliées dans la préparation. Les denticules sont alors plus visibles car elles font habituellement saillie au niveau de la pliure ou de la cassure.

Les soies capillaires sont présentes chez les Capilloventridae, Naididae, Opistocystidae, Parvidrilidae et Phreodrilidae. Au Maghreb, elles se rencontrent uniquement chez les Naididae, dans toutes les sous-familles présentes, à l'exception des Phallo-drilinae.

3.2.2. Crochets

Les crochets sont présents dans les faisceaux dorsaux et ventraux (Fig. 5A). Ils sont constitués d'une hampe contenue en partie à l'intérieur du corps et font saillie à l'extérieur par une pointe simple ou bifide. Pour cette raison, on distingue habituellement sur la soie une partie entale, à l'intérieur du corps, et une partie ectale, à l'extérieur du corps. Dans le cas des soies, la partie entale correspond aussi à l'extrémité proximale, la partie ectale à la partie distale (voir « Orientation »). La hampe présente en général un renflement, ou nodule, dont la position relative sur la hampe est un caractère également utile. Le nodule peut être absent, en particulier sur certains types de soies des Enchytraeidae (Fig. 5D).

Les crochets peuvent être en forme de S (on s'y réfère comme « soie sigmoïde » ; Fig. 5A, Db) ou droits (Fig. 5Da). Les soies sigmoïdes présentent une certaine diversité et peuvent être bifides, à pointe simple, pectinées, palmées, ou présenter des modifications inhabituelles du schéma de base (Fig. 5B).

Les *soies bifides* portent deux dents à leur extrémité distale (Fig. 5A). Leur longueur relative et leur degré de bifurcation sont des caractères importants. En général, la dent distale (supérieure) est plus longue que la dent proximale (inférieure). La situation inverse est plus rare et permet de s'orienter rapidement vers certains Phallo-drilinae (Naididae) ou, au Maghreb, vers les espèces suivantes : *Aulodrilus* sp., *Branchiura sowerbyi* et *Lumbriculus variegatus*.

Les *soies à pointe simple* ont une extrémité pointue (Fig. 5Bc). Elles sont sigmoïdes ou droites et, dans ce dernier cas, elles sont caractéristiques des Enchytraeidae. Parmi les espèces signalées au Maghreb, outre chez les Enchytraeidae, les soies sigmoïdes à pointe simple sont aussi présentes chez les Lumbriculidae (*Trichodrilus*) et dans les faisceaux ventraux d'*Astacopsidrilus naceri* (Phreodrilidae). Des soies sigmoïdes à pointe simple, massives et courtes, sont caractéristiques des vers de terre (Crassiclitellata) représentés, dans le milieu aquatique du Maghreb, par les Almidae et les Lumbricidae. Les Haplotaxidae ont des soies à pointe simple, en forme de faucille.

Les *soies pectinées* sont des soies bifides pourvues de petites dents intermédiaires (Fig. 5Ba). Elles sont toujours dorsales, habituellement associées à des soies capillaires et typiques, en majorité, des Tubificinae. Chez quelques tubificines, il peut y avoir trace de dents intermédiaires dans les soies ventrales mais cela reste anecdotique.

Les soies *palmées* sont une variété particulière de soies pectinées où les dents intermédiaires ont atteint un développement comparable aux dents extérieures et ont fusionné pour former une palmure (Fig. 5Bd). Elles sont typiques de *Psammoryctides barbatus*.

Certaines soies sigmoïdes ont une forme *inhabituelle* qui permet de reconnaître instantanément une espèce ou un groupe d'espèces. C'est le cas d'*Aulodrilus pigueti* qui a des soies aplaties en forme d'aviron (Fig. 5Be), ou d'*Aulodrilus limnobius* dont les soies bifides possèdent des ailettes latérales.

3.2.3. Soies aciculaires

Les soies *aciculaires*, ou en forme d'aiguille, sont toujours dorsales (Fig. 5F). Ce sont de petites soies, fines et délicates comme des aiguilles, à pointe simple ou bifide, avec ou sans nodule. Elles sont typiques des Naidinae et Pristininae. Chez *Ophidonais serpentina*, elles ont une forme massive.

3.2.4. Soies génitales

Lors de la maturation sexuelle, les soies ventrales associées aux pores génitaux peuvent disparaître et de nouvelles soies, modifiées, se développent à proximité immédiate des pores génitaux, spermathécaux et/ou péniens (Fig. 5C).

Associées aux pores spermathécaux, ou à proximité de ceux-ci, les soies spermathécales sont en général uniques, et ont leur extrémité distale effilée, modifiée en forme de lame ou de gouttière. Cette partie résulte, en fait, d'une modification drastique des dents de la soie bifide originelle, qui se rejoignent pour former une structure dont le rôle principal semble être de transpercer le concopulant afin de le stimuler de façon mécanique, voire chimique par inoculation de sécrétions agissant comme stimulant sexuel (Cuadrado & Martínez-Ansemil, 2001).

Les soies péniennes apparaissent en nombre variable dans chaque faisceau ventral, allant de 1-2 à plusieurs soies par faisceau. Une configuration souvent rencontrée consiste en de nombreuses soies disposées en rangs +/- parallèles (*Epirodrius moubayedi*) ou regroupées sous forme d'éventail dont la base correspond à la partie ectale des soies qui convergent les unes vers les autres. L'extrémité distale des soies est variable, habituellement obtuse, sous forme de dents +/- fusionnées, ou encore en forme de faucille (*Rhyacodrilus falciformis*). Les soies péniennes semblent surtout servir à l'accrochage des partenaires lors de l'accouplement et au transfert du sperme dans la spermathèque du concopulant (Cuadrado & Martínez-Ansemil, 2001).

Chez *Criodrilus lacuum*, il existe plusieurs soies modifiées dans la région génitale, entre IX et XXIII, sans distinction particulière avec les soies associées aux pores spermathécaux et celles associées aux pores péniens.

Les soies génitales sont présentes dans toutes les familles de microdriles signalées au Maghreb, sauf les Enchytraeidae, où elles sont toujours absentes. Chez les

Lumbriculidae, leur présence est exceptionnelle (*Thinodrilus genitosestosus*, Alaska ; *Pseudorhynchelmis* spp., lac Baïkal ; *Trichodrilus longipenis*, Catalogne, N-E. Espagne) (Martin & Kaygorodova, 2008). *Trichodrilus* est un genre fondamentalement paléarctique, bien présent au Maghreb. *T. longipenis* est la seule espèce, parmi les 37 espèces du genre connues à l'heure actuelle, à posséder des soies péniennes discrètes, qui diffèrent seulement des soies somatiques par leur aspect plus délicat et leur extrémité en aiguille, sans différence de taille notable (Giani & Rodríguez, 1994). Il n'est donc pas exclu que de nouvelles espèces, possédant des soies péniennes, soient découvertes dans le futur.

Les soies spermathécales sont exclusivement connues des Naididae et sont rares, en général. Au Maghreb, on peut les rencontrer chez *Pristina* (Pristiniinae), *Potamothrix bavaricus*, *P. hammoniensis* et *Psammoryctides barbatus* (Tubificinae).

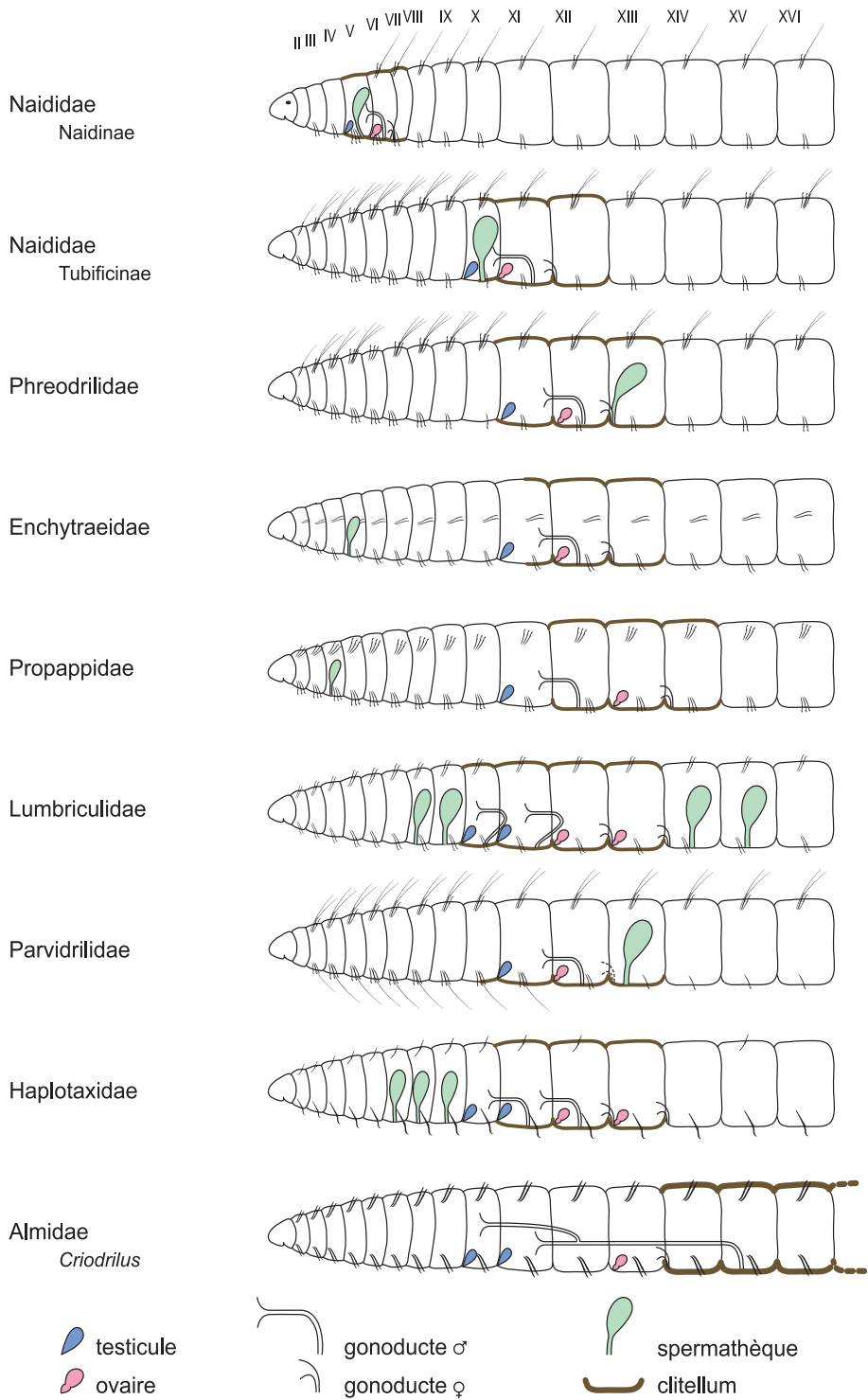
Les soies péniennes sont, de loin, les plus courantes. Comme les soies spermathécales, elles sont essentiellement présentes chez les Naididae. Au Maghreb, on les rencontre dans les espèces suivantes : *Aulodrilus pigueti*, *Bothrioneurum vej dovskyanum*, *Epirodrius moubayedi*, *Rhyacodrilus falciformis*.

3.3. Organes reproducteurs

Cette section donne une description sommaire des organes reproducteurs des oligochètes dans la mesure où ce guide a été conçu pour être d'utilisation simple. Le recours aux structures internes requiert une préparation particulière (dissection, montage) et un niveau certain d'expertise. Néanmoins, une connaissance succincte des organes reproducteurs est indispensable car ils jouent un rôle prépondérant dans la systématique des oligochètes. Dans certains cas, il est impossible d'identifier une espèce sans recourir à leur observation. Pour une description plus détaillée de ces structures, le lecteur se référera aux ouvrages de références habituels tels que Avel (1959) et Brinkhurst & Jamieson (1971).

Un ver mature se reconnaît habituellement à la présence d'un clitellum. Celui-ci correspond à un épaissement glandulaire en forme d'anneau ou de selle, couvrant plusieurs segments dans la région des pores génitaux, habituellement en X-XIII (la plupart des microdriles) ou en V-VIII (Naidinae et Pristininae ; Naididae) (Fig. 6). Chez la plupart des vers de terre (mégadriles), le clitellum est beaucoup plus épais (d'où le nom « Crassiclitellata », du latin *crassus*, épais, utilisé pour désigner ce clade), étant constitué de plusieurs couches cellulaires, et est localisée plusieurs segments après les pores génitaux, souvent bien après XX. La région adjacente au clitellum apparaît souvent d'un blanc laiteux, en raison des spermatozoïdes et des œufs en voie de maturation, qui s'accumulent dans les vésicules séminales et les ovisacs.

Tous les oligochètes sont hermaphrodites et possèdent des gonades mâles (testicules) et femelles (ovaires). Leur nombre et leur localisation sont variables selon les familles (voir « Panorama des familles ») bien qu'ils soient souvent interprétés comme des variations par rapport à un schéma octogonadal de base (deux paires de testicules et deux paires d'ovaires ; voir Brinkhurst, 1982b, 1984)



En général les gonades sont situées en position ventrale, accolées sur le dissépinement antérieur du segment gonadal. Les produits des gonades tombent dans la cavité coelomique et s'accumulent dans de volumineuses hernies, non cloisonnées, qui peuvent pénétrer sur plusieurs segments, à la manière d'un doigt de gant, où ils achèveront leur maturation. Le dissépinement postérieur du segment femelle forme un ovisac, à l'intérieur duquel se glisse la vésicule séminale issue du dissépinement postérieur du segment mâle. Une petite vésicule séminale peut aussi se former vers l'avant.

Les spermatozoïdes sont expulsés via le tractus mâle, constitué d'un pavillon cilié, situé dans le segment testiculaire, qui se prolonge par un canal déférent cilié, lequel débouche souvent dans un atrium (lequel est notamment absent chez les Enchytraeidae, les Propappidae et les Haplotaxidae). L'atrium s'ouvre à l'extérieur via le pore mâle, en se terminant éventuellement par un pénis. Les cellules du revêtement ectodermique, dans la partie proximale de l'atrium, peuvent aussi être allongées et être protrusibles pour former un pseudopénis. Le pénis est parfois recouvert d'une structure chitineuse, de forme et taille variées, la gaine pénienne (ou fourreau pénien). Celle-ci peut apparaître comme un simple anneau granuleux entourant le pénis (*Tubifex tubifex*) ou former une structure épaisse très visible (*Limnodrilus* spp.). La position des pores mâles par rapport aux segments testiculaires est un caractère utilisé dans la classification des oligochètes (Fig. 7). Ils sont plésiopores chez la plupart des familles de microdriles (les gonoductes aboutissent dans le segment qui suit immédiatement le segment d'origine), prosopores chez les Lumbriculidae (les gonoductes aboutissent dans le segment d'origine) ou opisthopores chez les mégadriles (les gonoductes aboutissent plusieurs segments après le segment d'origine). Chez certains Lumbriculidae, ils sont « semi-prosopores ». Dans ce cas, deux gonoductes, aboutissant dans le même atrium, débutent dans des segments adjacents ; le gonoducte antérieur aboutit dans le segment qui suit immédiatement le segment d'origine, et le gonoducte postérieur aboutit dans le segment d'origine. Il s'agit donc d'une combinaison de l'état plésiopore et prosopore. Il est également caractéristique des Hirudinea et des Branchiobdellida et est considéré comme un indice de parenté proche de ces taxons avec les Lumbriculidae, au sein des oligochètes (voir « Classification des oligochètes »).

Fig. 6 (page opposée). Représentation schématique des principales caractéristiques morphologiques des familles d'oligochètes dulçaquicoles présentes au Maghreb (ou susceptibles d'être présentes). La plupart des familles peuvent présenter de légères variations, par rapport à cette représentation de base, dans la disposition des soies et la position du clitellum et des genitalia. En particulier, la représentation schématique des Lumbriculidae tente de synthétiser la grande variabilité que l'on peut observer dans la disposition des gonades et des spermathèques.

Une partie du tractus mâle peut porter une prostate. Celle-ci apparaît comme une masse glandulaire compacte attachée à l'atrium par un court pédoncule, ou comme un groupe de petits amas cellulaires pédonculés, ou encore comme un ensemble cellulaire disposé de manière diffuse, à la surface de l'atrium. Chez les Phreodrilidae, la prostate est absente mais l'atrium semble jouer un rôle glandulaire analogue. Le tractus femelle est beaucoup plus simple. Le pavillon cilié est proche, ou accolé au dissépiment postérieur du segment femelle. Il se poursuit par un court oviducte cilié qui traverse le dissépiment et aboutit presque immédiatement à l'extérieur, dans le sillon intersegmentaire.

Au cours de l'accouplement, les spermatozoïdes sont échangés entre partenaires et sont stockés dans des spermathèques, constituées d'une ampoule et d'un canal débouchant à l'extérieur au niveau du pore spermathéal. Chez les Enchytraeidae, les ampoules spermathécales peuvent s'ouvrir dans le tube digestif, via un court canal ental. Les spermatozoïdes sont stockés dans l'ampoule spermathécale sous forme d'amas informe ou de spermatozeugmata. Dans cette super structure, les spermatozoïdes sont agrégés selon un ordre répétitif, avec présence d'une sorte de liant organique. Les spermatozeugmata sont caractéristiques des Tubificinae bien qu'une structure similaire ait été décrite chez *Epirodilus michaelsoni* (cas unique au sein des Rhyacodrilinae), espèce présente au Maghreb. Dans certains cas, il n'y a pas de spermathèque et les spermatozoïdes sont libérés sous la forme de spermatophores qui adhèrent extérieurement sur le tégument des concopulants (*Bothrioneurum vej dovskyanum*, *Criodrilus lacuum*). Les spermathèques sont habituellement paires et disposées à proximité immédiate des segments génitaux (segment prégonadal, Naididae ; segment postgonadal, Phreodrilidae). Chez les Lumbriculidae, le nombre et la position des spermathèques est variable.

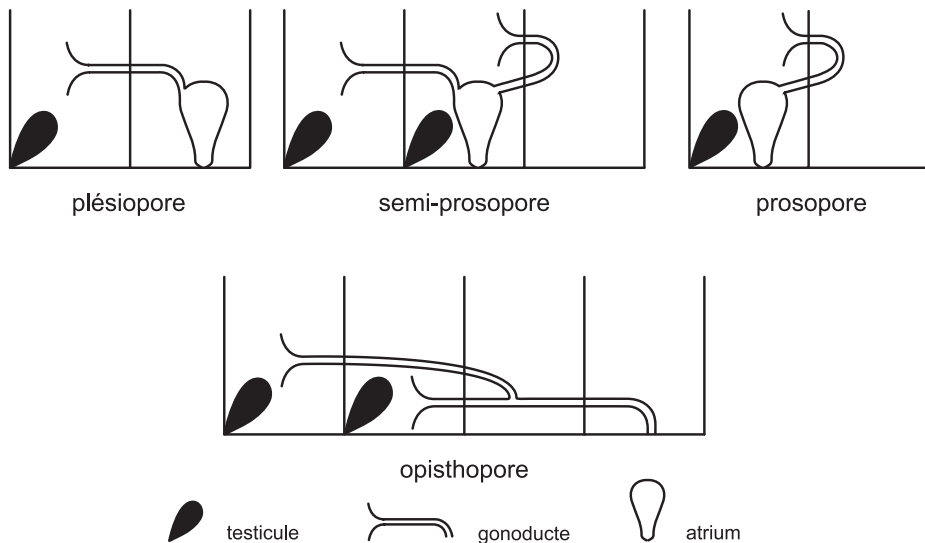


Fig. 7. Position des pores mâles par rapport aux segments testiculaires.

3.4. Autres caractères morphologiques utilisés

3.4.1. Organes photosensibles

Une paire de petits yeux est parfois présente chez les oligochètes. Les yeux sont présents sur le segment II et sont constitués chacun d'un groupe de cellules photosensibles doublées d'une cupule pigmentaire. Ils sont uniquement rencontrés chez certains Naidinae et, au Maghreb, dans les genres *Nais*, *Ophidonais* et *Slavina*.

3.4.2. Proboscis

Chez certains oligochètes, le prostomium peut être allongé en forme de trompe, capable ou non de rétraction, très innervé, à fonction sensorielle. Il existe surtout chez les Naididae et quelques genres de Lumbriculidae (notamment *Rhynchelmis*). Au Maghreb, il n'est connu que du genre *Pristina* (Pristininae).

3.4.3. Papilles épidermiques

Chez certains Naididae, le tégument est pourvu de rangées de papilles auxquelles sont accolées des particules de sédiment, donnant un aspect caractéristique au ver. Au Maghreb, ce cas est rencontré chez *Slavina appendiculata*. Certains Tubificinae possèdent également des papilles épidermiques, qui apparaissent comme des saillies de l'épithélium de la surface du corps, en forme de mamelon (*Spirosperma* spp. ; genre non signalé au Maghreb).

3.4.4. Branchies

Les branchies ne sont pas courantes chez les oligochètes qui respirent par toute leur surface cutanée, par simple diffusion de l'oxygène. Lorsqu'elles sont présentes, elles sont très caractéristiques et permettent de reconnaître rapidement certaines espèces ou genres. *Branchiura sowerbyi* présente des branchies filamenteuses, irriguées par un vaisseau sanguin. Les espèces du genre *Dero* possèdent des branchies anales logées dans une fossette branchiale. Enfin, l'extrémité postérieure du corps des espèces d'*Aulodrilus* est fusionnée, achète, et transformée en tube respiratoire.

3.4.5. Cœlomocytes

Les cœlomocytes sont des cellules discoïdales ou fusiformes, généralement arrondies, de grande taille, qui flottent librement dans la cavité cœlomique. Parmi les microdriles, ils sont essentiellement présents chez les Naididae et les Enchytraeidae. Au sein des Naididae, ils sont caractéristiques des Rhyacodrilinae, chez qui ils sont abondants, mais ils sont aussi présents chez plusieurs Naidinae. Les Enchytraeidae en possèdent plusieurs types et constituent des caractères taxonomiques utiles, par leur forme, abondance, taille et texture (Schmelz & Collado, 2010).

3.4.6. Segmentation secondaire

Outre une annulation de base, qui correspond à la succession des métamères, il peut exister, chez plusieurs espèces, une segmentation secondaire qui apparaît sous la forme d'un anneau plus étroit, précédant ou suivant l'annulation primaire. Cette segmentation secondaire peut fournir un indice utile pour s'orienter rapidement vers les Lumbriculidae (*Trichodrilus*, *Stylodrilus*), où elle est souvent présente, en particulier dans la partie antérieure du corps, ou les Phallodrilinae (*Akteredrilus*).

3.4.7. Vaisseaux sanguins

Le système circulatoire des oligochètes est très simple et correspond, dans son schéma de base, à un vaisseau dorsal et un vaisseau ventral, de part et d'autre du tube digestif, reliés l'un à l'autre par des commissures latérales. Il est peu utilisé dans l'identification des oligochètes. Cependant, la présence, chez certaines espèces, de digitations latérales aveugles dans les segments postérieurs est parfois utilisée comme caractère important, en particulier au sein des Lumbriculidae (*Lumbriculus variegatus*, certains *Trichodrilus*).

3.4.8. Appareil digestif

Dans son schéma de base, l'appareil digestif est constitué successivement d'un pharynx, œsophage, estomac et un long intestin presque toujours de structure uniforme jusqu'à l'anus. Selon le mode d'alimentation, on peut observer des parties différenciées en jabot et gésier, faisant suite à l'œsophage. La présence ou non d'une dilatation entre l'œsophage et l'estomac, progressive ou brutale, permet de faire la différence entre certaines espèces de *Nais*. La dilatation stomacale est aussi un caractère utile chez certains genres d'Enchytraeidae.

3.4.9. Caractères particuliers

Outre les caractères mentionnés ci-dessous, la famille des Enchytraeidae fait souvent appel à une multitude de détails anatomiques internes, en raison du manque de variabilité de ces animaux dans leur morphologie externe (néphridies, diverticules intestinaux, appendices œsophagiens, etc.). Ceux-ci sont, malheureusement, très difficiles à aborder pour un non-spécialiste. Ce point sera abordé dans la description de cette famille.

4. Qualificatifs d'orientation

Pour orienter des structures anatomiques, certains termes sont habituellement utilisés dans les descriptions, en particulier « proximal – distal » et « ental – ectal ». Malheureusement, ces termes ne sont pas toujours utilisés avec la même signification dans la littérature consacrée aux oligochètes, ni même à bon escient, en sorte qu'il nous semble important de préciser le sens que nous leur donnons dans ce guide.

Le couple « *proximal – distal* » se réfère au point d'origine des structures. **Proximal** désigne la partie de la structure située près de son point d'origine, en opposition à **distal** qui désigne la partie de la structure située le plus loin de son point d'origine. D'une manière stricte, l'origine doit être comprise dans un contexte embryologique mais, par extension, cela revient souvent à connaître le point d'attache de la structure.

Ces deux termes sont essentiellement utilisés dans la description des spermathèques, atriums, pénis et soies. Pour les spermathèques et atriums, d'origine ectodermique, la partie proche des pores spermathécaux et atriaux est la partie proximale (« canal spermathécal »), la partie éloignée est distale (« ampoule distale »). Brinkhurst & Jamieson (1971) distinguent parfaitement, pour les atriums, une partie proximale, proche du pore mâle, et une partie distale. Ceci est important lorsqu'on décrit le point d'attache des canaux déférents sur les atriums, en particulier pour les lumbriculides tels que *Styiodrilus*. Pour les pénis, la partie basale est proximale, la partie la plus proche de l'ouverture est distale. Ceci est pertinent notamment pour décrire les fourreaux pénien (cf. *Limnodrilus* spp.).

Pour les soies, la partie proximale se réfère au point d'attache de la soie, le follicule sétal, qui correspond à l'origine de cette structure. Les références à « proximal » et « distal » sont souvent utilisées pour désigner la position des nodules (cf. nodule proximal chez *Dero* ; Brinkhurst & Jamieson : 372-3). Dans le cas des soies, « proximal » est synonyme de « ental », et « distal » de « ectal », mais il s'agit d'un cas particulier car « ental – ectal » se réfère à une position par rapport à la surface du corps (voir ci-dessous).

Pour les structures qui présentent deux points d'attache (canaux déférents, néphridies), le recours à l'origine embryologique est indispensable pour comprendre les termes d'orientation. Le canal déférent est d'origine mésodermique. Il commence par la formation, à partir du dissépiment, d'un pavillon cilié (entonnoir spermatique) qui s'ouvre sur la face antérieure du dissépiment, et du canal déférent proprement dit, qui se développe à partir de la face postérieure du dissépiment et qui s'attache ensuite à l'atrium. Dans ce cas, la partie proche du pavillon est la partie proximale, la partie proche de l'atrium est la partie distale. Par exemple, *Tasserkidrilus kessleri kessleri* (Brinkhurst & Jamieson, 1971 : 459) a la partie proche de l'entonnoir spermatique du canal déférent ciliée, donc la partie proximale, alors que la partie distale est plus large et non ciliée. Le couple « proximal – distal » peut s'appliquer de la même façon à la néphridie, qui a également une origine mésodermique. Contrairement aux spermathèques et atriums pour lesquels les pores correspondent à la partie proximale de ces structures, le pore néphridien appartient à la partie distale alors que le pavillon cilié est la partie proximale.

Le couple « *ental – ectal* » se réfère à l'orientation d'une structure par rapport à la surface du corps. **Ectal** désigne la partie de la structure appartenant à la partie externe du corps, ou située près de la surface externe, par opposition à **ental** qui correspond à la partie interne du corps, ou située près de la surface interne. Ce couple est souvent utilisé dans la description des soies. La partie ectale d'une soie correspond à la partie de la soie qui pointe à l'extérieur du corps, l'extrémité entale de la soie est la partie de la soie qui pointe à l'intérieur du corps.

Plan de référence

Le système de référence utilisé pour se repérer de façon précise dans la structure anatomique des oligochètes fait appel à des termes standardisés, aisément compréhensibles pour quiconque a une connaissance de base de l'anatomie humaine. Etant des animaux à symétrie bilatérale, on retrouve, chez les oligochètes, les trois principaux plans de l'anatomie humaine : un plan sagittal, qui sépare le corps en une partie droite et gauche, un plan frontal, qui sépare la partie ventrale de la partie dorsale, et un plan transversal, qui sépare la partie antérieure de la partie postérieure. Pour localiser certaines structures propres aux oligochètes, en particulier les pores génitaux, il est parfois fait référence à la ligne des soies, qui désigne la ligne virtuelle qui relie les soies de plusieurs faisceaux consécutifs, dans un plan parasagittal.

5. Panorama des familles rencontrées au Maghreb (Fig. 6)

5.1. Almidae

5.1.1. Morphologie

La famille des Almidae fait partie des mégadriles dulçaquicoles, les Aquamegadrii Jamieson, 1988. Comme tous les mégadriles, les représentants de cette famille ont une morphologie de type ver de terre, avec généralement une taille de plusieurs centimètres, et deux soies très épaisses, à pointe simple dans tous les faisceaux. Le schéma testiculaire habituel consiste en deux paires de testicules, respectivement en X et XI. Le pore mâle s'ouvre plusieurs segments en arrière (en XV chez *Criodrilus*), soit une condition opisthopore. La seule espèce d'Almidae connue au Maghreb, *Criodrilus lacuum*, ne possède pas de spermathèques.

5.1.2. Biologie

La biologie de cette famille reste très mal connue. Certaines espèces du genre *Alma* semblent particulièrement résistantes au manque d'oxygène et ont été signalées dans les milieux marécageux, avec du substrat en décomposition. Etant de position phylogénétique incertaine (voir ci-dessous), *Criodrilus lacuum* n'est pas représentatif de cette famille. L'espèce vit dans le sédiment des eaux douces et saumâtres et semble présente dans les eaux courantes et en milieu lacustre.

5.1.3. Diversité

La famille des Almidae est présente dans toutes les régions biogéographiques, à l'exception de l'Antarctique, mais dominante dans les régions tropicales (orientale, néotropicale et afrotropicale). Elle contient 6 genres et une quarantaine d'espèces. Quatre espèces sont connues de la région paléarctique, *Glyphidrilus yuannensis* Chen & Zhifang, 1977, *Alma nilotica* Grube, 1855, *Alma stuhlmanni* Michaelsen, 1892 et *Criodrilus lacuum* Hoffmeister, 1845. Seul *C. lacuum* est une authentique espèce paléarctique, distribuée en Europe, en Afrique du Nord et au Proche-Orient. Les autres espèces sont plutôt des formes tropicales à la limite septentrionale de leur distribution géographique (c'est le cas des espèces du genre *Alma*, qui sont présentes dans la région paléarctique via le corridor du Nil). D'un point de vue biogéographique, la seule espèce maghrébine, *Criodrilus lacuum* Hoffmeister, 1845 apparaît donc comme une curiosité au sein des Almidae. Jamieson & Ferraguti (2006) la considèrent actuellement comme appartenant aux Almidae, sur la base de considérations morphologiques et moléculaires, et nous adoptons cette position ici. Cependant, d'autres auteurs la placent toujours dans sa propre famille, les Criodrilidae (voir Blakemore, 2007 et Timm, 2009) mais leur décision ne repose que sur d'anciennes considérations basées uniquement sur la morphologie.

5.1.4. Références

Jamieson & Ferraguti (2006) : essentiellement des considérations phylogénétiques sur la position des *Criodrilidae* au sein des mégadriles, avec quelques illustrations de *Criodrilus lacuum*.

5.2. Enchytraeidae

5.2.1. Morphologie

La plupart des espèces d'Enchytraeidae ont une taille adulte comprise entre 5 et 20 mm (Erséus, 2005). Cependant, la gamme de taille peut s'étendre de 1 mm, chez les espèces les plus petites (*Marionina* Michaelsen), à 170 mm pour les formes géantes (*Mesenchytraeus grandis* Eisen, 1904) (Rota, 2001). Les vers ont souvent une apparence blanchâtre, opalescente, bien que certaines espèces puissent être colorées. Leur cuticule est souvent épaisse, ce qui les rend plus rigides et moins vifs que les espèces dulçaquicoles d'autres groupes, de taille semblable. Les soies sont souvent robustes, à pointe simple souvent émoussée, en nombre variable et rarement absentes. Elles sont regroupées en faisceaux asymétriques ou présentant une symétrie bilatérale, répartis en 2 paires ventrales et 2 paires dorso-latérales.

La reproduction est essentiellement sexuée. Il n'y a pas de formation de chaînes d'individus. Le clitellum s'étend sur XII-XIII et une partie de XI. Les spermathèques sont séparées du reste des genitalia de plusieurs segments et s'ouvrent dorso-latéralement, dans le sillon intersegmentaire 4/5. L'ampoule spermathéciale peut être connectée à l'œsophage ou former une poche aveugle. Dans ce dernier cas, elle peut parfois s'étendre vers l'arrière, sur plusieurs segments. Le pore mâle est généralement en XII. Les gonoductes mâles diffèrent de ceux du type tubificoïde

par l'absence de structures atriales et prostatiques et la présence d'entonnoirs spermatiques glandulaires particuliers et d'appareils copulateurs musculaires et glandulaires.

5.2.2. Biologie

Les Enchytraeidae sont fousseurs ou interstitiels. De tous les oligochètes, ils sont probablement les plus ubiquistes. Ils sont largement présents dans le milieu terrestre mais on les trouve également dans le milieu limnique (lacs, rivières, sources, tourbières), le milieu marin (eaux saumâtres, marais salants, lits d'algues, estran, plateau continental, fonds marins) et même dans des milieux extrêmes tels que les glaciers. Les Enchytraeidae sont parmi les plus cosmopolites, étant signalés dans toutes les zones biogéographiques, y compris le continent antarctique, à l'exception de la région afrotropicale (Martin *et al.*, 2008). Dans ce dernier cas, cette absence étonnante résulte probablement d'un manque d'étude dans cette région, associé à une famille traditionnellement peu étudiée car difficile à aborder.

5.2.3. Diversité

La famille des Enchytraeidae contient actuellement environ 650 espèces (Erséus, 2005). Etant essentiellement terrestres, beaucoup d'enchytréides tolèrent les milieux saturés en eau, tel que les rivages côtiers ou les rives des cours d'eau, les marais, ou autre tourbière. Il est donc difficile de préciser le nombre exact d'espèces dulçaquicoles. On peut estimer qu'à l'heure actuelle, il existe une centaine d'espèces dulçaquicoles. Mais si les espèces trouvées dans les eaux souterraines sont prises en compte, ce nombre s'élève à 136 (Martin *et al.*, 2008). Dans ce cas, la différence peut s'expliquer par les nombreuses espèces essentiellement terrestres, comme celles appartenant au genre *Fridericia*, qui peuvent survivre suffisamment longtemps dans ce genre de milieu pour pouvoir y être recensée, bien que leur présence doive être considérée comme accidentelle (espèces stygoxènes).

Au Maghreb, les eaux de surface et souterraines sont souvent soumises à une évaporation importante qui contribue à l'augmentation de la concentration de ces eaux en ions dissous (Ait Boughrouss *et al.*, 2010). Il n'est donc pas étonnant d'y trouver des espèces d'Enchytraeidae représentatives de genres typiquement présents en milieu marin ou dans les eaux saumâtres tels que *Lumbricillus* ou *Marionina*.

Jusqu'à la fin des années 80, la faune d'enchytréides dulçaquicoles du Maghreb était virtuellement inconnue. Le travail de Baroudi (1987) a jeté les bases d'un recensement sérieux de cette faune mais beaucoup reste à faire. Dix espèces nominales d'Enchytraeidae ont été signalées au Maghreb, représentatives de 6 genres. La présence de 4 autres genres a également été mentionnée mais sans identification au niveau spécifique. On peut donc estimer qu'à l'heure actuelle, la faune d'Enchytraeidae du Maghreb consiste en un minimum de 14 espèces et de 9 genres.

5.2.4. Références

Pour une étude plus approfondie de cette famille, le lecteur consultera utilement les guides suivants :

Nielsen & Christensen (1959) : introduction à la famille, révision critique des genres, clés d'identification des genres et espèces européens.

Kasprzak (1986) : clé d'identification des espèces d'Enchytraeidae de Pologne ; bien qu'en polonais l'ouvrage fourmille d'illustrations utiles, extraites de la littérature courante.

Schmelz & Collado (2010) : excellent ouvrage récent sur les Enchytraeidae d'Europe ; techniques d'étude de la famille, morphologie et caractères taxonomiques, liste des espèces, clés d'identification des genres et espèces.

5.3. Haplotaxidae

5.3.1. Morphologie

Les Haplotaxidae sont habituellement des vers de grande taille, pouvant atteindre 40 cm (*Haplotaxis gordioides*). Ils présentent une certaine ressemblance externe avec les mégadriles mais sont beaucoup plus sveltes. Ils ont des soies à pointe simple ou bifides, les soies dorsales étant beaucoup plus petites que les soies ventrales, et souvent manquantes dans plusieurs, voire dans tous les segments. Ils présentent une anatomie extrêmement simple, notamment au niveau des organes sexuels. Les gonoductes mâles sont dépourvus d'atriums et de prostates. Les gonades sont souvent au nombre de huit, avec deux paires de testicules et deux paires d'ovaires en X-XI et XI-XII, respectivement (avec parfois des variantes). En raison de ces caractéristiques, les Haplotaxidae sont souvent considérés comme une famille très ancienne, probablement la plus proche du type ancestral d'où seraient dérivés tous les oligochètes actuels (Brinkhurst, 1984). Malheureusement, les données génétiques récentes ne confirment pas ce scénario (Erséus & Källersjö, 2004), ce qui implique que la banalité anatomique de ces animaux résulterait plutôt d'une simplification de structures originellement plus complexes. Cependant, des études génétiques en cours (Martínez-Ansemil *et al.*, 2012) semblent indiquer que les Haplotaxidae sont à la base du groupe qui a donné naissance aux vers de terre (mégadriles), comme cela est soupçonné depuis de nombreuses années, sur une base morphologique (Jamieson & Ferraguti, 2006).

5.3.2. Biologie

Rares, ils sont, en général, associés aux nappes phréatiques, sols humides ou autres milieux considérés comme des refuges (eaux souterraines, anciens lacs). Certaines espèces au sein du genre *Haplotaxis* sont prédatrices d'autres vers et possèdent des adaptations anatomiques en relation avec ce comportement particulier, tels que le pharynx musculéux et massif, et des soies ventrales de grande taille, uniques, en forme de faucille, qui permettent d'enserrer la proie.

5.3.3. Diversité

Les Haplotaxidae forment une petite famille de 8 genres et une vingtaine d'espèces dulçaquicoles, à distribution discontinue, répartie sur l'ensemble des continents, à l'exception de la région antarctique. La famille reste mal connue car négligée en raison de la rareté des espèces et du fait que les spécimens récoltés sont souvent immatures. Au Maghreb, elle n'est connue que par une seule espèce, *Haplotaxis gordioides*.

5.3.4. Références

Il n'existe pas de synthèse récente des connaissances sur la famille.

Brinkhurst (1988) : analyse phylogénétique de la famille et révision des genres.

5.4. Lumbricidae

5.4.1. Morphologie

Les Lumbricidae appartiennent aux vers de terre vrais, les mégadriles terrestres ou Terrimegadrili Jamieson, 1988. Les représentants de cette famille ont une taille moyenne à grande (plusieurs centimètres) et deux soies par segment, du type lombricien, épaisses, sigmoïdes, avec un nodule médian, à pointe simple. Les pores mâles ont une condition opisthopore, généralement en XV. Les pores femelles sont en XIV.

5.4.2. Biologie

Fondamentalement terrestres, ils sont parfois présents dans le milieu aquatique, souvent de manière accidentelle bien que certaines espèces aient un mode de vie amphibie.

5.4.3. Diversité

La famille des Lumbricidae a une distribution holarctique et contient 42 genres et environ 670 espèces (Blakemore, 2007). Une trentaine d'espèces, appartenant à 9 genres ont été signalées dans les eaux douces, dont une dizaine d'espèces dans les eaux souterraines. Au Maghreb, la famille n'est connue, dans le milieu aquatique, que par une seule espèce, *Eiseniella tetraedra*.

5.4.4. Références

Bouché (1972) : ouvrage complet sur les lombriciens de France (morphologie, systématique, écologie, techniques d'étude).

Blakemore (2007) : liste mondiale des espèces de Lumbricidae.

5.5. Lumbriculidae

5.5.1. Morphologie

Les lumbriculides sont des vers de taille moyenne, en général (10 à 40 mm), mais certaines espèces peuvent atteindre des tailles considérables pour des microdriles (jusqu'à 20 cm chez *Rhynchelmis brachycephala* Michaelsen, 1901). En général, ils ont un aspect et une taille similaire aux tubificides mais, extérieurement, ils en diffèrent fondamentalement par la présence de deux soies dans tous les faisceaux et l'absence totale de soies capillaires. Les soies sont sigmoïdes, avec nodule, à pointe simple, mais parfois légèrement bifides, avec la dent supérieure réduite. La présence de soies génitales est exceptionnelle. Sous cette apparence externe banale, les lumbriculides sont caractérisés par une grande diversité dans le système reproducteur. La principale caractéristique de la famille est la condition prosopore des gonoductes mâles, avec le canal déférent qui émerge, via le pore mâle, dans le segment testiculaire lui-même (voir Brinkhurst, 1989). Le schéma gonadal de base consiste en deux paires de testicules et une paire d'ovaires, situés, respectivement, en IX-X et XI. Il existe plusieurs variantes de ce schéma, avec (1) le déplacement des gonades et gonoductes de plusieurs segments vers l'avant ou, plus rarement, vers l'arrière, et (2) la multiplication, ou la disparition, de paires de testicules.

5.5.2. Biologie

La plupart des lumbriculides sont sténothermes et vivent dans les sédiments des eaux froides, bien oxygénées, en particulier dans les cours d'eau d'altitude et les lacs profonds. La famille est particulièrement bien représentée dans les eaux souterraines (nappes phréatiques, grottes, écoulement hyporhéique) avec 36 espèces strictement inféodées à ce milieu (espèces stygobiontes). A lui seul, le genre *Trichodrilus* abrite 24 espèces stygobiontes et 8 espèces stygophiles, sur les 104 espèces d'oligochètes stygobiontes connues à l'heure actuelle (Creuzé des Châtelliers *et al.*, 2009).

5.5.3. Diversité

La famille des Lumbriculidae est une vaste famille qui inclut plus de 200 espèces connues à l'heure actuelle, à distribution holarctique. Deux espèces seulement (*Lumbriculus variegatus* et *Stylodrilus heringianus*) sont présentes dans l'hémisphère sud mais elles sont considérées comme des introductions (Martin *et al.*, 2008). Sténothermes froids, les Lumbriculidae ont atteint leur limite méridionale au Maghreb, ce qui explique probablement leur très faible diversité dans cette zone (2 genres), et leur quasi absence des eaux de surface, à l'exception de *L. variegatus*. Seul, le genre *Trichodrilus* est bien présent, tant en abondance qu'en diversité d'espèces, mais il est restreint aux eaux souterraines.

5.5.4. Références

Il n'y a pas de révision récente de la famille dans sa globalité.

Brinkhurst (1989) : analyse phylogénétique de la famille.

Rodríguez & Giani (1994) : révision du genre *Trichodrilus* ; clé d'identification des espèces.

5.6. Naididae – Naidinae, Pristininae

Les développements phylogénétiques récents montrent que les Naididae ont évolué au sein des Tubificidae, c'est-à-dire qu'ils y forment un groupe cohérent, parmi d'autres. Selon le principe de monophylie, les Naididae et les Tubificidae deviennent synonymes (voir Erséus *et al.*, 2005) et, pour respecter les règles de nomenclature (ICZN, 1999), le nom le plus ancien doit être utilisé pour désigner ce nouvel assemblage monophylétique. Etant d'appellation plus ancienne, les Naididae Ehrenberg, 1828 ont la préséance sur les Tubificidae Vejdovský, 1876 et désignent, actuellement, une famille élargie qui inclut les anciens Tubificidae (Erséus *et al.*, 2008).

Dans leur ancien sens, les Naididae abritaient des espèces attribuables, aujourd'hui, à deux sous-familles actuelles, les Naidinae Ehrenberg, 1828, et les Pristininae Lastočkin, 1921. Cette dernière sous-famille a été récemment créée pour abriter le genre *Pristina*, phylogénétiquement distinct des autres Naidinae (Envall *et al.*, 2006). Dans leur sens actuel, la famille élargie des Naididae comprend les sous-familles suivantes : Limnodriloidinae Erséus, 1982, Naidinae Ehrenberg, 1828, Phallogrilinae Brinkhurst, 1971, Pristininae Lastočkin, 1921, Rhyacodrilinae Hrabě, 1963, Rhyacodriloidinae Martin, Martínez-Ansemil & Sambugar, 2010, Telmatodrilinae Eisen, 1879, et Tubificinae Vejdovský, 1876.

Cependant, les Naididae, au sens ancien, ont toujours formé un groupe particulier, cohérent, au sein des oligochètes, tant d'un point de vue morphologique que comportemental ou reproducteur. Dans un souci d'éviter toute confusion avec les ouvrages antérieurs, et par commodité, nous avons donc choisi, dans cet ouvrage, de traiter séparément (1) les sous-familles appartenant aux Naididae, dans le sens ancien, soit les « Naididae *sensu stricto* », et (2) les autres sous-familles, appartenant anciennement aux « Tubificidae » et attribuées, actuellement, à la famille élargie des Naididae.

5.6.1. Morphologie

Les Naididae *sensu stricto* sont des vers de petite taille, en général 2 à 10 mm, certains étant à peine supérieurs à 1 mm. Plusieurs espèces possèdent des caractères rares ou absents dans les autres familles. Des branchies sont présentes chez le genre *Dero*, caractère inconnu des autres oligochètes paléarctiques, à l'exception du tubificide *Branchiura sowerbyi*. Plusieurs espèces possèdent également une paire d'yeux, caractère unique aux Naididae *sensu stricto* et probablement lié à leur mode de vie (voir ci-dessous). Enfin, le prostomium est

parfois développé en organe sensoriel allongé, le proboscis, une caractéristique trouvée seulement chez certains lumbriculides (vers beaucoup plus grands). Les vers sont translucides et peu colorés mais des pigments brunâtres, rougeâtres et jaunâtres sont souvent présents, en particulier dans la partie antérieure du corps. Comme chez les tubificides, les espèces de ce groupe présentent une grande diversité de soies, y compris des soies capillaires et génitales, mais en diffèrent fondamentalement par la présence d'aiguilles dans les faisceaux dorsaux, bifides ou à pointe simple, plus fines, délicates et petites que les soies ventrales. Ces dernières sont bifides, parfois à pointe simple, et sont parfois différentes en taille et en épaisseur dans la région antérieure du corps. Les soies dorsales commencent généralement en II-VI. Les aiguilles sont absentes chez *Amphichaeta* et *Uncinails* (genres non signalés au Maghreb).

Les Naididae *sensu stricto* ont un mode de reproduction essentiellement asexué, par paratomie (fission qui inclut la régénération d'un nombre fixe de segments antérieurs chez les individus secondaires). Ils peuvent alors former des chaînes de plusieurs individus. A certains moments pendant la saison, ou au cours de leur développement, ils peuvent devenir sexués avec les organes reproducteurs développés en une position plus antérieure que chez les tubificides (IV-V jusqu'à VII-VIII). Cependant, les formes sexuées sont rares.

5.6.2. Biologie

Fondamentalement, les Naididae *sensu stricto* sont dulçaquicoles mais ils peuvent être également présent dans le milieu marin côtier et dans les eaux saumâtres (*Paranais*). Ce sont des animaux très actifs, souvent nageurs, qui vivent parmi les végétaux (épiphytes) ou à la surface du sédiment (épibenthos). Ils sont généralement herbivores mais certaines espèces (genre *Chaetogaster*) sont prédatrices de micro-invertébrés. Ils sont habituellement communs dans les eaux calmes, tels que les canaux, mares, ou autre zone protégée des cours d'eau, étangs et lacs.

5.6.3. Diversité

Les Naididae *sensu stricto* forment un vaste groupe d'environ 230 espèces et 26 genres (Naidinae : 186 espèces, 25 genres ; Pristininae : 40 espèces, 1 genre). Avec les Rhyacodrilinae, la sous-famille des Naidinae est la seule à avoir une distribution réellement cosmopolite, étant présente dans toutes les zones biogéographiques, y compris l'Antarctique (îles Kerguelen). Dans la seule région paléarctique, pas moins de 120 espèces sont présentes, représentatives de 22 genres. Proportionnellement à leur diversité spécifique, les Naididae *sensu stricto* sont sous-représentés dans les eaux souterraines, probablement en raison de leur mode de vie essentiellement épiphyte. Une soixantaine d'espèces a été signalée dans ce milieu mais la plupart sont considérées comme stygoxènes et crénoxènes. Six espèces sont d'authentiques stygobiontes, dont 5 appartiennent au genre *Pristina*, lequel est souvent associé aux écoulements hyporhéiques, et une au genre *Dero*. Il n'est donc pas étonnant que *Pristina* soit diversifié au

Maghreb (7 espèces), dans une région où le régime hydrologique très irrégulier des cours d'eau favorise les sous-écoulements au détriment des eaux de surface. Au Maghreb, les Naididae *sensu stricto* sont représentés par 25 espèces et 7 genres.

5.6.4. Références

Sperber (1948) : une révision en profondeur de la famille, déjà ancienne mais qui fait toujours autorité, en l'absence de révision plus récente. Les techniques d'étude sont détaillées, ainsi que les aspects anatomiques et systématiques. La plupart des clés récentes traitant des Naididae *sensu stricto* sont encore basées sur cet ouvrage et celui de Sperber (1950).

Sperber (1950) : une clé d'identification des espèces européennes, construite à partir de l'ouvrage de 1948.

Bien qu'il existe d'autres clés plus récentes, traitant des Naididae *sensu stricto*, elles continuent de s'inspirer largement des travaux de Sperber (1948 et 1950). Par contre, elles ont l'avantage de tenir compte des espèces décrites depuis lors. Parmi celles-ci, le lecteur pourra utilement consulter :

Kathman & Brinkhurst (1998) : clé d'identification et descriptions succinctes des espèces d'Amérique du Nord.

Timm (2009) : clé d'identification et descriptions succinctes des espèces d'Europe centrale et septentrionale.

5.7. Naididae tubificides

Les tubificides regroupent 6 sous-familles : Limnodriloidinae, Phalodrilinae, Rhyacodrilinae, Rhyacodriloidinae, Telmatodrilinae, et Tubificinae. Anciennement regroupés dans la famille des Tubificidae (à l'exception des Rhyacodriloidinae, de création récente), ils représentent un assemblage paraphylétique de sous-familles, désigné ici par le terme vernaculaire « tubificides » pour respecter les principes de la classification phylogénétique. Si certaines sous-familles sont bien définies, d'autres le sont moins. Ainsi, il apparaît clairement que les Rhyacodrilinae, habituellement définis par, entre autres, des cœlomocytes abondants, la présence de prostates diffuses et l'absence de spermatozeugmata, forment, en réalité, un assemblage paraphylétique, en attente d'une révision (Martin *et al.*, 2010).

5.7.1. Morphologie

Les tubificides sont des vers habituellement plus grands que les Naidinae et Pristininae, de taille moyenne, généralement comprise entre 4 et 20 mm, mais certaines espèces filiformes peuvent atteindre des tailles exceptionnelles, proches de 20 cm (*Lophochaeta ignota*). Ils sont, en général, colorés en raison de leur sang, le plus souvent rouge, riche en erythrocrurine, qui transparaît à travers le tégument incolore. Pratiquement tous les tubificides ont des soies bifides, parfois accompagnées, ou remplacées, de soies à pointe simple, et une grande

diversité de soies dorsales, bifides, pectinées, palmées, avec ailettes latérales, etc., accompagnées ou non de soies capillaires. Des soies génitales modifiées sont également présentes chez plusieurs espèces, que ce soit au niveau de, soit les pores spermathécaux, soit les pores mâles, soit les deux. La reproduction est typiquement sexuée. De rares cas de reproduction asexuée ont été signalés (*Bothrioneurum vej dovskyanum*, *Branchiura sowerbyi*, *Potamothrix bavaricus* ; Brinkhurst & Jamieson, 1971 ; Timm, 2009) mais, dans ce cas, il s'agit de reproduction par architomie (fission) et non par paratomie (avec formation de chaînes d'individus) comme chez les Naidinae *sensu stricto*. Les tubificides sont typiquement tétragonadaux, avec une paire de testicules en X et une paire d'ovaire en XI. Une paire de spermathèques est normalement associée au segment testiculaire, avec les pores spermathécaux en X. Les gonoductes mâles sont accompagnées de structures glandulaires et musculaires qui ont tendance à être élaborées, et qui sont utilisées pour les identifications aux niveaux taxonomiques inférieurs (genres, sous-familles). Les pores mâles et femelles sont respectivement en XI et XII.

5.7.2. Biologie

Au contraire des Naididae *sensu stricto*, les tubificides sont des vers fousseurs qui vivent dans le sédiment fin ou dans le milieu interstitiel (grains de sable). Pris dans son ensemble, ce groupe présente une plus grande tolérance aux températures élevées que les Lumbriculidae, ainsi qu'une résistance élevée au manque d'oxygène (conditions hypoxiques et anoxiques). Plusieurs espèces de ce groupe sont eurythermes. Plus de la moitié des espèces sont typiquement marines mais, parmi les espèces dulçaquicoles, plusieurs tolèrent les milieux saumâtres. Cette capacité à résister à des températures élevées, de faibles concentrations en oxygène et des salinités élevées explique pourquoi certaines espèces, notamment *Tubifex tubifex* et *Limnodrilus hoffmeisteri*, sont particulièrement résistantes à la pollution organique. Cependant, la majorité des espèces vivent dans des habitats spécifiques et ne peuvent être réduites à ces formes polluo-résistantes.

5.7.3. Diversité

Les tubificides forment un groupe aquatique le plus diversifié en espèces. Ils comptent environ 800 espèces dont un peu plus de la moitié sont marines. Environ 350 espèces, représentatives de 62 genres, sont dulçaquicoles. Parmi celles-ci, une centaine sont présentes dans les eaux souterraines, dont 42 sont stygobiontes. Au sein de celles-ci, le genre *Rhyacodrilus* est un peu l'équivalent de *Trichodrilus*, au sein des Lumbriculidae, avec près de la moitié de ses espèces typiquement stygobiontes.

Au Maghreb, le groupe est représenté par 22 espèces et 11 genres. Il est intéressant de constater que, dans cette région, les genres les plus diversifiés abritent des espèces particulièrement tolérantes aux conditions adverses habituellement associées aux eaux de surface. Ces espèces font face au manque chronique d'oxygène par la possession d'un sang riche en erythrocrurine

(*Limnodrilus* spp., *Tubifex* spp.) ou d'organes respiratoires particuliers (longues branchies – *Branchiura sowerbyi*, extrémité postérieure du corps transformée en tube respiratoire – *Aulodrilus* spp.). En général, ces espèces, ainsi que *Epirodriulus* spp., tolèrent également des salinités élevées.

Dans cet ouvrage, la présence de Phallodrilinae est mentionnée pour la première fois. Cette famille, essentiellement marine, contient également plusieurs espèces dulçaquicoles, rencontrées exclusivement dans les eaux souterraines. Une seule espèce, *Aktedrilus yacoubii* sp. n., est actuellement signalée au Maghreb (exsurgence près de Meknès, Maroc) mais de nouvelles espèces restent à décrire et il est probable qu'un inventaire plus exhaustif des eaux souterraines fournira son lot de surprises.

5.7.4. Références

En général, ce groupe est beaucoup mieux connu que les autres familles, grâce, notamment, aux ouvrages de synthèse de Brinkhurst.

Brinkhurst & Jamieson (1971) : reste le point de départ incontournable pour aborder les « tubificides ».

Kathman & Brinkhurst (1998) : clé d'identification, avec notes écologiques, des espèces d'Amérique du Nord. Convient pour de nombreuses espèces du Maghreb.

Timm (2009) : clé d'identification et descriptions succinctes des espèces d'Europe centrale et septentrionale, mais certaines espèces maghrébines sont absentes de cet ouvrage.

5.8. Phreodrilidae

5.8.1. Morphologie

Les Phreodrilidae ont une apparence semblable aux tubificides, avec une gamme de tailles comparables et une diversité de soies semblables (soies à pointe simple, soies bifides, soies capillaires, soies spermathécales modifiées). Au niveau sétal, ils en diffèrent fondamentalement par la présence de soies dorsales, dites « de support », qui enserrant latéralement les soies capillaires lorsque ces dernières sont présentes, ainsi que par les soies dorsales absentes en II et habituellement présentes à partir de III. Les testicules et les ovaires sont situés respectivement en XI et XII, soit un segment plus loin que chez les tubificides, avec les pores mâles en XII et les pores femelles dans le sillon intersegmental 12/13 ou antérieurement en XIII. Les pores spermathécaux sont situés en XIII. Le revêtement épithélial interne des atriums est épaissi et glandulaire. Il assure probablement la fonction des prostates qui sont absentes dans cette famille.

5.8.2. Biologie

Les espèces sont aquatiques et la plupart vivent dans les sédiments dulçaquicoles, bien que certaines vivent en commensal sur les écrevisses. Une dizaine d'espèces

sont présentes dans les eaux souterraines, en particulier dans l'environnement hyporhéique, un milieu refuge dans les régions où les eaux de surface sont inhospitalières en raison de températures élevées, ce qui est, notamment, le cas au Maghreb. La famille semble particulièrement tolérante à la salinité des eaux et certaines espèces sont présentes en milieu intertidal ou d'estuaire.

5.8.3. Diversité

Les Phreodrilidae forment une famille de 10 genres et d'une cinquantaine d'espèces, pour beaucoup endémiques, et réparties essentiellement dans l'hémisphère sud (régions néotropicale, afrotropicale, orientale, australasienne et antarctique). Interprétée dans le cadre de la théorie de la dérive des continents, cette répartition actuelle témoigne d'une ancienne distribution gondwanienne (Martin *et al.*, 2008). Si trois espèces de Phreodrilidae ont été signalées dans la région paléarctique, aucune ne peut véritablement être considérée comme représentative de cette zone. Au Maroc, *Astacopsidrilus naceri* Giani & Martin, 1995 est présent dans une région de transition entre la région paléarctique et la région afrotropicale. Récemment, *Astacopsidrilus ryuteki* Martin & Ohtaka, 2008 a été décrit en provenance du lac Biwa (Japon) mais, basé sur un seul spécimen, il s'agit très probablement d'une introduction accidentelle, tout comme le spécimen non identifiable de Phreodrilidae signalé dans un cours d'eau irlandais (Gunn *et al.*, 2003).

5.8.4. Références

Pinder & Brinkhurst (1997) : une révision des Phreodrilidae d'Australie qui, outre les descriptions d'espèces, fournit de nombreuses informations sur la famille (diagnose, diversité, distribution, écologie, biologie et anatomie).

6. Liste des espèces d'oligochètes dulçaquicoles du Maghreb

La classification adoptée dans cette liste d'espèces tente de refléter, dans l'état des connaissances actuelles, la classification phylogénétique des oligochètes. Elle est basée sur la proposition la plus récente de Jamieson & Ferraguti (2006), qui intègre les données moléculaires dans la classification de Jamieson (1988), amendée d'après Martínez-Ansemil *et al.* (2012) qui ont confirmé la position des Haplotaxidae parmi les Diplotesticulata, en conformité avec Jamieson (1988). Cette classification suit la tendance actuelle des systématiciens, qui est de ne plus obéir aux impératifs d'une organisation hiérarchique des taxons en rangs taxonomiques, tout en respectant le principe de clades monophylétiques.

Annelida
Clitellata
Neoclitellata
Tubificata

Famille Naididae

Sous-famille Naidinae

Chaetogaster diastrophus (Gruithuisen, 1828)
Dero digitata (Müller, 1774)
Dero furcata (Müller, 1773)
Dero nivea Aiyer, 1929
Dero obtusa Udekem, 1855
Dero raviensis (Stephenson, 1914)
Nais barbata Müller, 1774
Nais bretscheri Michaelsen, 1899
Nais christinae Kasprzak, 1973
Nais communis Piguët, 1906
Nais elinguis Müller, 1774
Nais pardalis Piguët, 1906
Nais stolci Hrabě, 1981
Nais variabilis Piguët, 1906
Ophidonais serpentina (Müller, 1774)
Paranais birsteini var. *maghrebensis* Sokolskaya, 1971
Paranais frici Hrabě, 1941
Paranais litoralis (Müller, 1784)
Slavina appendiculata (Udekem, 1855)

Sous-famille Phallodrilinae

Aktedrilus yacoubii n. sp.

Sous-famille Pristininae

Pristina aequiseta Bourne, 1891
Pristina jenkinsae (Stephenson, 1932)
Pristina longiseta Ehrenberg, 1828
Pristina menoni (Aiyer, 1929)
Pristina rosea (Piguët, 1906)
Pristina sima Marcus, 1944

Sous-famille Rhyacodrilinae

Bothrioneurum vej dovskyanum Štolc, 1886
Branchiura sowerbyi Beddard, 1892
Epirodrius michaelseni Hrabě, 1930
Epirodrius moubayedi Giani & Martínez-Ansemil, 1983
Epirodrius slovenicus Karaman, 1976
Rhyacodrilus falciformis Bretscher, 1901

Sous-famille Tubificinae

Aulodrilus limnobius Bretscher, 1899
Aulodrilus pigueti Kowalewski, 1914
Aulodrilus pluriseta (Piguët, 1906)
Limnodrilus claparedeianus Ratzel, 1868
Limnodrilus hoffmeisteri Claparède, 1862

Limnodrilus profundicola (Verrill, 1871)
Limnodrilus udekemianus Claparède, 1862
Lophochaeta ignota Štolc, 1886
Potamothrix bavaricus (Oschmann, 1913)
Potamothrix hammoniensis (Michaelsen, 1901)
Psammoryctides barbatus (Grube, 1861)
Tubifex blanchardi Vejdovský, 1891
Tubifex tubifex f. *bergi* Hrabě, 1935
Tubifex tubifex f. *grandiseta* Rodríguez (1984)
Tubifex tubifex f. *tubifex* (Müller, 1774)

Famille Phreodrilidae

Astacopsidrilus naceri Giani & Martin, 1995

Lumbriculata

Famille Lumbriculidae

Lumbriculus variegatus (Müller, 1774)
Trichodrilus allobrogum Claparède, 1862
Trichodrilus claparedei Hrabě, 1937
Trichodrilus macroporphorus Hrabě, 1954

Clade non nommé

Famille Enchytraeidae

Achaeta sp. Vejdovský, 1878
Buchholzia africana Černosvitov, 1933
Buchholzia cf. *africana* Baroudi, 1987
Buchholzia appendiculata (Buchholz, 1863)
Buchholzia fallax Michaelsen, 1887
Cernosvitoviella immota (Knöllner, 1935)
Cognettia sp. Nielsen & Christensen, 1959
Enchytraeus albidus Henle, 1837
Enchytraeus buchholzi Vejdovský, 1879
Fridericia sp. Michaelsen, 1889
Henlea sp. Michaelsen, 1889
Lumbricillus rivalis (Levinsen, 1884)
Marionina argentea (Michaelsen, 1889)
Marionina riparia Bretscher, 1899 augm. Cern.
Mesenchytraeus armatus (Levinsen, 1884)

Diptotesticulata

Famille Haplotaxidae

Haplotaxis gordioides (Hartmann, 1821)

Metagynophora

Opisthopora

Crassiclitellata

Almoidea

Famille Almidae

Criodrilus lacuum Hoffmeister, 1845

Lumbricoidea

Famille Lumbricidae

Eiseniella tetraedra (Savigny, 1826)

7. Récolte, conservation, dissection et montage

7.1. Récolte

7.1.1. Eaux de surface

En principe, tous les substrats aquatiques contiennent des oligochètes (vase, sable, gravier, galets, végétation) et plusieurs appareils de prélèvement peuvent être utilisés (filet Surber, carottiers, bennes, etc.). Pour un aperçu plus détaillé des méthodes d'échantillonnage adaptées aux eaux de surface, le lecteur consultera utilement le volume de cette série « *Abc Taxa* » spécialement consacré à cet aspect (Eymann *et al.*, 2010).

7.1.2. Eaux souterraines

Au Maghreb, les eaux souterraines constituent une fraction importante du milieu aquatique. Elles sont essentiellement accessibles au niveau des sources, puits, piézomètres, ainsi que dans le sous-écoulement des cours d'eau (milieu hyporhéique), et nécessitent des techniques d'échantillonnage particulières. Celles-ci sont également abordées dans Eymann *et al.* (2010) mais l'ouvrage de Malard *et al.* (2002) donne une description détaillée de toutes les techniques d'échantillonnage de ce milieu. Trois méthodes ont été particulièrement utilisées au Maghreb, en particulier par les chercheurs de la Faculté des Sciences Semlalia (Université de Marrakech, Maroc), et méritent qu'on s'y attarde.

En pratique, le sous-écoulement des cours d'eau est échantillonné au moyen de la méthode de Karaman-Chappuis et de la pompe Bou-Rouch (Bou & Rouch, 1967 ; Bou, 1974) (Fig. 8). La méthode de Karaman-Chappuis (Fig. 8C,D) est facile à mettre en œuvre et nécessite peu de matériel (un seau, une petite pelle et un filet). Un trou est creusé dans le sédiment près du cours superficiel (sur la berge ou sur une barre émergée). L'eau interstitielle s'écoule dans le trou jusqu'à atteindre l'équilibre avec le niveau de surface de la nappe d'eau. Le flux interstitiel est maintenu dans le trou en prélevant l'eau au moyen d'un petit seau. L'eau récoltée est ensuite filtrée au travers d'un filet à mailles fines (100 – 150 µm) pour recueillir les invertébrés qui ont été délogés par le courant. Un filet à mailles plus larges (250 µm) permet un lavage plus rapide de l'échantillon mais il laissera échapper les oligochètes de petite taille, tels que les Phallo-drilinae.

La pompe Bou-Rouch (Fig. 8A) demande plus d'investissement pour sa mise en œuvre mais permet de prendre des échantillons semi-quantitatifs aussi bien dans le lit d'un cours d'eau que sur ses parties émergées. L'échantillon récolté contient un mélange d'eau, de sédiments de différentes granulométries, de matière organique et d'animaux. Sur le terrain, il est souvent commode de séparer les animaux et la matière organique des sédiments par élutriation. Le mélange de sédiment obtenu par pompage est versé dans un seau de 10 litres qui est remué avec des mouvements circulaires pour mettre le liquide en mouvement. Les particules sédimentaires lourdes restent au fond, tandis que la méiofaune reste en suspension. L'eau en mouvement est versée dans un filet à maille fine (100 – 150 µm) et l'opération est répétée au moins 4 fois.

Les puits sont échantillonnés au moyen du filet phréatobiologique, développé par Cvetkov (1968). Il s'agit d'un cône en toile et nylon fin monté sur un cercle métallique lesté, de 40 cm de diamètre (Fig. 8B). A la base de ce cône est attachée une valve (aluminium et clapet en caoutchouc) qui permet, lors de la remontée du filet, l'entrée de la faune nageuse et de la faune benthique mise en suspension, et qui empêche sa fuite lorsque le filet redescend. Pour récolter les oligochètes, qui vivent généralement au fond de puits, il faut laisser le filet descendre jusqu'au fond de puits et mettre le sédiment en suspension en remontant rapidement le filet sur une courte distance. L'expérience a montré que dix coups de filet sont généralement suffisants, pour obtenir un échantillon représentatif et semi-quantitatif du peuplement d'un puits. Cette technique est relativement moins efficace pour la récolte des oligochètes que pour les organismes nageants mais, en général, l'utilisation d'une benne ne fonctionne pas, en raison de l'épaisseur réduite de sédiment accumulée au fond du puits.



Fig. 8. A-D. Aperçu des moyens d'échantillonnage des eaux souterraines. **A.** Pompe Bou-Rouch. **B.** Filet Cvetkov (puits). **C-D.** Méthode de Karaman-Chappuis.

7.2. Fixation sur le terrain

Une fois l'échantillon prélevé, il est fixé sur le terrain au moyen d'une solution de formol à 10 % (pour rappel, le formol est une concentration à 40 % de formaldéhyde dilué dans l'eau ; la solution de formol proposée ici correspond à une solution de formaldéhyde à 4 %). Le volume de formol nécessaire pour bien fixer l'échantillon dépend de la dilution par l'échantillon lui-même (contenu en eau, sédiment) ; la concentration finale doit être au moins de 6 %. Des solutions plus élevées rendent les animaux cassants. Le formol est une solution acide qu'il est utile de neutraliser, en particulier pour les autres animaux à structures calcaires (ostracodes) contenus dans l'échantillon. Pour une solution de formol à 10 %, il faut dissoudre, dans 1 litre, 100 g de poudre de paraformaldéhyde (HCOH) en poudre avec 20 g de carbonate de sodium (Na_2CO_3) (Samyn *et al.*, 2006). Les échantillons destinés à une étude de l'ADN des spécimens doivent être préservés dans de l'alcool absolu (éthanol) et impérativement éviter le contact avec le formol. Il peut être utile de nettoyer au maximum l'échantillon avant la fixation, afin de réduire son volume et d'éviter le gaspillage d'alcool coûteux. Ces échantillons seront ensuite placés dans une glacière pour rester au frais.

Dans tous les cas, il est essentiel de bien homogénéiser le contenu du flacon. Les oligochètes sont des animaux fragiles qui se décomposent rapidement. Une mauvaise homogénéisation entraîne la décomposition rapide des exemplaires restés au fond du flacon.

7.3. Etiquetage des échantillons

Une fois qu'un échantillon a été prélevé et fixé au formol, ou préservé dans l'alcool absolu, il doit être étiqueté. *Il est impératif que chaque échantillon reçoive un identifiant unique.* L'expérience montre que, sans une discipline rigoureuse d'étiquetage par identifiant unique, apparaissent tôt ou tard des doublons parmi lesquels il devient difficile de mettre de l'ordre. Une manière simple de procéder (parmi d'autres) est d'utiliser une combinaison chiffrée où les deux premiers chiffres correspondent à l'année et les chiffres suivants au numéro de l'échantillon pris dans l'année en question. Dans l'exemple suivant « 11.027 » correspond à l'échantillon 27 pris en 2011. Si l'échantillonnage fait partie d'un projet particulier, il peut être commode d'y ajouter une combinaison de trois lettres qui rappelle le projet en question. Par exemple, 11.GTI.027 correspond à l'échantillon 27 prélevé en 2011 dans le cadre d'un projet « Global Taxonomy Initiative – GTI ».

L'identifiant est noté au crayon sur une étiquette qui sera déposée à l'intérieur du flacon, avec l'échantillon (éviter les feutres et stylo à bille !). Il peut être utile de noter également sur l'étiquette la date de prélèvement et un acronyme correspondant à la technique d'échantillonnage utilisée (PBR = pompe Bou-Rouch), en cas d'erreur éventuelle d'étiquetage. L'identifiant unique peut éventuellement être reporté sur le flacon, au moyen d'un feutre mais *il faut impérativement éviter de noter l'identifiant uniquement sur le couvercle.* En cas d'échange de couvercles entre deux échantillons, l'information est faussée ! De plus en plus, les échantillons sont préservés dans l'alcool absolu (à des fins d'étude de l'ADN). Dans ce cas,

l'utilisation de stylo à bille et de feutres est déconseillée car d'éventuelles pertes d'alcool feront rapidement disparaître les annotations.

Dans un carnet de terrain sera repris l'identifiant de l'échantillon, auquel sera rattaché le maximum d'information sur les caractéristiques de la station où il a été prélevé : localité, coordonnées (WGS84), méthode d'échantillonnage (abréviation), type de station (puits, source, etc.), caractéristiques de la station (profondeur du puits, profondeur de l'endroit du prélèvement, végétation environnante, etc.), paramètres physico-chimiques.

7.4. Conservation au laboratoire

Au laboratoire, les échantillons fixés au formol sont lavés et tamisés. Ils sont ensuite transférés dans de l'éthanol dénaturé à 70 % pour le stockage. Si cela n'a pas été fait sur le terrain, l'étiquetage peut être complété par l'ajout d'informations (récolteur, coordonnées, profondeur). Des étiquettes pré-imprimées peuvent s'avérer utiles. L'alcool des échantillons destinés aux analyses moléculaires sera renouvelé et les flacons seront conservés dans un surgélateur, à – 20 °C.

La manipulation des vers se fait sous loupe binoculaire, au moyen de pinces fines souples (éviter les pinces brucelles, trop rigides), ou, pour les petits animaux, avec une aiguille fine, fixée dans un porte-aiguille à mandrin, dont l'extrémité a été recourbée en anneau (Fig. 9). L'aiguille fine peut aussi être simplement enchâssée dans une brindille écorcée d'un arbuste comme le troène commun (*Ligustrum vulgare* Linnaeus, 1753). D'autres, encore, utilisent un porte-mine dont l'extrémité a été enfoncée, au préalable, dans une gomme, à la manière d'un emporte-pièce. L'aiguille est alors enchâssée dans le morceau de gomme prisonnier de l'extrémité du porte-mine.



Fig. 9. Vue d'ensemble du matériel nécessaire aux préparations d'oligochètes. En avant-plan, de la gauche vers la droite : lames placées dans de l'alcool dénaturé légèrement acide, milieux de montage (baume de Canada, glycérine, polyvinyl lactophénol), lamelles couvre-objet de deux tailles différentes, loupe binoculaire, ensemble de salières disposées pour le montage avec la méthode du paracarmin, pinces diverses (pince fine et brucelles), aiguilles fines et micro-scalpels (Photo : Th. Hubin).

7.5. Montage

Hormis les mégadriles, pour lesquels un examen à la loupe binoculaire est suffisant, l'identification des oligochètes se fait au microscope et nécessite le montage des spécimens entre lame et lamelle. Un premier examen des vers peut se faire en les plaçant dans une goutte de glycérine qui permet l'observation des structures externes (soies, localisation des pores génitaux et spermathécaux) et, éventuellement, de quelques structures internes (gaines péniennes, cœlomocytes, spermatozeugmata, etc.), en raison d'un léger pouvoir éclaircissant de la glycérine. En théorie, par le parti pris de n'utiliser que des caractères d'identification simples, tous les oligochètes décrits dans ce guide doivent pouvoir être identifiés dans ce milieu (à l'exception des Enchytraeidae qui nécessitent des techniques particulières). Après examen, les vers sont replacés dans l'alcool pour conservation. Les oligochètes destinés aux analyses moléculaires peuvent également être observés de cette façon, sans que cela altère le potentiel d'amplification et de séquençage de l'ADN.

Pour une étude plus détaillée des spécimens et une mise en collection, il est nécessaire de monter les vers dans un milieu de montage approprié. Plusieurs milieux ont été proposés et discutés (voir, en particulier, Lafont, 1983 ; Policard *et al.*, 1957). Il existe de nombreux milieux miscibles à l'eau, qui évite les étapes fastidieuses de déshydratation et permettent une conservation à moyen terme (sirop de lévulose, lactophénol d'Amann, polyvinyl lactophénol). Leur principal avantage est qu'ils permettent un traitement rapide et un excellent éclaircissement des spécimens. Les structures chitineuses (soies, gaines péniennes) sont bien visibles. Malheureusement, les structures internes sont détruites. En outre, la conservation n'est garantie qu'à moyen terme, via un lutage des préparations (vernis à ongle, p. ex.) et leur conservation à plat. Tôt ou tard, le lut devient perméable à l'air, la préparation finit par sécher et le ver est perdu. Néanmoins, ces milieux peuvent être intéressants quand il s'agit de bien voir une structure chitineuse pour des spécimens disponibles en grande quantité. Parmi ces milieux, le lactophénol polyvinylique, bien connu des entomologistes (Jones, 1946), est peut-être le plus approprié car la polymérisation du vinyle permet d'obtenir une préparation semi-rigide dans lequel le ver est immobilisé. Lutée, la préparation peut alors être conservée en position verticale, dans des boîtes appropriées.

Solutions utilisées pour le montage

Alcool acide

Ajouter 2,0 ml d'acide acétique glacial dans 98,0 ml d'éthanol 70 %.

Hématoxyline acétique d'Ehrlich

Dissoudre 2 g d'hématoxyline dans 100 ml d'alcool à 96 %. Ajouter 100 ml d'eau distillée, 100 ml de glycérine pure, 3 g d'alun de potasse ($KAl(SO_4)_2$) et 10 ml d'acide acétique. Le mélange rouge clair devient foncé en vieillissant. Après coloration des spécimens, différentier dans l'eau distillée (élimination de l'acide et virage en bleu foncé).

Lactophénol d'Amann

60,0 g de phénol, 50,0 ml d'acide lactique, 100,0 ml de glycérol

Lactophénol polyvinylique

6,3 mg d'alcool polyvinylique, 18,0 ml d'alcool absolu (96 %), 35,0 ml d'eau distillée, 45,0 ml de lactophénol.

Paracarmin de Mayer

Dissoudre à chaud 1 g de carmin acide, 0,5 g de chlorure d'aluminium ($AlCl_3$) et 4 g de chlorure de calcium ($CaCl_2$) dans 100,0 ml d'éthanol 70 % ; laisser refroidir et reposer ; filtrer. La solution peut se conserver plusieurs années. Il peut être nécessaire de la filtrer à nouveau, après un certain temps.

Pour les spécimens qui doivent faire l'objet d'une description (p. ex. une nouvelle espèce), et pour une conservation sur le long terme, il est indispensable de faire un montage au Baume de Canada, après coloration et déshydratation. Une procédure couramment employée dans le milieu des spécialistes est la méthode au paracarmin. D'autres colorants, synthétiques, peuvent être utilisés, en particulier l'hématoxyline acétique d'Ehrlich.

Méthode de coloration au paracarmin de Mayer

Coloration

Placer le spécimen dans l'éthanol 70 % après fixation (formol, Bouin, etc.) ; mettre le spécimen dans la solution de paracarmin (1 – 2 minutes ; plus si le spécimen est épais) ; différentier dans l'alcool acide (quelques secondes à plusieurs minutes – surveiller la décoloration) ; rincer dans un bain d'alcool 80 % (la concentration plus élevée d'alcool permet une meilleure élimination de l'alcool acide).

Déshydratation et montage

Déshydrater le spécimen dans une série de bains successifs : 1^{er} bain d'éthanol absolu (96 %) ; 2^{ème} bain d'alcool absolu ; 3^{ème} bain : mélange éthanol absolu – xylène (= xylol) (50 :50) ; 4^{ème} bain : xylène. La durée d'immersion dans chaque bain peut être très courte, en particulier pour les fragments de petits spécimens où l'équilibre avec le milieu ambiant est presque instantané. Les plus gros spécimens restent plusieurs minutes dans chaque bain. Monter au baume de Canada

Mettre à sécher 2 – 3 jours (étuve à 50 °C, ou chauffe-lames à 37 °C).

Selon la taille, plusieurs spécimens peuvent être montés sur une lame (Fig. 10). Il peut être utile de les aligner toujours dans le même sens (p. ex. la tête à gauche) pour faciliter les comparaisons entre spécimens. Le montage des petits spécimens se fait *in toto* mais il est préférable, lorsque la taille du ver le permet, de faire une dissection qui mettra bien en évidence les structures internes au niveau des segments génitaux. Il faut utiliser, de préférence, des lames porte-objet de 76 X 26 mm, aux bords rodés, à coins biseautés et à plage dépolie. Les coins biseautés permettent d'éviter des cassures sur le coin de la lame, lors de la fermeture du porte-objet sur la platine du microscope. La plage dépolie est utile pour noter les premières informations relatives à la préparation, précédant l'étiquetage définitif (identifiant unique de la préparation, nom de l'espèce, etc.).

Si disponibles, il faut préférer des lamelles couvre-objet rondes, de 15 à 18 mm de diamètre, aux lamelles carrées (18 mm de côté). Elles permettent une meilleure répartition du milieu de montage lorsque la lamelle est déposée sur la préparation.

Une goutte du milieu de montage est disposée au centre de la lame porte-objet. La quantité déposée dépend de l'épaisseur du spécimen préparé. Après avoir disposé

le(s) spécimen(s), la lamelle est déposée au moyen de pinces brucelles sur le côté de la préparation, dans une position inclinée, et est ensuite relâchée. Cette manière d'opérer permet d'éviter la formation de bulles. La lamelle est ensuite tapotée en son centre avec les pinces brucelles, afin d'écraser légèrement le ver, ce qui permettra d'amincir la préparation finale et de mieux voir les structures internes. Trop de milieu sur la préparation déborde de, et sur, la lamelle qui devra être nettoyée avant observation au microscope, pour éviter de salir les objectifs. Si trop peu de milieu a été déposé, il y a un risque de formation de bulles dans la préparation. Celles-ci peuvent être plus ou moins chassées en exerçant une pression sur la lamelle au moyen des brucelles, dans la partie opposée où la bulle doit être chassée. Le milieu manquant est ensuite ajouté à la préparation au moyen d'une tige de verre amincie à son extrémité. Déposé sur le pourtour de la lamelle, il pénètre par simple capillarité.

Trucs de montage : texture du baume de Canada

Le baume de Canada ne doit pas être trop épais sans quoi la goutte étalée sur la lame peut former un voile de séchage en surface, qui rend la manipulation des spécimens très difficile, lors de leur arrangement sur la lame, dans le baume (le baume « file » et colle sur les aiguilles). On peut éviter cela en utilisant un baume suffisamment liquide pour qu'il ne sèche pas trop vite pendant toutes ces manipulations. Si, à cause d'un spécimen récalcitrant, le phénomène se passe, rajouter une petite goutte de toluène sur la préparation, avec la pointe d'une tige en verre effilée, et déposer la lamelle.

Tout le problème vient du degré correct de liquéfaction du baume. Un baume trop épais provoque très vite ce problème. En outre, le baume ne s'étalant pas facilement, la préparation peut rester trop épaisse, en sorte que le spécimen est noyé avec une couche épaisse de baume au-dessus de lui. Dans ce cas, la mise au point, lors de l'examen au microscope, sur les parties du spécimen les plus en profondeur, dans la préparation, risque de ne plus pouvoir se faire, en raison de la distance très réduite entre les objectifs et la préparation, aux grossissements élevés. L'idéal est d'avoir le spécimen en contact avec la lame et la lamelle, de part et d'autre de son corps.

Un baume trop liquide se rétracte partiellement lors du séchage de la préparation et peut créer des vides près du spécimen. Une rétraction partielle du baume sur les bords de la préparation n'est pas un problème en soi dans la mesure où il suffit de compléter le baume manquant en cernant la préparation de baume très liquide. Dans tous les cas, il faut néanmoins s'assurer que la lamelle repose sur toute sa surface sur le baume, sans quoi, les parties en porte-à-faux présentent des risques de cassure lors des manipulations futures de la préparation.

Quel que soit le milieu de montage, les préparations sont ensuite mises à sécher 2 – 3 jours, soit à l'étuve (50 °C) ou sur une sorte de chauffe-lames, spécialement prévu à cet effet, ou encore à température ambiante (prévoir plusieurs jours, dans ce cas).

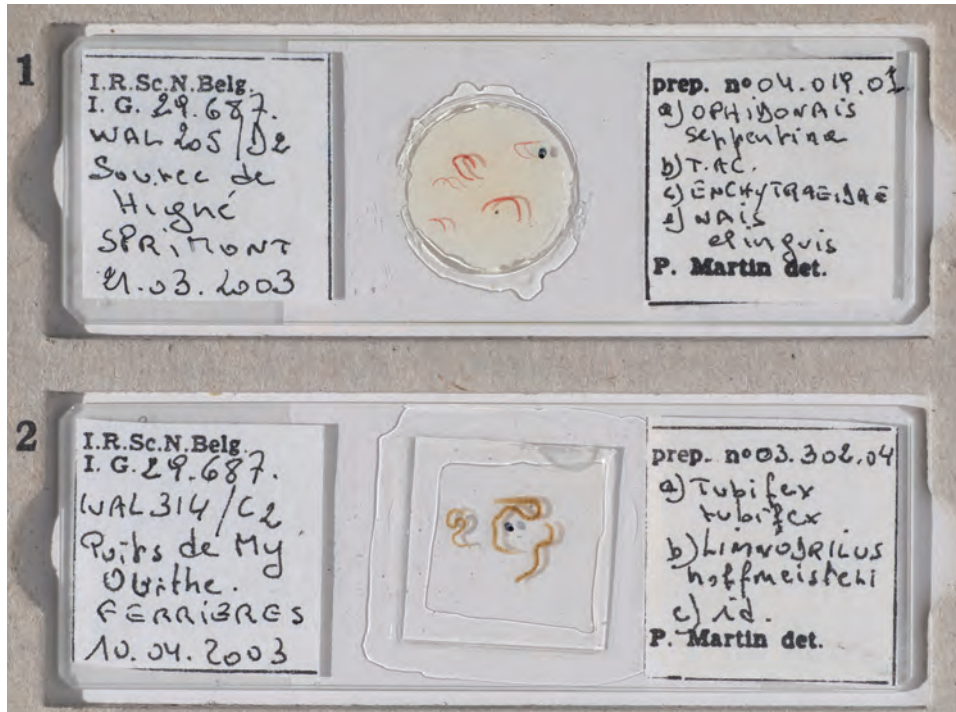


Fig. 10. Etiquetage d'une préparation. 1. Montage au baume de Canada (méthode du paracarmin). 2. Montage au polyvinyl lactophénol, avec lutage au vernis (Photo : Th. Hubin).

7.6. Numérotation des lames, étiquetage

Deux étiquettes sont déposées sur chaque lame, de part et d'autre de la préparation (Fig. 10). L'idéal est de disposer de papier enduit de gomme arabique sur une face (genre timbre poste) qui sera découpé à dimension. Le collage à la gomme arabique tient très bien sur le long terme, ce qui n'est pas nécessairement le cas avec les colles synthétiques en tube et les étiquettes autocollantes, et il y a risque de perdre les étiquettes après plusieurs années. On voit ici l'avantage des lames à plage rodée : elles permettent de retrouver l'information manquante, notée au crayon, en cas de perte d'étiquette, et aussi de vérifier l'information lorsqu'une erreur d'étiquetage est constatée. De plus, l'étiquette adhère mieux sur la plage rodée. Les informations sont écrites sur les étiquettes à l'encre de chine, au moyen d'une plume à encre ou d'un stylo du genre Rotring. Certains fabriquent leurs étiquettes au moyen d'imprimantes de bureau à toner, mais l'adhésion du toner sur le papier n'est pas garantie sur le long terme, en particulier en cas de manipulations nombreuses de la lame.

L'étiquette de gauche contient les informations relatives à l'échantillon (identifiant de la station, date, méthode d'échantillonnage, etc.). L'étiquette de droite reprend un identifiant unique. Une excellente manière de créer celui-ci est d'utiliser une

combinaison de trois groupes de chiffres, séparés par un point, correspondant à l'année, le nombre du jour dans l'année et le numéro de la préparation dans la journée. Par exemple, 11.098.01 signifie « année : 2011 », « jour : 098 » (= 8 avril 2011), « préparation : 01 ».

L'étiquette de droite est consacrée à l'identification des spécimens. Si plusieurs spécimens sont présents sur la préparation, on peut les distinguer en utilisant une « numérotation » par lettre, en commençant par (a). Par convention, le spécimen (a) correspond au premier ver rencontré lorsqu'un balayage visuel est fait de la préparation, en partant de la gauche, en haut de la lame, pour terminer en bas, à droite (le spécimen (b) est le deuxième ver, etc.) (Fig. 10).

7.7. Dissection

Lorsqu'une dissection s'avère nécessaire, la meilleure façon de procéder est d'utiliser un micro-scalpel, du genre de ceux utilisés en ophtalmologie (couteau pour l'iris – Lawton), en association avec deux fines aiguilles montées chacune sur un porte-aiguille (Fig. 11).

Dans un premier temps, le spécimen est disposé dans une boîte de Pétri remplie d'alcool dénaturé, sous loupe binoculaire. Il est coupé transversalement quelques segments après le clitellum (Fig. 12A-B). La queue est mise de côté pour montage *in toto*. La région antérieure du ver est ensuite disposée sur le dos, le bord découpé du fragment orienté vers l'observateur. Tout en maintenant le fragment par une légère pression au moyen d'une aiguille fine, le ver est découpé selon le plan sagittal, en déposant la base de la lame du micro-scalpel sur le bord postérieur du fragment (Fig. 12C-D). La lame, légèrement arrondie du côté du tranchant, est abaissée de la base vers la pointe et effectue ainsi un mouvement de découpe sur le fragment par simple basculement de la lame. Si l'opération est bien menée, cela permet une découpe nette qu'il est difficile d'obtenir en effectuant des mouvements de cisaillement. La lame est ensuite déplacée vers l'avant du fragment pour terminer la découpe (Fig. 12E-F).

En général, les deux moitiés ainsi séparées ne nécessitent plus de manipulation particulière, avant de procéder au retrait d'une partie du tube digestif (Fig. 12G-H). Cependant, les animaux fixés uniquement à l'alcool se déforment aisément, sans retour à la forme initiale. L'écrasement du fragment, résultant de la pression exercée lors de la découpe, provoque un enroulement du fragment sur lui-même, perpendiculairement au sens de la découpe. Il peut alors être nécessaire d'écarter les lèvres de la découpe par petites touches transversales successives de l'aiguille fine sur le fragment découpé. Pour éviter cet inconvénient, une autre manière de procéder consiste à placer l'animal à disséquer dans une solution de formol pendant la nuit, afin de rigidifier les tissus avant dissection. Le tube digestif est ensuite retiré au niveau des segments génitaux en le soulevant au moyen de l'aiguille la plus fine à disposition, en essayant de ne pas toucher aux organes accolés.

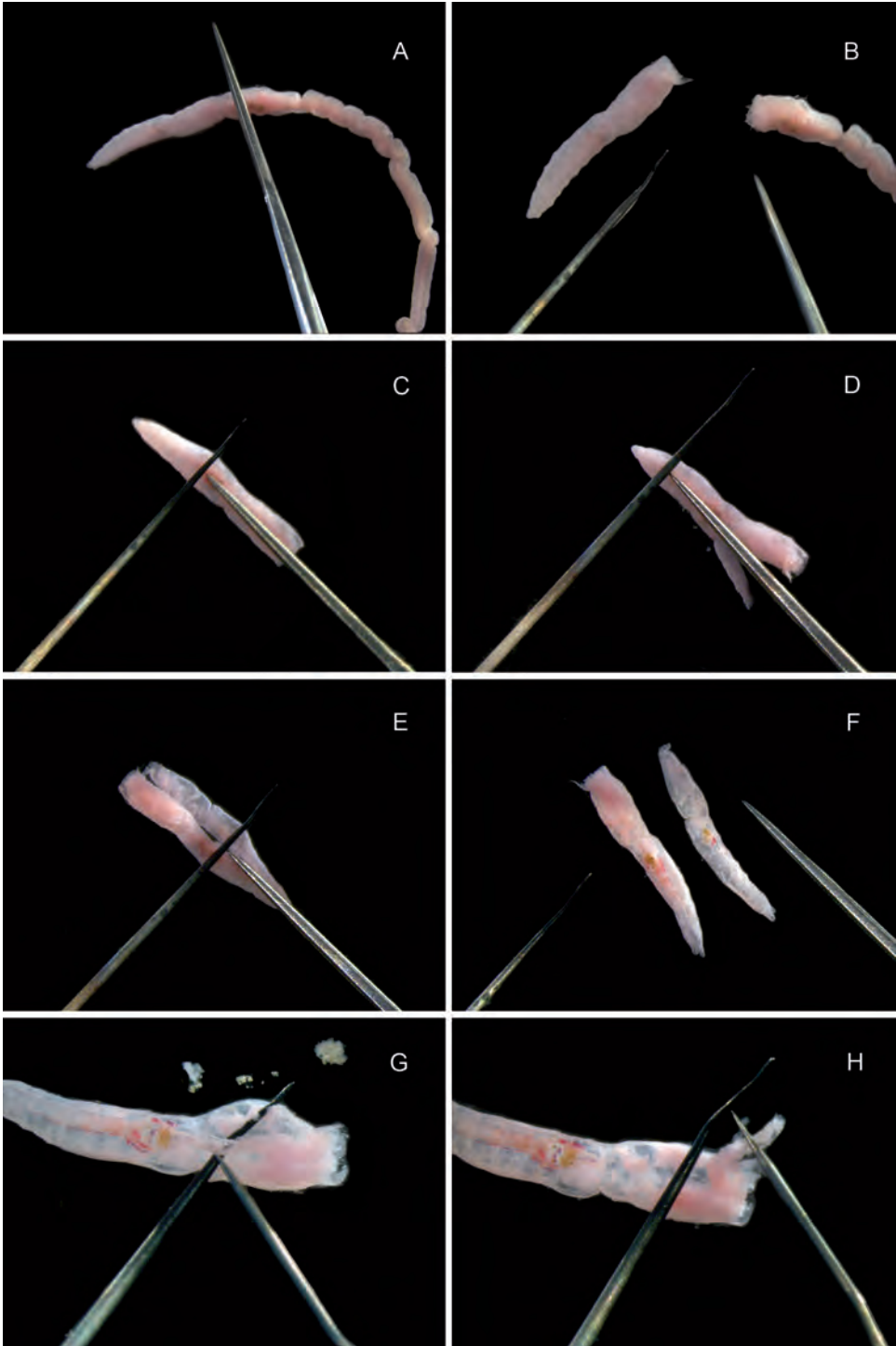
En l'absence d'un micro-scalpel, une autre méthode consiste à déchirer le tégument dorsalement, sur la ligne sagittale, au moyen de deux aiguilles fines (voir Kathman & Brinkhurst, 1998) mais la dissection n'atteindra jamais la qualité obtenue avec la première méthode.

On procède ensuite à la coloration et au montage des deux fragments antérieurs, ainsi que la partie postérieure, par la méthode du paracarmin. Les fragments antérieurs sont montés séparément de la partie postérieure, en raison de leur différence d'épaisseur.



Fig. 11. Outillage utilisé pour disséquer un oligochète : porte-aiguilles à mandrin, aiguille fine, micro-scalpels (couteaux pour l'iris) de deux tailles différentes. Echelle = 1 cm (Photo : Th. Hubin).

Fig. 12 (page opposée). Dissection d'un oligochète microdrile. **A-B.** Séparation de la partie antérieure contenant les segments génitaux. **C-E.** Le ver étant couché sur le dos, découpe dans le plan sagittal. **F.** Séparation des moitiés gauche et droite. **G-H.** Enlèvement du tube digestif au niveau des segments génitaux.



8. Identifier un oligochète en pratique

Idéalement, l'identification des oligochètes se fait au moyen d'un microscope équipé du contraste interférentiel différentiel (DIC). Ce procédé permet de bien mettre en évidence les structures biologiques transparentes, d'indice de réfraction proche de celui du milieu environnant. Il donne des images avec un pseudo relief typique, évoquant l'aspect ombré d'une structure en illumination oblique. Le DIC est pratiquement indispensable lorsqu'il s'agit d'étudier les structures molles internes (organes génitaux) mais il est très utile également pour l'observation des gaines péniennes et des soies de petite taille. En son absence, un microscope normal peut convenir, pour autant qu'il soit parfaitement réglé (centrage du diaphragme). En fermant le diaphragme progressivement, il est possible d'augmenter la profondeur de champ et de mieux appréhender la structure observée dans l'espace, mais cela se fait au détriment de la résolution de l'objectif.

8.1. Etapes à suivre

L'échantillon est examiné à la loupe binoculaire, les spécimens étant placés dans un verre à montre rempli du liquide utilisé pour la conservation (éthanol 70 % ou absolu).

- 1) Orienter le ver : distinguer la partie antérieure de la partie postérieure, la partie dorsale de la partie ventrale. La partie antérieure présente un élargissement des segments et porte, en général, plus de caractères distinctifs que la partie postérieure, plus fine et uniforme. Si présence d'un organe en forme de trompe (proboscis), alors il s'agit du prostomium. La bouche est en position ventrale, surmontée du prostomium. Prostomium et péristomium ne portent pas de soies. Si présence de branchies, il s'agit de l'extrémité postérieure. L'orientation des soies est également un bon indice : les soies pointent généralement vers l'arrière. Observer les soies sur les premiers segments et reconnaître les soies ventrales et dorsales en examinant 2 à 3 faisceaux sur un même segment : à l'exception des soies génitales, des Parvidrilidae et des Capilloventridae (familles absentes du Maghreb), les soies élaborées (capillaires, crochets pectinées, palmées, etc.) sont toujours dans les faisceaux dorsaux.
- 2) Reconnaître les animaux matures (présence d'un clitellum, amas d'un blanc laiteux dans la région génitale) et travailler de préférence sur ces animaux, dans un premier temps.

Placer le ver dans une goutte de glycérine, entre lame et lamelle, ou procéder directement au montage dans un milieu approprié (baume de Canada – méthode du paracarmin ; lactophénol polyvinyle).

- 1) Relever les caractéristiques sétales : début des faisceaux dorsaux (II, IV-VI, absents) ; nombre de soies par faisceau (0, 2, plusieurs) ; forme des soies (sigmoïdes, droites) ; extrémité des crochets (pointe simple, bifide, élaborée : pectinée, palmée, forme particulière) ; présence de soies différentes dans les faisceaux dorsaux et ventraux (soies capillaires, crochets pectinés, aiguilles, ...) ; longueur relative des dents.
- 2) Localiser les segments génitaux : en X-XIII (Naididae tubificides, Lumbriculidae, Enchytraeidae) ou en V-VIII (Naidinae et Pristininae) ;

Naididae). Vérifier la position relative des pores spermathécaux et mâles : les Enchytraeidae ont les pores spermathécaux en V, alors que les pores mâles sont généralement en XII. Vérifier la présence de soies génitales et, au niveau du segment mâle, de gaine pénienne.

3) Une fois ces caractères observés et notés, consulter les clés d'identification.

8.2. Raccourcis

Avec l'habitude, il est presque toujours possible de reconnaître la famille par un examen sommaire à la loupe binoculaire. Certains caractères particuliers fournissent des raccourcis commodes pour identifier des espèces ou s'orienter vers des groupes particuliers (valable pour les oligochètes susceptibles d'être rencontrés au Maghreb) :

- Branchies présentes :
 - en position latérale, dans la région postérieure : *Branchiura sowerbyi* ;
 - dans une fossette branchiale entourant la région anale : *Dero* spp.

- Soies aciculaires présentes : Naidinae et Pristininae ;
 - Soies dorsales à partir de II : Pristininae ;
 - Présence d'yeux : Naidinae.

- Début des soies dorsales à partir de :
 - IV-VI : Naidinae ;
 - III, soies ventrales en III : Parvidrilidae ;
 - III, soies ventrales en II : Phreodrilidae (soies capillaires présentes ; si absentes, clitellum en XI-XIII) ou *Amphichaeta* (Naidinae ; soies capillaires absentes, clitellum en V-VI ou zoïdes – genre non encore signalé au Maghreb).

- Soies capillaires dans les faisceaux ventraux : Parvidrilidae (et *Aphanoneura*).

- Soies élaborées dans les faisceaux dorsaux (soies capillaires, soies aciculaires, crochets pectinés, palmés, etc.) : Naididae ;
 - Soies aciculaires : Naidinae, Pristininae ;
 - Crochets pectinés, palmés : Naididae tubificides.

8.3. Points importants

Enfin, il est important de se rappeler les points suivants :

- Les soies ventrales commencent toujours en II, sauf chez les Parvidrilidae (en III) mais, dans ce cas, il y a des soies capillaires dans les faisceaux ventraux ;
- Attention aux soies de remplacement parfois présentes alors que les anciennes ne sont pas encore tombées. Cela peut donner l'impression, chez les Lumbriculidae, qu'il y a 4 soies par faisceau alors qu'il n'y en a que 2 en situation normale.
- Lorsqu'un Naidinae a les soies dorsales qui débutent en II (typique de *Pristina*, Pristininae), vérifier qu'il ne s'agit pas d'un zooïde.
- Le clitellum, les appareils génitaux et les soies génitales régressent après la reproduction, sans qu'il y ait mort de l'individu qui pourra se reproduire une deuxième, voire plusieurs fois.
- Par rapport aux Lumbriculidae auxquels ils peuvent ressembler au premier abord, les Enchytraeidae ont souvent les soies dorsales en position plus latérale que dorsale.

9. Clés d'identification - Clé des familles

Il est important de se rappeler que les clés proposées ci-dessous reflètent l'état de la connaissance actuelle des oligochètes du Maghreb. Cette faune est, habituellement, considérée comme pauvre et banale (Martínez Ansemil, 1993) mais cette constatation est basée sur une prospection limitée aux eaux stagnantes et herbiers, essentiellement. L'intérêt porté récemment sur les oligochètes des eaux souterraines par l'Université de Marrakech (Maroc) est en train de modifier notre regard sur cette faune qui pourrait se révéler plus riche et particulière que supposée (Yacoubi-Khebiza, 1996 ; Aït Boughrous, 2007 ; El Alami El Filali, 2010).

Pour cette raison, nous avons essayé d'anticiper les découvertes éventuelles futures en mentionnant, pour chaque genre, les espèces absentes du Maghreb mais les plus susceptibles d'y être rencontrées, en raison de leur distribution biogéographique connue à l'heure actuelle. Nous avons également précisé le statut écologique des espèces, en relation avec les eaux souterraines (espèces stygobiontes, stygophiles et stygoxènes) et les sources (espèces crénophiles et crénoxènes).

Pour bien utiliser ces clés, il est indispensable de s'assurer de la correspondance parfaite entre le spécimen examiné et la diagnose de l'espèce déterminée. Une correspondance imparfaite peut signifier qu'il s'agit, soit d'une nouvelle espèce pour la faune du Maghreb, soit d'une nouvelle espèce pour la science (ce cas est le plus probable pour les Naididae Phallo-drilinae). Une diagnose complète des espèces peut être trouvée dans les travaux de Sperber, 1948, 1950 pour les Naididae (Naidinae, Pristininae), Schmelz & Collado (2010) pour les Enchytraeidae,

Bouché (1972) pour les Lombriciens, et Brinkhurst & Jamieson (1971) et Brinkhurst & Wetzel (1984) pour les autres familles. Les guides d'identification déjà cités peuvent également être d'une grande aide, en particulier Timm (2009), qui couvre la totalité de la faune de l'Europe du nord et centrale, ainsi que Kathman & Brinkhurst (1998).

Dans un souci d'exhaustivité, la clé des familles proposée ci-dessous reprend, non seulement, les familles signalées au Maghreb mais également les familles susceptibles d'y être rencontrées en raison de leur distribution ouest-paléarctique (euro-sibérienne) (ce qui exclut les Biwadriidae, famille endémique au Japon). Les familles inconnues au Maghreb, à ce jour, sont signalées par un astérisque.

Les Aphanoneura sont mentionnés à titre indicatif dans la mesure où ils pourraient être confondus avec les Parvidriidae, également inconnus du Maghreb à l'heure actuelle. Les Aphanoneura appartiennent aux Polychètes, selon toute vraisemblance, en aucun cas aux Clitellata (voir Brinkhurst, 1982a ; Rota *et al.*, 2001).

Les Dorydriidae forment une famille énigmatique, dont les trois espèces connues à l'heure actuelle présentent une forte ressemblance avec *Trichodrilus* (Lumbriculidae). Ils en diffèrent essentiellement par la nature plésiopore des pores mâles (visible uniquement sur animaux disséqués). Cette ressemblance (forme et arrangement des soies, prostomium, segments biannelés) a été interprétée comme le résultat d'une convergence évolutive dans un milieu contraignant (essentiellement les eaux souterraines ; voir Cook, 1971) mais un apparentement avec *Trichodrilus* ne peut être exclu, bien que non validé à l'heure actuelle. La famille est absente du sud de l'Europe (Espagne, Italie) en sorte que sa présence au Maghreb est improbable.

Parmi les trois espèces connues de Propappidae, seul *Propappus volki* pourrait être rencontré au Maghreb, les deux autres espèces étant restreintes à la partie asiatique de la zone paléarctique (lac Baïkal et Kamtchatka). Par la présence d'un proboscis et de soies à partir de II, *P. volki* pourrait être confondu avec certaines *Pristina*. Outre la position des organes génitaux, il s'en distingue par l'absence d'aiguille et la similarité entre les soies dorsales et ventrales.

Les abréviations utilisées dans les descriptions d'espèces sont les suivantes : L = longueur; s = nombre de segments.

1. Soies absentes	16
1'. Soies présentes	2
2. Soies capillaires présentes dans les faisceaux dorsaux et ventraux. Vers très petits à minuscules (jusqu'à 10 mm mais généralement beaucoup plus petits)	3
2'. Soies capillaires présentes uniquement dans les faisceaux dorsaux, ou absentes. Vers de petite à grande taille (rarement < 2 mm, jusqu'à plusieurs centimètres)	4
3. Toutes les soies débutent en II. Soies capillaires uniquement, ou soies capillaires associées à de fines soies sigmoïdes sans nodule, à pointe simple, ou légèrement bifides, ou pourvues de denticules dans leur partie distale. Prostomium élargi et aplati, avec ciliation sur la face ventrale, servant à la locomotion. Reproduction asexuée dominante ; chaînes d'individus parfois présentes. Glandes cutanées colorées ou réfringentes présentes. En général, pas de dissépiments. Essentiellement dans les eaux de surface.	Aphanoneura*
3'. Toutes les soies débutent en III. Soies capillaires dans les faisceaux dorsaux, accompagnées de soies à pointe simple ; soies capillaires dans les faisceaux ventraux, accompagnées de soies bifides, à dent supérieure plus courte que la dent inférieure. Prostomium petit et arrondi, sans ciliation ventrale. Reproduction sexuée, chaînes d'individus absentes. Vers minuscules (généralement ≤ 1,5 mm). Uniquement dans les eaux souterraines	Parvidrilidae*
4. 1 seule soie par faisceau ; soies dorsales petites et absentes sur certains segments ; soies ventrales de grande taille, en forme de faucille. Vers très longs, filiformes et blanchâtres.	Haplotaxidae (Haplotaxis)
4'. 2 ou plusieurs soies par faisceau	5
5. 2 soies par faisceau, toutes à pointe simple, ou bifides, à dent supérieure très réduite	6
5'. > 2 soies par faisceau	12
6. Soies sans nodule, droites, parfois sigmoïdes, à pointe simple ; ver de petite taille (< 10mm), au corps rigide	Enchytraeidae (en partie)
6'. Soies nodulées, sigmoïdes, à pointe simple ou bifides, à dent supérieure très réduite ; longueur du ver en général > 10 mm ; proboscis présent ou absent.	7
7. Soies très épaisses, à pointe simple. Ver de grande taille et de gros diamètre, à aspect de « ver de terre » ; tégument épais souvent très pigmenté. Clitellum parfois à partir de XV mais souvent beaucoup plus loin ; proboscis toujours absent (Crassiclitellata)	8
7'. Soies généralement fines, à pointe simple ou bifides, avec dent supérieure réduite. Ver de petit diamètre, rougeâtre ; corps +/- transparent. Proboscis parfois présent. Clitellum au niveau des pores génitaux, IX-XII.	11
8. Le clitellum débute avant XX (XIV ou XV) et inclut antérieurement les pores mâles ; vers de taille supérieure à 76 mm	10

- 8'. Clitellum en forme de selle, débute après XX, loin derrière les pores mâles situés en XIII ; puberculums en $\frac{1}{2}$ XXIII – $\frac{1}{2}$ XXVI, en bande ; vers fortement pigmentés, 30 – 60 mm de long. **Lumbricidae (*Eiseniella tetraedra*)**
10. Clitellum très long, pouvant s'étirer de XV à XLVII, à bords indistincts ; inclut le pore mâle en XV ; soies génitales présentes entre IX et XXIII ; ver long de 84 à 400 mm **Almidae (*Criodrilus lacuum*)**
- 10'. Clitellum en forme de selle, sur XIV – XXVII ; puberculums en XV – XXII ; pores mâles en XIX le long du puberculum, peu visibles ; pas de soies génitales modifiées ; ver long de 150 à 200 mm **Sparganophilidae***
11. Soies à pointe simple ou bifides, à dent supérieure très réduite. Proboscis parfois présent. Gonoductes mâles prosopores (pores mâles dans le segment testiculaire) ou semi-prosopores (deux gonoductes sur le même atrium, l'antérieur plésiopore et le postérieur prosopore – pas visible de l'extérieur). Eaux de surface et souterraines **Lumbriculidae**
- 11'. Soies toujours à pointe simple. Gonoductes mâles plésiopores (testicules et entonnoirs spermatiques en IX, pores mâles et atriums en X – pas visible de l'extérieur). Proboscis toujours absent. Lacs et eaux souterraines (sous-écoulements) **Dorydrilidae***
12. Soies capillaires absentes. Toutes les crochets dorsaux et ventraux à pointe simple, souvent émoussée, droits ou sigmoïdes, parfois de longueur différente au sein du même faisceau ; nodule souvent absent. Pas de soies génitales modifiées ou de pénis. Vers à corps rigide, blancs, jaunâtres à roses (animaux vivants). Spermathèques en V, pores mâles en XII **Enchytraeidae (en partie)**
- 12'. Soies capillaires parfois présentes. Jamais tous les crochets à pointe à simple ; crochets toujours sigmoïdes, nodulés, jamais droits. Soies génitales modifiées parfois présentes. Pénis parfois présents **13**
13. Reproduction essentiellement asexuée, par paratomie, présence de chaînes d'individus. Individus matures rares, pores génitaux en IV-V jusqu'à VII-VIII. Soies dorsales à partir de II (Pristininae) ou à partir de VI le plus souvent, mais parfois en III, IV, V, ou absentes (Naidinae). Soies dorsales (aciculaires) accompagnant les soies capillaires (lorsque présentes) de forme différente des soies ventrales. Soies ventrales en II – V parfois de forme différente des soies ventrales suivantes. Soies spermathécales parfois présentes. Gaines péniennes absentes. Vers de petite taille, 2 – 10 mm. Proboscis présent ou absent. Yeux parfois présents. Nombreuses formes nageuses. **Naididae (Naidinae, Pristininae)**
- 13'. Reproduction essentiellement sexuée ; reproduction asexuée rare, par architomie (fragmentation simple, sans zones de bourgeonnement), chaînes d'individus absentes. Pores mâles essentiellement en XI ou XII (parfois déplacés vers l'avant chez certains *Aulodrilus*). Vers de taille moyenne, en général 10 – 30 mm. Proboscis habituellement absent. Yeux absents. Soies dorsales à partir de II ou III (rarement au-delà). Soies aciculaires absentes. Soies ventrales de même forme sur toute la longueur du corps. Gaines péniennes parfois présentes. Formes essentiellement fousseuses, dans le sédiment. Formes nageuses absentes **14**

14. Soies dorsales et ventrales uniformément bifides, similaires, à dent supérieure réduite. 3(2) soies bifides par faisceau ; pas de soies capillaires dorsales. Glandes sétales présentes, immédiatement postérieures aux faisceaux (Fig. 13, gs). Proboscis présent (*Propappus volki*) ou absent. Spermathèques en IV, pores mâles en XII. Pénis absents. Petits vers blancs. Essentiellement dans des eaux pures, à fond sableux et courant fort à modéré **Propappidae***
- 14'. Soies dorsales habituellement de types variés, et non uniquement bifides ; soies capillaires parfois présentes. Proboscis généralement absent. Spermathèques dans le segment antérieur ou postérieur, et adjacent au segment contenant le pore mâle, sans séparation de plusieurs segments ; pores mâles habituellement en XI ou XII **15**
15. Soies dorsales à partir de III mais soies ventrales à partir de II. 2 soies ventrales par faisceau. Soies sigmoïdes à pointe simple ou bifides, à dent supérieure réduite ; soies capillaires parfois présentes, accompagnées de soies latérales de soutien qui ne se projettent pas hors des sacs sétaux ; soies spermathécales parfois présentes en XIII. Proboscis parfois présent. Pores mâles en XII, pores spermathécaux en XIII. Gaines péniennes rares **Phreodrilidae**
- 15'. Soies dorsales à partir de II. Si soies capillaires présentes, soies latérales de soutien absentes. Proboscis absent. Spermathèques dans le segment antérieur (rarement postérieur) et adjacent au segment contenant le pore mâle, sans séparation de plusieurs segments. Pore mâle généralement en XI (rarement en X, IX ou VIII, exceptionnellement en XII). Soies génitales parfois présentes. Pénis parfois présents, avec ou sans gaine pénienne. Vers à corps souple, flexible, souvent coloré de brun – rouge. **Naididae tubificides**
16. Vers blancs à transparents. Une paire de pores mâles en XII ; pores spermathécaux en 4/5. Cœlomocytes présents. Vers rigides, se déplaçant lentement **Enchytraeidae (*Achaeta* spp.)**
- 16'. Vers de couleur rougeâtre. Deux paires de pores mâles, en X et XI ; une paire de pores spermathécaux en XIII. Cœlomocytes absents **Lumbriculidae (*Lamprodrilus achaetus*)***

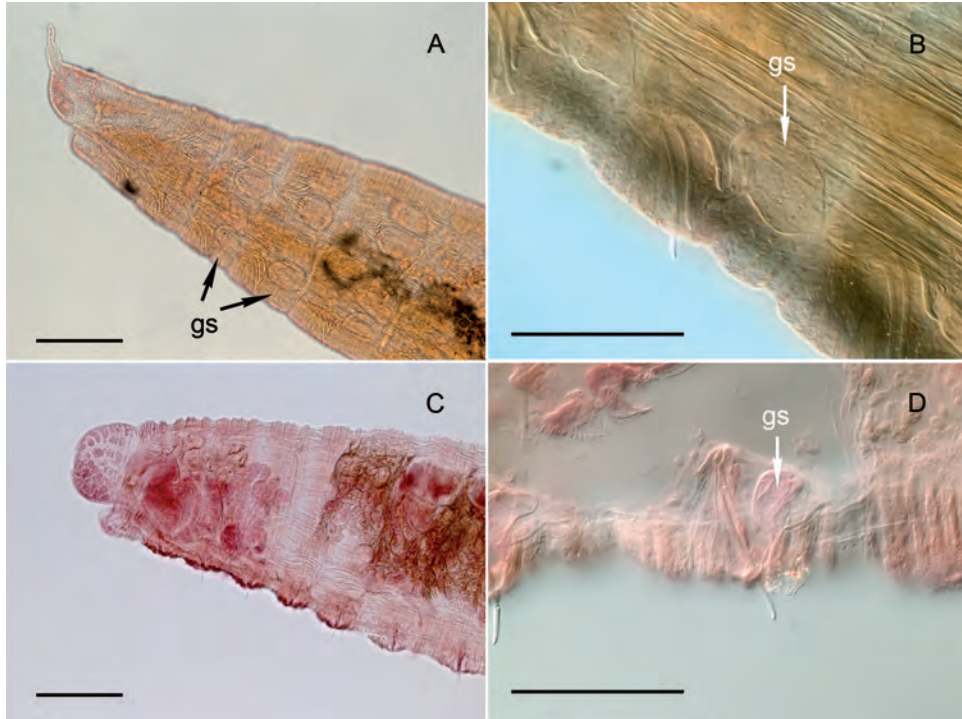


Fig. 13. Propappidae. **A-B.** *Propappus volki* Michaelsen, 1916. **A.** Vue de la région antérieure (gs = glandes sétales). **B.** Détail sur les glandes sétales (gs). **C-D.** *Propappus glandulosus* Michaelsen, 1905. **C.** Vue de la région antérieure (prostomium sans proboscis). **D.** Détail sur les glandes sétales (gs). Echelle A, C = 200 μ m, B, D = 100 μ m.

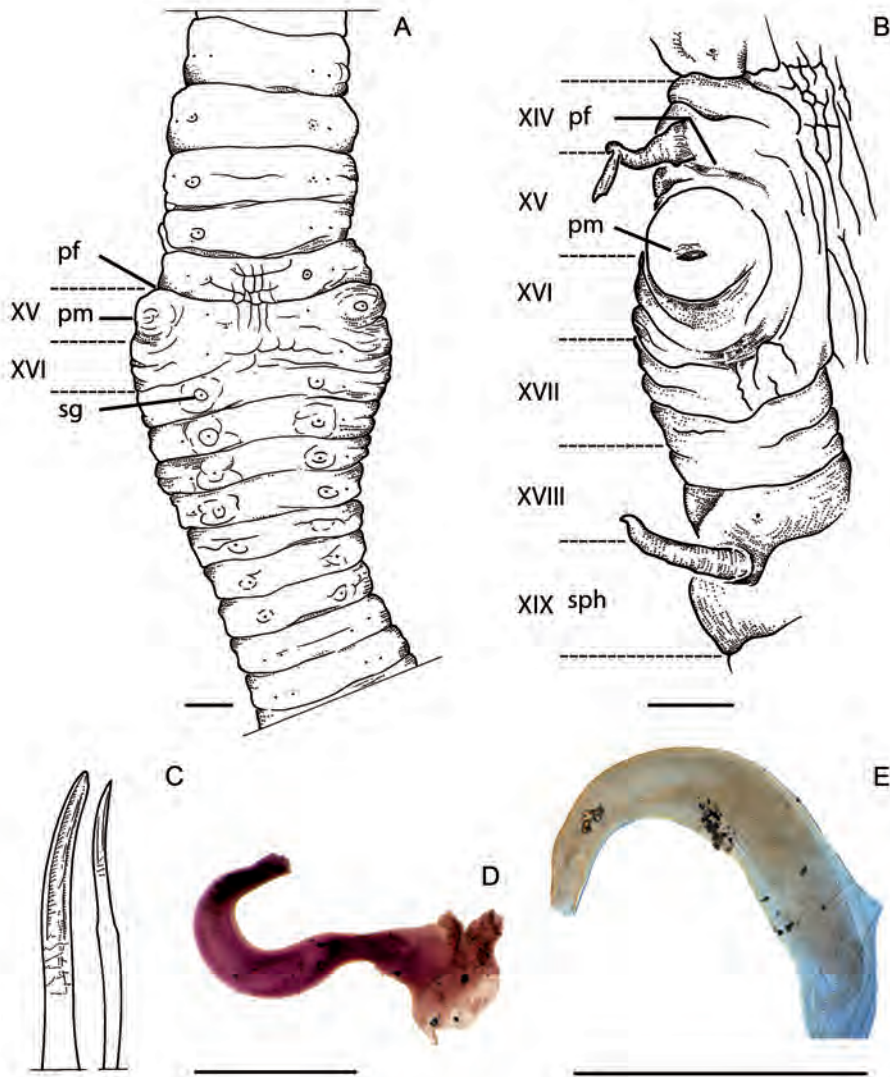


Fig. 14. A-E. *Criodrillus lacuum* (Hoffmeister, 1845). **A.** Vue ventrale de la région génitale. **B.** Région génitale montrant les spermatophores (sph) attachés sur la face ventrale. **C.** Soies génitales. **D.** Spermatophore. **E.** Spermatophore (sans la base élargie) montrant la disposition des spermatozoïdes au sein de la capsule chitineuse. **F.** *Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826). Partie antérieure en vue latérale (cl = clitellum ; pf = pore femelle ; pm = pore mâle ; psq = pores spermathécaux ; pu = puberculum ; sg = soie génitale). Echelle A-B, D-F = 1 mm. (Dessins d'après : A, B, C. Brinkhurst & Jamieson, 1971 ; F. Bouché, 1972).

10. Almidae

Mégadriles dulçaquicoles. Vers de grande taille.

Criodrilus Hoffmeister, 1845

Ver de grande taille, à aspect de ver de terre. Deux soies très épaisses, à pointe simple dans tous les faisceaux. Corps trapézoïde en section transversale, avec la région dorsale plus large que la ventrale. Clitellum peu marqué, débutant sur le segment XIV. Pores mâles en XV, sur des porophores proéminents. Spermathèques absentes. Spermatophores externes, en forme de corne, accrochés au tégument dans la région génitale.

Le genre monotypique *Criodrilus* a une histoire systématique confuse, étant notamment placé parmi les Glossoscolecidae (Brinkhurst & Jamieson, 1971), une famille de vers de terre dominante en Amérique du sud, ou au sein de sa propre famille, les Criodrilidae (cas le plus fréquent). La classification la plus récente (Jamieson & Ferraguti, 2006), basée sur des considérations morphologiques et moléculaires (ADN) le place dans les Almidae, famille de mégadriles aquatiques. Cependant, certains auteurs (Blakemore, 2008 ; Timm, 2009), apparemment ignorant de ce travail, se réfèrent toujours à la famille des Criodrilidae.

Criodrilus lacuum est une espèce paléarctique (Europe, Afrique du Nord et Proche-Orient) également signalée aux Etats-Unis où sa présence est considérée comme une introduction accidentelle (pots de fleurs ; Brinkhurst & Jamieson, 1971). Stephenson (1923) le signale également dans la région orientale (Inde) mais son identification est douteuse, étant basée sur un individu incomplètement mature.

***Criodrilus lacuum Hoffmeister, 1845* (Fig. 14A-E)**

L = 85-400 mm, s = 150-450. Soies dorsales et ventrales semblables, à pointe simple ; 2 soies par faisceau, la soie la plus interne pouvant être modifiée en soie génitale dans plusieurs faisceaux ventraux, entre IX et XXIII : 4 profonds sillons longitudinaux dans la partie ectale de la soie, soie entourée d'une zone granuleuse blanchâtre. Pores mâles postérieurs en XV, sur des porophores proéminents qui s'étendent sur les segments adjacents. Clitellum peu marqué, incluant le pore mâle, et s'étendant de XV à XLVII. 2 à 6 spermatophores attachés sur la face ventrale, dans la région génitale, en XIII-XIX. Spermathèques absentes.

Bien qu'ayant une apparence de ver de terre, *Criodrilus lacuum* est une espèce authentiquement aquatique. On la trouve parfois dans les sources où sa présence est considérée comme accidentelle (crénoxène).

Algérie (Omodeo, in Jamieson *et al.*, 2002 : 712 ; Omodeo *et al.*, 2003), Tunisie (région de Gafsa, oasis Leilla, Aïn Soltane ; Boumaiza *et al.*, 1986 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Références : Brinkhurst & Jamieson, 1971 ; Jamieson & Ferraguti, 2006 (descriptions).

11. Enchytraeidae

Taille petite à moyenne (2 – 30 mm). Vers à corps rigide, de couleur blanchâtre. Yeux absents. Soies généralement robustes, droites ou sigmoïdes, avec ou sans nodule, à pointe simple souvent émoussée ; soies parfois de longueur différente au sein du faisceau. Pas de soies génitales modifiées ou de pénis. Spermathèques en V. Pore mâle en XII. Reproduction asexuée rare ; pas de formation de chaînes d'individus.

Les Enchytraeidae sont réputés être les microdriles les plus difficiles à étudier. Cela tient essentiellement à une morphologie externe banale et au besoin de recourir largement aux caractères morphologiques internes. Malheureusement, ces derniers sont difficiles à observer pour un œil non averti, compliqué par le fait que de nombreux caractères utilisés deviennent très peu visibles sur du matériel fixé. Travailler sur du matériel vivant requiert un niveau d'expertise qui dépasse le cadre de cet ouvrage. Cette approche particulière est détaillée dans l'ouvrage de Schmelz & Collado (2010), auquel le lecteur se référera pour toute étude plus exhaustive. Comme une étude du matériel vivant n'est guère praticable dans des travaux écologiques, il est clair que, dans le futur, ce groupe devrait retirer de grands bénéfices des techniques moléculaires, telles que le codage à barres des espèces au moyen de l'ADN (« DNA barcoding » ; Hebert *et al.*, 2003 ; Hebert & Gregory, 2005).

En pratique, en se limitant à quelques caractères simples observables sur du matériel fixé, tels que la taille des individus et les soies, il est possible de séparer les espèces dulçaquicoles du Maghreb en plusieurs groupes dont certains correspondent à un genre particulier (Fig. 15A-H). Nous avons suivi cette approche dans la clé des espèces d'Enchytraeidae du Maghreb. Le cas échéant, la description des groupes est complétée par certains caractères morphologiques internes, que nous avons sélectionnés, dans la mesure du possible, en fonction de leur facilité d'observation sur du matériel fixé. Malgré tous nos efforts, il nous a été impossible de faire l'impasse sur certains caractères délicats, tels que les appendices œsophagiens ou les néphridies (Fig. 16E-F, Fig. 17). En théorie, l'identification peut aboutir sans recourir à l'examen de ces caractères délicats mais le résultat sera plus risqué dans la mesure où certains caractères utilisés peuvent laisser une marge d'interprétation. Dans le genre *Henlea* par exemple, l'évaluation de la nature sigmoïde des soies peut être délicate chez certaines espèces. Dans ce cas, il conviendra de rechercher les soies qui permettent au mieux cette observation, c'est-à-dire les soies qui font saillie hors du corps, disposées en vue latérale.

Dans la plupart des cas, la clé débouche sur un genre particulier. Chaque genre est détaillé par après, avec une courte description des espèces pertinentes pour le Maghreb (espèces échantillonnées ou susceptibles d'être présentes dans cette région, en raison de leur distribution biogéographique globale), ce qui permet de contrôler le résultat d'une première identification par groupes.

A titre de mise en garde, il convient de se rappeler que cette clé est basée sur des regroupements pratiques qui ne fonctionnent pas nécessairement si l'on prend en

compte toute la diversité des espèces au sein des genres considérés (en particulier *Marionina* et *Henlea*). Cependant, ils permettent d'arriver aux principaux groupes rencontrés au Maghreb, en utilisant des caractères simples.

Il est parfois difficile de distinguer les caractères « sigmoïdes / droites » et « avec / sans nodule ». Il faut, dans ces cas, ne pas hésiter à consulter les autres alternatives. Enfin, certains Enchytraeidae sont aisés à reconnaître :

Cognettia : la présence de 2-3 soies par faisceau (espèces européennes) permet de l'identifier aisément au sein du groupe des Enchytraeidae à soies sigmoïdes sans nodule, faisceau asymétrique.

Mesenchytraeus : la présence d'un nombre beaucoup plus élevé de soies ventrales que de soies dorsales est caractéristique de certaines espèces

11.1. Séparation des groupes primaires (Fig. 15A-H, I-J)

1. Soies absentes. **Achaeta sp.** p. 65
2. Soies droites. **Groupe 1** p. 59
3. Soies sigmoïdes avec nodule. **Groupe 2** p. 62
4. Soies sigmoïdes sans nodule ; dilatation stomacale **Groupe 3** p. 62
5. Soies sigmoïdes sans nodule ; pas de dilatation stomacale . **Groupe 4** p. 62

La forme des soies peut être difficile à interpréter chez *Henlea* dans la mesure où certaines espèces ont des soies relativement droites, mais dont l'extrémité est légèrement sigmoïde. Parmi le groupe à soies droites, les espèces du genre *Henlea* sont les seules à présenter une dilatation stomacale brutale entre VII et VIII. Parmi le groupe à soies sigmoïdes sans nodule, *Henlea* se distingue par les soies disposées en éventail symétrique.

11.1.1. Groupe 1 : espèces avec soies droites

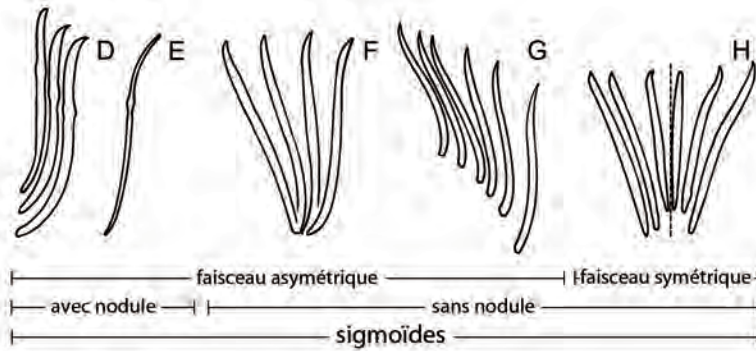
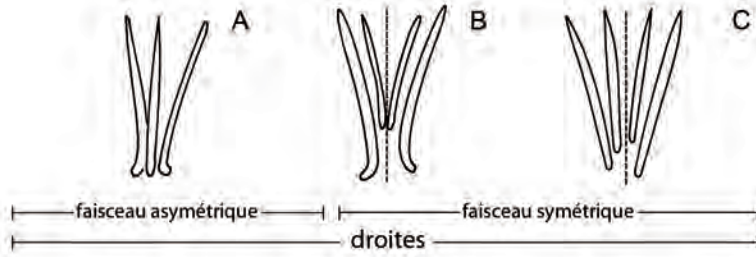
1. 2 soies dans tous les faisceaux, soies dorsales absentes en II, présentes à partir de III ; pas de dilatation stomacale (Fig. 15J) **Marionina argentea** p. 84
2. 2 – 3 soies par faisceau (4 – 5 chez certaines espèces), disposées en éventail asymétrique ; soies de même taille à l'intérieur des faisceaux ; extrémités ectales des soies alignées sur une même ligne ; pas de dilatation stomacale (Fig. 15J). **Enchytraeus**¹ p. 76

¹ Bien que la majorité des espèces de *Lumbricillus* aient les soies sigmoïdes, deux espèces européennes, inconnues du Maghreb à l'heure actuelle, peuvent aboutir ici, car elles possèdent 2 à 3 soies par faisceau, à extrémité ectale droite. Par sa distribution géographique et son habitat (eaux douces et saumâtres), *L. arenarius* est la plus susceptible d'être rencontrée au Maghreb. Elle se distingue des espèces d'*Enchytraeus* par sa couleur rouge, les vésicules séminales caractéristiques du genre, l'absence de dilatation stomacale et d'appendices œsophagiens.

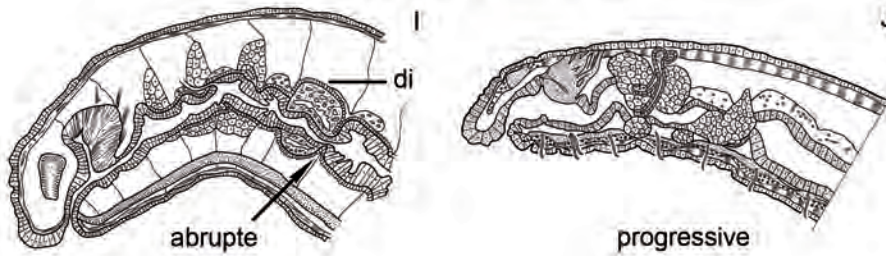
3. Soies en nombre variable (2 à > 10), arrangées par paires, en éventail présentant une symétrie bilatérale; paires de soies internes de plus en plus courtes ; extrémités ectales des soies non alignées sur une même ligne ; pas de dilatation stomacale (Fig. 15J) *Fridericia* p. 79
4. Soies nombreuses (5 – 10 soies par faisceau), disposées en éventail présentant une symétrie bilatérale, à extrémités ectales pointues, alignées sur une même ligne ; dilatation stomacale brutale ; diverticules intestinaux (Fig. 15I,K-L) *Henlea* (en partie) p. 81

Fig. 15 (page opposée). A-H. Diversité des soies chez les Enchytraeidae.
A. *Enchytraeus buchholzi* ; **B.** *Fridericia* sp. ; **C.** *Henlea* sp. ; **D.** *Mesenchytraeus* sp. ;
E. *Cernosvitoviella* sp. ; **F.** *Buchholzia* sp. ; **G.** *Lumbricillus* sp. ; **H.** *Henlea* sp.
I-J. Dilatation stomacale. **I.** *Henlea* sp. (di = diverticule intestinal) ; **J.** *Cognettia* sp.
K-L. Diverticules intestinaux. *Henlea* sp. (di = diverticule intestinal ; ds = dilatation stomacale). (Dessins d'après : A, B. Boumaiza, 1986b ; C, G, K, L. Nielsen & Christensen, 1959 ; D. Timm & Popčenko, 1978 ; E. Černosvitov, 1928 ; F, I, J. Baroudi, 1987).

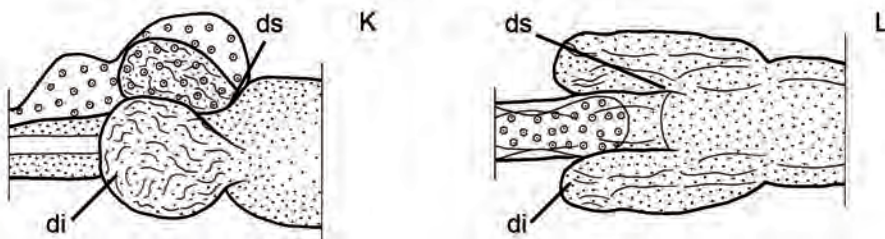
SOIES



DILATATION STOMACALE



DIVERTICULE INTESTINAL



11.1.2. Groupe 2 : espèces avec soies sigmoïdes avec nodule

1. Taille moyenne à grande (7 – 30 mm) ; soies souvent épaisses ; paroi du corps épaisse mais non rigide. Soies nettement plus nombreuses dans les faisceaux ventraux que dorsaux (la plupart des espèces européennes). Soies géantes (≥ 2 fois plus épaisses) parfois présentes dans les segments antérieurs dorsaux ou ventraux (chez certaines espèces seulement). Spermathèques habituellement connectées à l'œsophage dans leur partie distale (Fig. 16B) *Mesenchytraeus* p. 86
2. Petite taille (2 – 5 mm) ; soies fines et graciles ; paroi du corps fine et transparente. Pas de différence notable dans le nombre de soies entre les faisceaux dorsaux et ventraux. Spermathèques toujours libres (Fig. 16A) .
..... *Cernovitoviella* p. 72

11.1.3. Groupe 3 : espèces avec soies sigmoïdes sans nodule ; dilation stomacale

1. Soies distinctement sigmoïdes, disposées en éventail asymétrique ; une paire d'appendices œsophagiens présents dorso-latéralement en IV, en forme de sac (Fig. 16E) *Buchholzia* p. 66
2. Soies légèrement sigmoïdes (extrémité distale), disposées en éventail présentant une symétrie bilatérale ; appendices œsophagiens en VI, en forme d'éponge, difficiles à voir (Fig. 16F)..... *Henlea* (en partie) p. 81

11.1.4. Groupe 4 : espèces avec soies sigmoïdes sans nodule ; pas de dilatation stomacale

1. Généralement ≥ 4 soies par faisceau, souvent disposées en éventail asymétrique, étalé sur un plan incurvé en S ; ver de taille moyenne (jusqu'à 35 mm) ; corps de couleur rouge intense à jaunâtre ; vésicule séminale divisée en plusieurs lobes ; antéseptale des néphridies formée uniquement du pavillon (Fig. 17B)..... *Lumbricillus* p. 81
2. 2-3 soies par faisceau (espèces européennes) ; ver de taille moyenne (6 – 25 mm) ; glandes pharyngiennes en nombre élevé (jusqu'à 6 paires) ; antéseptale des néphridies formée uniquement du pavillon (Fig. 17A)
..... *Cognettia* p. 74
3. 3-5 soies par faisceau, légèrement sigmoïdes ; ver de petite taille (5 mm) ; antéseptale des néphridies contenant des boucles du canal néphridien ; vésicule séminale absente et spermatozoïdes dispersés dans la cavité cœlomique (Fig. 17C). *Marionina riparia* p. 86

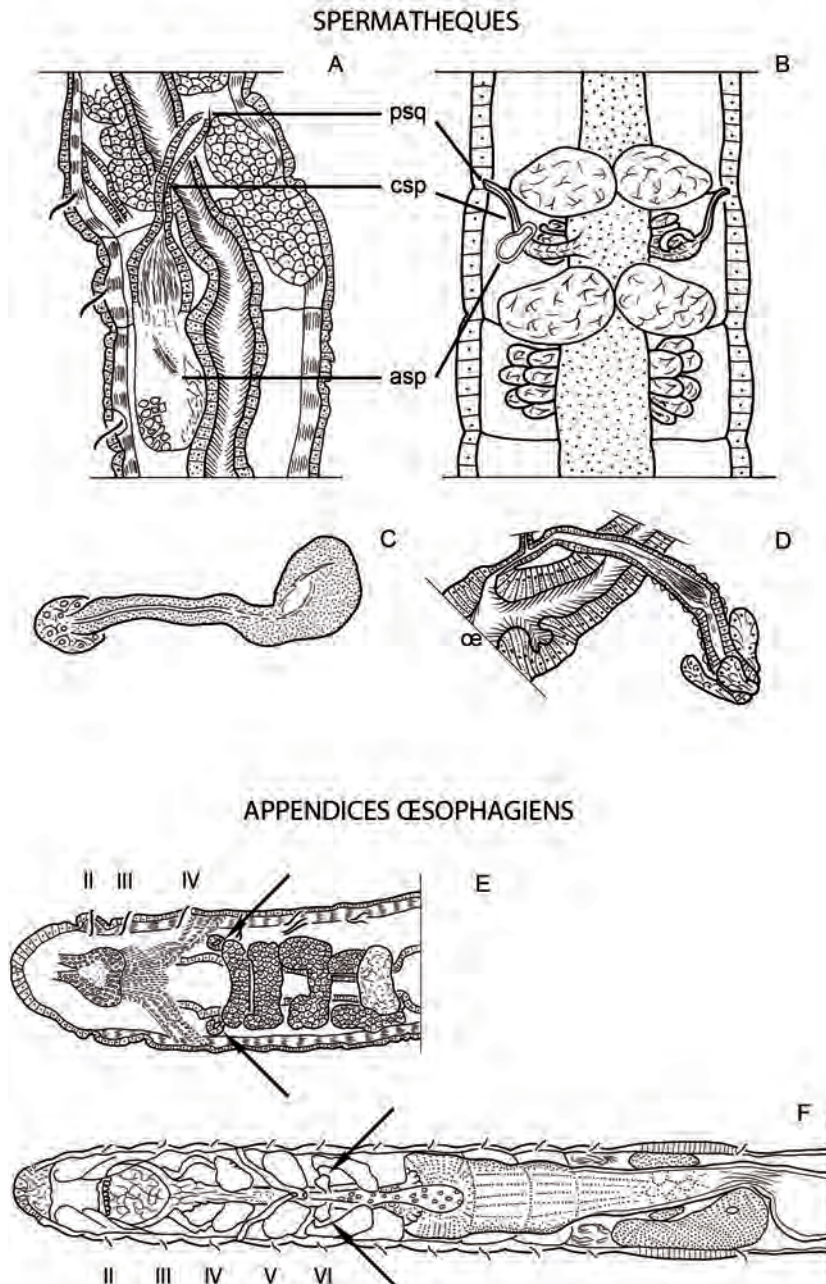


Fig. 16. A-D. Spermatheques libres et connectées à l'œsophage chez les Enchytraeidae. **A.** *Cernovitoviella immota* ; **B.** *Mesenchytraeus flavus* ; **C.** *Marionina riparia* ; **D.** *Henlea andreae* (asp = ampoule spermathéciale ; csp = canal spermathéciale ; œ = œsophage ; psq = pore spermathéciale). **E-F.** Appendices œsophagiens. **E.** *Buchholzia cf. africana*. **F.** *Henlea perpusilla*. (Dessins d'après : A, C-E. Baroudi, 1987 ; B. Nielsen & Christensen, 1959 ; F. Chalupský, 1986).

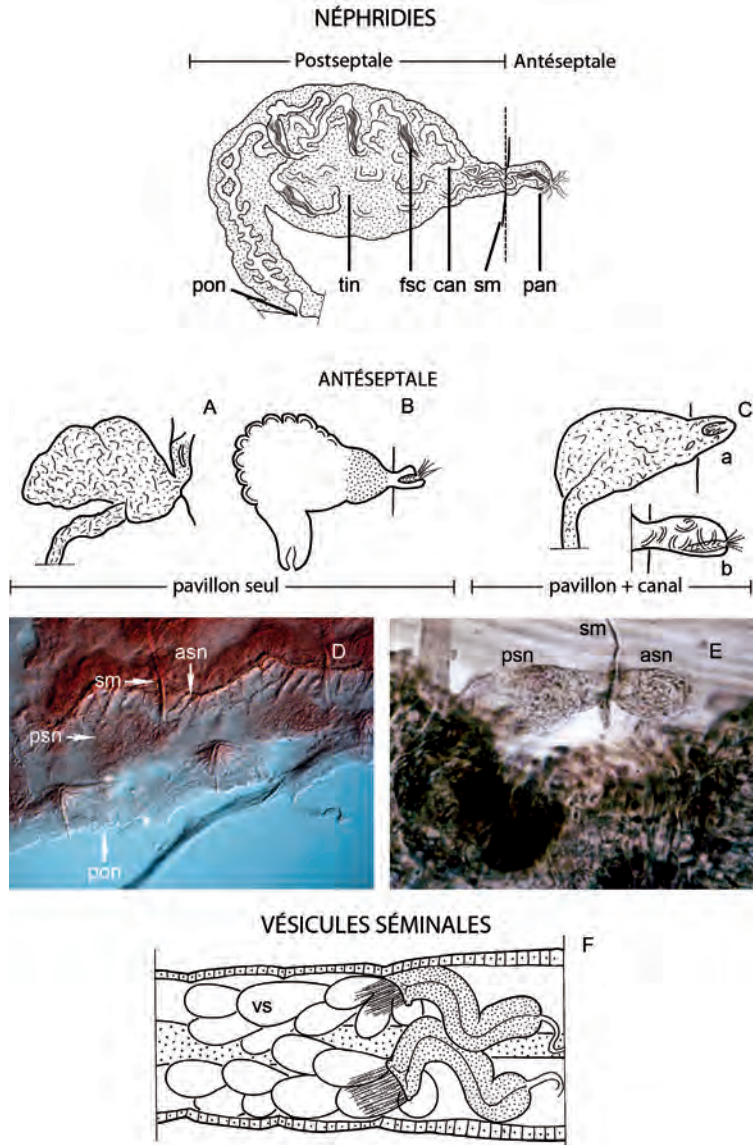


Fig. 17. Vue générale d'une néphridie en vue latérale (Goodrich, 1897) (asn = antéseptale de la néphridie ; can = canal néphridien ; fsc = faisceau de cils ; pon = pore néphridien ; psn = postseptale de la néphridie ; sm = septum ; tin = tissu interstitiel néphridien). Structure de l'antéseptale. **A-B.** Antéseptale formée uniquement du pavillon néphridien. **A.** *Cognettia cognettii* ; **B.** *Lumbricillus lineatus*. **Ca-b.** Antéseptale contenant des boucles du canal néphridien (*Marionina riparia*) : a. vue générale ; b. détail de l'antéseptale. **D-E.** Exemples de néphridies en préparation microscopique. **D.** *Fridericia* sp. **E.** *Enchytraeus buchholzi* **F.** Vésicules séminales (vs) divisées en plusieurs lobes chez *Lumbricillus lineatus*. (Dessins d'après : A, Ca, Baroudi, 1987 ; B, Cb, F. Nielsen & Christensen, 1959).

11.2. Fiches descriptives des genres et espèces d'Enchytraeidae

Achaeta Vejdovský, 1878

Soies absentes ; cœlomocytes présents ; une paire de pores mâles en XII, pores spermathécaux en 4/5 ; longueur jusqu'à 15 mm mais habituellement plus petits que 10 mm, formes parfois très petites (2-3 mm).

Ver de couleur blanchâtre, rigide, qui se déplace lentement.

Achaeta est un genre terrestre, dont la présence dans le milieu aquatique est considérée comme accidentelle.

Achaeta sp. (Fig. 18)

Maroc (Boulal, 2002) : puits dans la vallée de l'oued Souss.

Stygophile à stygoxène, crénoxène.

Référence : Schmelz & Collado, 2010.

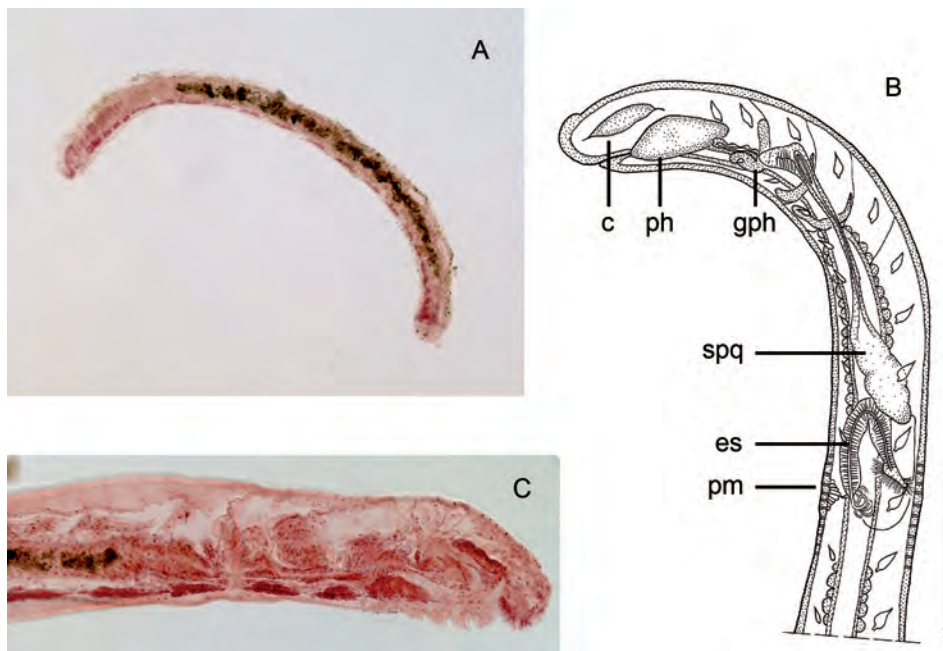


Fig. 18. A-C. *Achaeta* sp. Vejdovský, 1878. **A.** Habitus. **B-C.** Vue de la région antérieure (c = cerveau ; es = entonnoir spermatique ; gph = glande pharyngienne ; ph = pharynx ; pm = pore mâle ; spq = spermathèque). (Dessin d'après Heck & Römbke, 1991).

***Buchholzia* Michaelsen, 1887**

Soies distinctement sigmoïdes, sans nodule, disposées en éventail asymétrique ; une paire d'appendices œsophagiens, en forme de sac, présents dorso-latéralement en IV ; habituellement 3 paires de glandes pharyngiennes en IV-VI ; transition brusque entre l'œsophage et l'intestin au niveau du dissépiment 7/8 ; présence ou absence de diverticules intestinaux dorsaux au niveau du dissépiment 7/8 ; spermathèques attachées à l'œsophage ; vers de taille moyenne, rarement supérieure à 10 mm.

Buchholzia comprend 5 espèces, toutes paléarctiques à l'exception de *B. appendiculata* qui a aussi été signalée dans la région néotropicale (Bolivie). Trois espèces sont actuellement connues au Maghreb et donnent, probablement, une image représentative de la diversité du genre dans cette région. On ne peut exclure, cependant, de nouvelles découvertes, comme le suggère le signalement de *B. cf. africana*.

Bien que le genre soit considéré comme terrestre (sols de vergers, grottes, talus), plusieurs espèces sont présentes occasionnellement, ou exclusivement (*Buchholzia cf. africana*) dans les eaux douces. La présence de certaines espèces dans les eaux souterraines est considérée comme accidentelle (espèces stygoxènes et crénoxènes).

La distinction entre les espèces de *Buchholzia* se fait sur la base de la position des organes génitaux et la présence, ou l'absence, de glandes au niveau de la spermathèque. Les espèces présentes au Maghreb peuvent être distinguées comme suit :

1. Pore mâle en IX ou VIII ; présence d'une vésicule séminale, d'une glande pharyngienne surnuméraire et de deux diverticules intestinaux dorsaux . . .
..... ***Buchholzia appendiculata*** p. 68
2. Pore mâle en XII ; pas de glande à l'orifice de la spermathèque ; 1 paire de glandes pharyngiennes surnuméraire en VII ; dilatation intestinale absente ; présence d'un diverticule intestinal dorsal unique ; vésicule séminale absente. ***Buchholzia cf. africana*** p. 68
3. Pore mâle en XII ; pas de glande à l'orifice de la spermathèque ; absence de glandes pharyngiennes surnuméraires ; présence d'une dilatation intestinale et d'un diverticule intestinal dorsal unique ; vésicule séminale absente . . .
..... ***Buchholzia africana*** p. 68
4. Pore mâle en XII ; présence d'une ou deux glandes à l'orifice de la spermathèque ; pas de glandes pharyngiennes surnuméraires ; présence d'une dilatation intestinale et d'un diverticule intestinal dorsal unique ; vésicule séminale absente. ***Buchholzia fallax*** p. 70

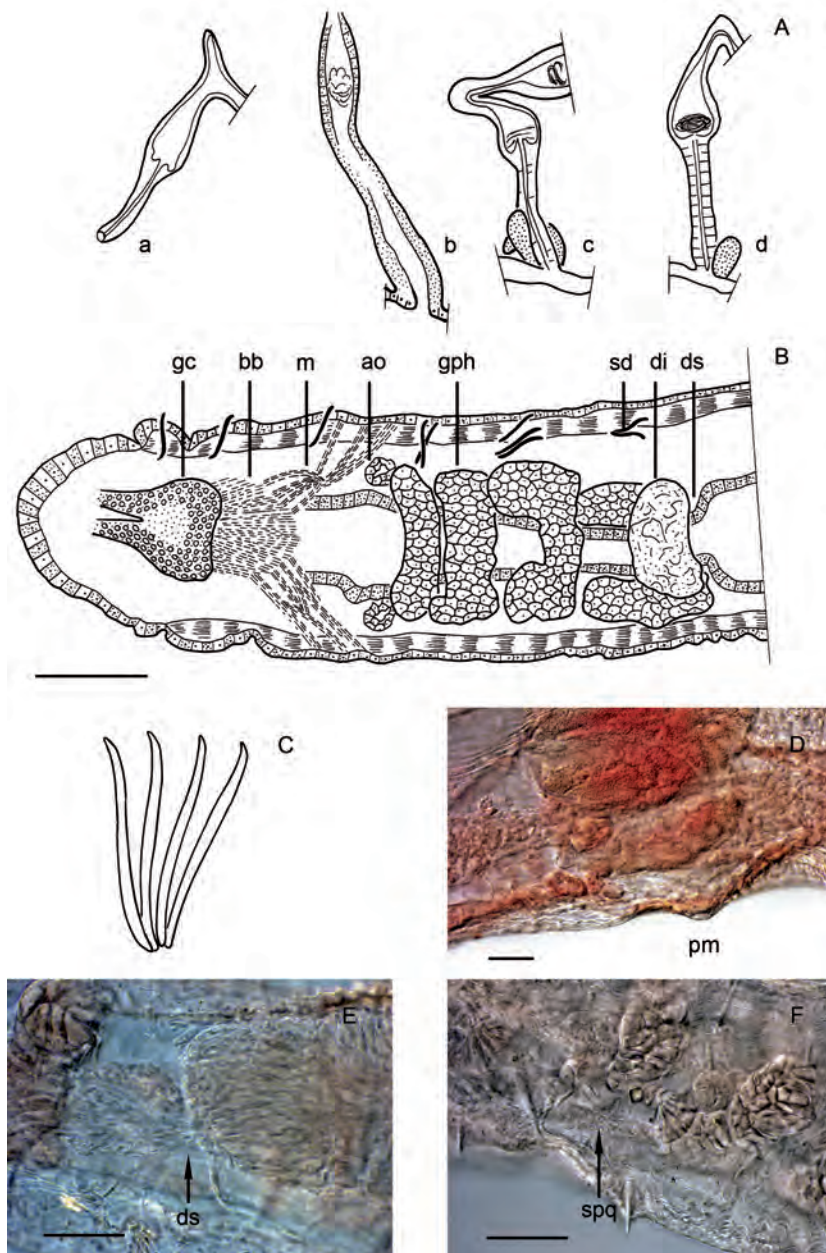


Fig. 19. *Buchholzia*. **Aa-d.** Diversité des spermathèques : a. *B. africana* Čern., b. *B. cf. africana*, c. *B. appendiculata* Buchh., d. *B. simplex* Niel. & Chris. *Buchholzia* cf. *africana*. **B.** Région antérieure en vue dorsale. (ao = appendice œsophagien ; bb = bulbe buccal ; di = diverticule intestinal ; ds = dilatation stomacale ; gc = ganglions cérébroïdes ; gph = glande pharyngienne ; m = muscle ; sd = soies dorsales). **C.** Soies. *Buchholzia africana* Černosvitov (1933). **D.** Pore mâle (pm). **E.** Dilatation stomacale. **F.** Spermathèque. Echelle B, D-F = 100 µm. (Dessins d'après : A-C. Baroudi, 1987).

***Buchholzia africana* Černosvitov, 1933 (Fig. 19Aa, C-F)**

L = 5,5 mm, s = 39. Soies sigmoïdes sans nodule, 3-5 dans les faisceaux préclitelliens, 6-7 dans les faisceaux postclitelliens. Vésicule séminale absente ; pas de glande à l'orifice de la spermathèque. Présence d'un diverticule unique au niveau de la transition entre l'œsophage et l'intestin en 7/8.

Algérie (Černosvitov, 1933 ; Baroudi, 1987).

Références : Černosvitov, 1933 ; Baroudi, 1987 (description).

***Buchholzia cf. africana* Baroudi, 1987 (Fig. 19Ab, B)**

L = ?, s = 20-28. Soies sigmoïdes sans nodule, 2-4 soies par faisceau latéro-dorsal, 4-5 soies par faisceau ventral.

Maghreb : Maroc (Baroudi, 1987), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 – *Buchholzia* sp.), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b – *Buchholzia* sp.).

Eaux courantes uniquement (oueds).

Les spécimens décrits sous cette forme par Baroudi (1987) sont très similaires à *Buchholzia africana* mais en diffèrent par la présence de glandes pharyngiennes surnuméraires en VII et l'absence de dilatation intestinale. Baroudi (1987) n'a pas créé de nouvelle espèce pour accueillir ces spécimens, estimant nécessaire, probablement, d'approfondir les investigations à partir d'un nombre de spécimens plus représentatifs (seulement 1 individu mature et 3 individus immatures étudiés).

***Buchholzia appendiculata* (Buchholz, 1862) (Fig. 19Ac, Fig. 20)**

L = 3-12 mm, s = 45-65. Soies sigmoïdes sans nodule, 2-4 soies par faisceau latéro-dorsal, 3-6 soies par faisceau ventral. 2 grosses glandes à l'orifice de la spermathèque ; une glande pharyngienne surnuméraire en VII/VIII, développée en VII et se prolongeant en VIII (individus d'Algérie) ; deux diverticules intestinaux en VII/VIII au niveau de la transition entre l'œsophage et l'intestin ; vésicule séminale en VII ; pore mâle habituellement en IX mais en VIII pour les individus du Maroc ; reproduction essentiellement asexuée, par fragmentation.

Maghreb : Maroc (Baroudi, 1987), Algérie (Baroudi, 1987 ; Lounaci, 1987).

Grottes, talus humides et secs des prairies, litière et sols des vergers. Maroc : eaux courantes (Oued Tiferguine), Algérie : localité inconnue.

Références : Nielsen & Christensen, 1959 ; Baroudi, 1987 ; Schmelz & Collado, 2010 (descriptions)

Outre la présence des pores mâles en VIII-IX, cette espèce se distingue des autres par, notamment, la présence de deux diverticules intestinaux en VII/VIII. En fait, il s'agit plutôt d'un diverticule dorsal qui est incisé dorsalement mais ce caractère n'est pas évident à voir. La présence de deux grosses glandes à l'orifice de la spermathèque est également caractéristique mais Baroudi (1987) a été incapable de les observer sur l'unique spécimen du Maroc à sa disposition.

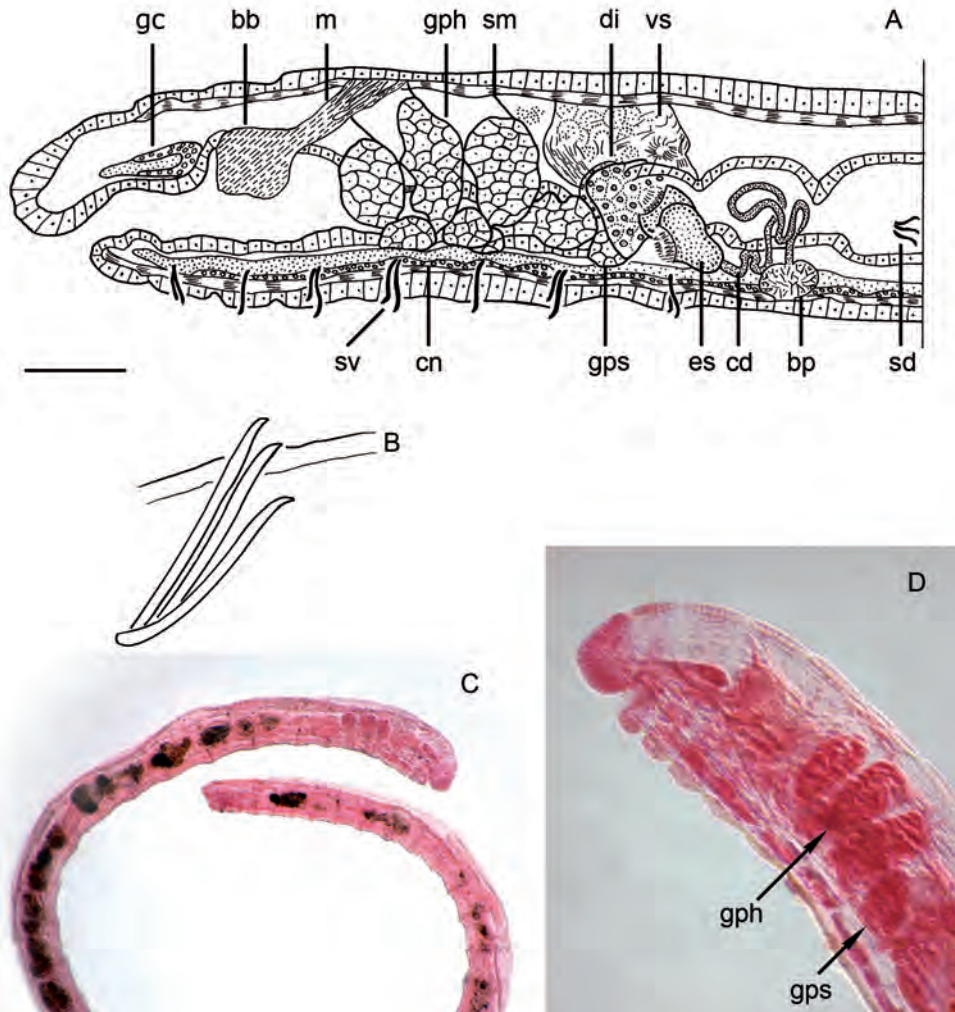


Fig. 20. *Buchholzia appendiculata* (Buchholz, 1862). **A.** Région antérieure en vue latérale (bb = bulbe buccal ; bp = bulbe pénien ; cd = canal déférent ; cn = chaîne nerveuse ; di = diverticule intestinal ; es = entonnoir spermatique ; gc = ganglion cérébroïde ; gph = glande pharyngienne ; gps = glande pharyngienne surnuméraire ; m = muscle ; sd = soies dorsales ; sv = soies ventrales ; sm = septum ; vs = vésicule séminale). **B.** Soies. **C.** Habitus. **D.** Région antérieure en vue latérale (gph = glandes pharyngiennes ; gps = glandes pharyngiennes surnuméraires). Echelle A = 100 μ m ; C = 1 mm ; D = 200 μ m. (Dessins d'après : A-B. Baroudi, 1987).

***Buchholzia fallax* Michaelsen, 1887 (Fig. 21)**

L = 12-14 mm, s = 34-42. Soies sigmoïdes, sans nodule ; 3-7 soies dans les faisceaux préclitelliens, 5-8 dans les faisceaux postclitelliens. Vésicule séminale absente ; présence d'une glande (individus de Tunisie) ou de deux glandes (individu d'Algérie) à l'orifice de la spermathèque ; 3 paires de glandes pharyngiennes, pas de glandes pharyngiennes surnuméraires ; un seul diverticule intestinal au niveau du septum 7/8, entourant totalement l'intestin.

Maghreb : Algérie (Baroudi, 1987), Tunisie (Oued Beja ; Boumaiza *et al.*, 1986a,b).

Mousses immergées des eaux courantes, sols des vergers, sols sableux, argileux, alluviaux et tourbeux, litière, eaux courantes.

***Buchholzia* sp.**

Maghreb : Maroc (Fakher El Abiari, 1999 ; Boulal, 2002), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b).

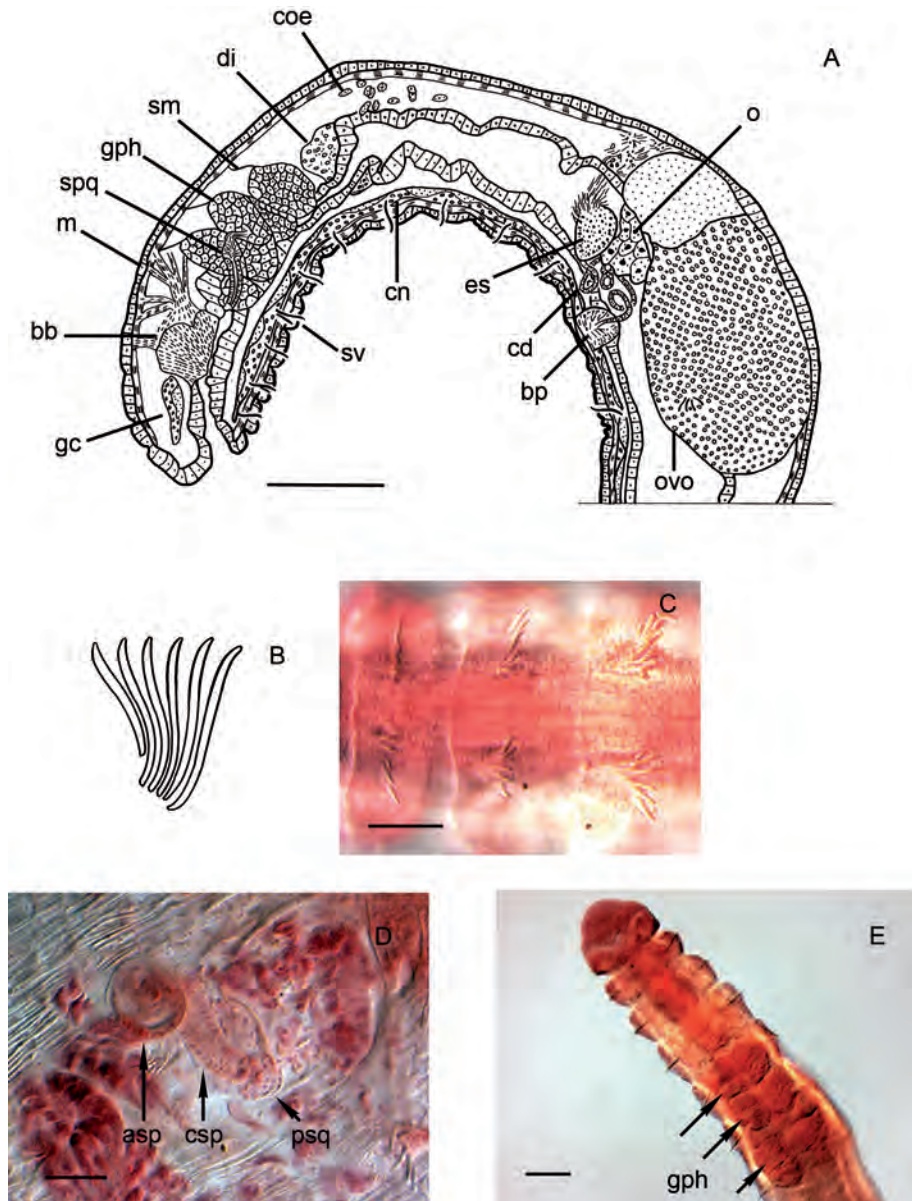


Fig. 21. *Buchholzia fallax* Michaelsen, 1887. **A.** Région antérieure en vue latérale (bb = bulbe buccal ; bp = bulbe pénien ; cd = canal déférent ; cn = chaîne nerveuse ; coe = cœlomocytes ; di = diverticule intestinal ; es = entonnoir spermatique ; gc = ganglion cérébroïde ; gph = glande pharyngienne ; m = muscle ; o = ovaire ; ovo = ovocyte ; sv = soies ventrales ; sm = septum ; spq = spermathèque). **B-C.** Soies. **D.** Spermathèque (asp = ampoule spermathéciale ; csp = canal spermathéciale ; psq = pore spermathéciale avec glande au niveau du pore). **E.** Région antérieure (gph = glandes pharyngiennes). Echelle A, E = 200 μ m ; C, D = 100 μ m. (Dessins d'après : A, B. Baroudi, 1987).

***Cernosvitoviella* Nielsen & Christensen, 1959**

Petite taille (2 – 5 mm) ; soies fines et graciles, avec nodule ; paroi du corps fine et transparente. Pas de différence notable dans le nombre de soies entre les faisceaux dorsaux et ventraux. Spermathèques toujours libres.

Cernosvitoviella est un genre semi-aquatique, présent aussi bien dans les sols humides et marécageux (tourbières) que dans les sédiments aquatiques bien oxygénés des régions tempérées. Le genre a une distribution holarctique et contient une quinzaine d'espèces, dont la plupart sont exclusivement en région paléarctique. Au Maghreb, *C. immota* est la seule espèce signalée à ce jour. Il s'agit aussi de la seule espèce du genre associée aux eaux saumâtres (milieu marin côtier), lesquelles sont souvent présentes dans le milieu souterrain en Afrique du Nord. Le genre est d'ailleurs considéré comme stygophile.

Il n'est pas exclu que d'autres espèces puissent être rencontrées dans des environnements plus typiques du genre, en particulier en altitude, par exemple dans les chaînes montagneuses de l'Atlas marocain. Malheureusement, l'identification des espèces se fait exclusivement sur la base de caractères internes, difficiles à appréhender par un non-spécialiste (voir Schmelz & Collado, 2010).

***Cernosvitoviella immota* (Knöllner, 1935) (Fig. 22)**

L = 3-4 mm, s = 20-32. Ver de couleur blanc profond dû à l'accumulation de cœlomocytes. 5-8 soies dans les faisceaux dorsaux et ventraux. Vésicule séminale présente. Canal spermathécal dilaté dans sa partie proximale, au niveau de l'orifice ; ampoule spermathécale 1,5 fois plus longue que le canal, s'étendant jusque VII, parfois pénétrant en VIII. Dilatation distale du canal déférent.

Maghreb : Maroc (Baroudi, 1987). Eaux salées.

Références : Baroudi, 1987 (révision de la description de Nielsen & Christensen, 1959) ; Schmelz & Collado, 2010 (description).

***Cernosvitoviella* sp.**

Maroc (Yacoubi-Khebiza, 1990)

Références : Schmelz & Collado, 2010.

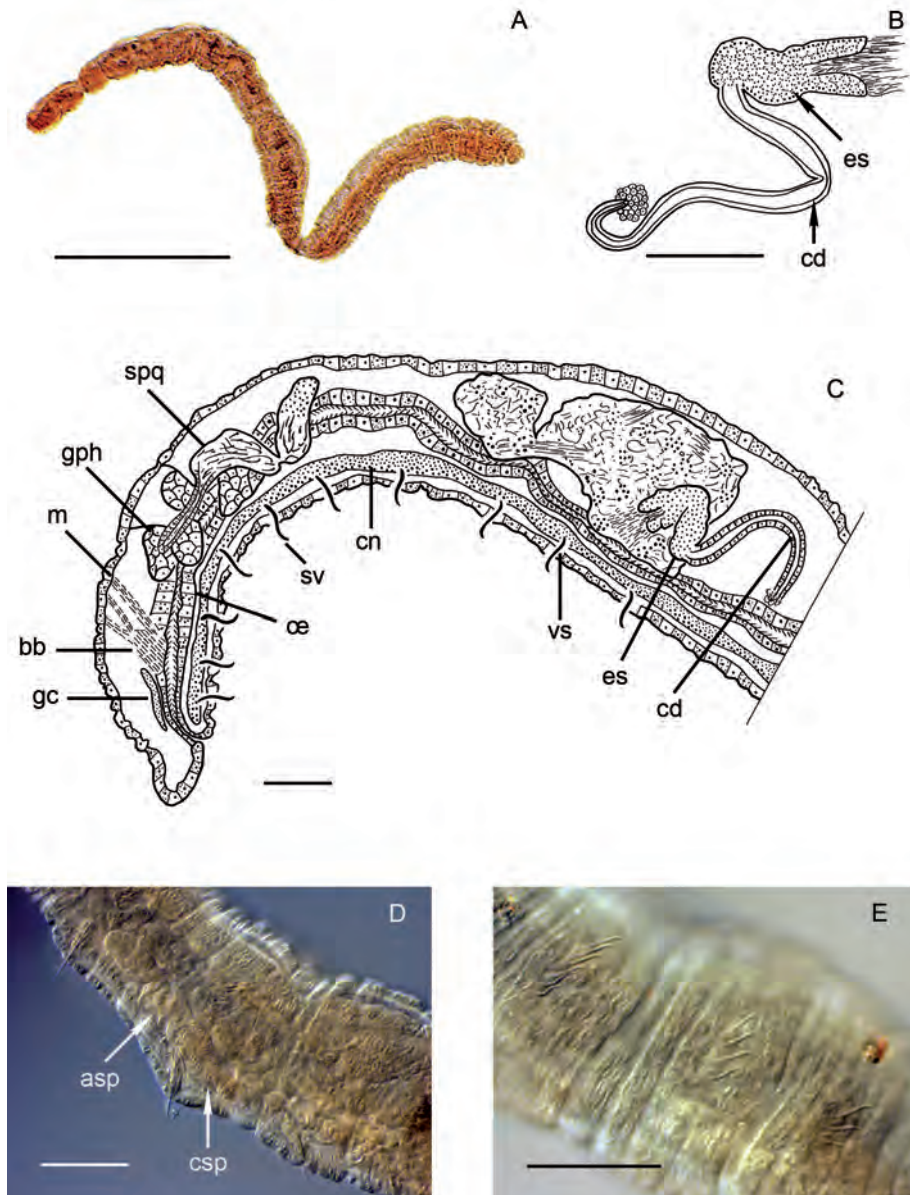


Fig. 22. *Cernovitoviella immota* (Knöllner, 1935). **A.** Habitus. **B.** Spermathèque montrant la dilatation distale du canal déférent (cd) (es = entonnoir spermatique). **C.** Région antérieure en vue latérale (bb = bulbe buccal ; cd = canal déférent ; cn = chaîne nerveuse ; es = entonnoir spermatique ; gc = ganglion cérébroïde ; gph = glande pharyngienne ; m = muscle ; œ = œsophage ; spq = spermathèque ; sv = soies ventrales ; vs = vésicule séminale). **D.** Spermathèque (asp = ampoule spermathéciale ; csp = canal spermathéciale). **E.** Soies. Echelle A = 1 mm ; B-E = 100 µm. (Dessins d'après : B, C. Baroudi, 1987).)

Cognettia Nielsen & Christensen, 1959

Soies sigmoïdes sans nodule et en nombre réduit (2-3 soies par faisceau – espèces européennes) ; ver de taille moyenne (6 – 25 mm) ; glandes pharyngiennes en nombre élevé (jusqu'à 6 paires) ; antéseptale formée uniquement du pavillon ; spermathèque libre ; généralement passage progressif entre l'œsophage et l'intestin.

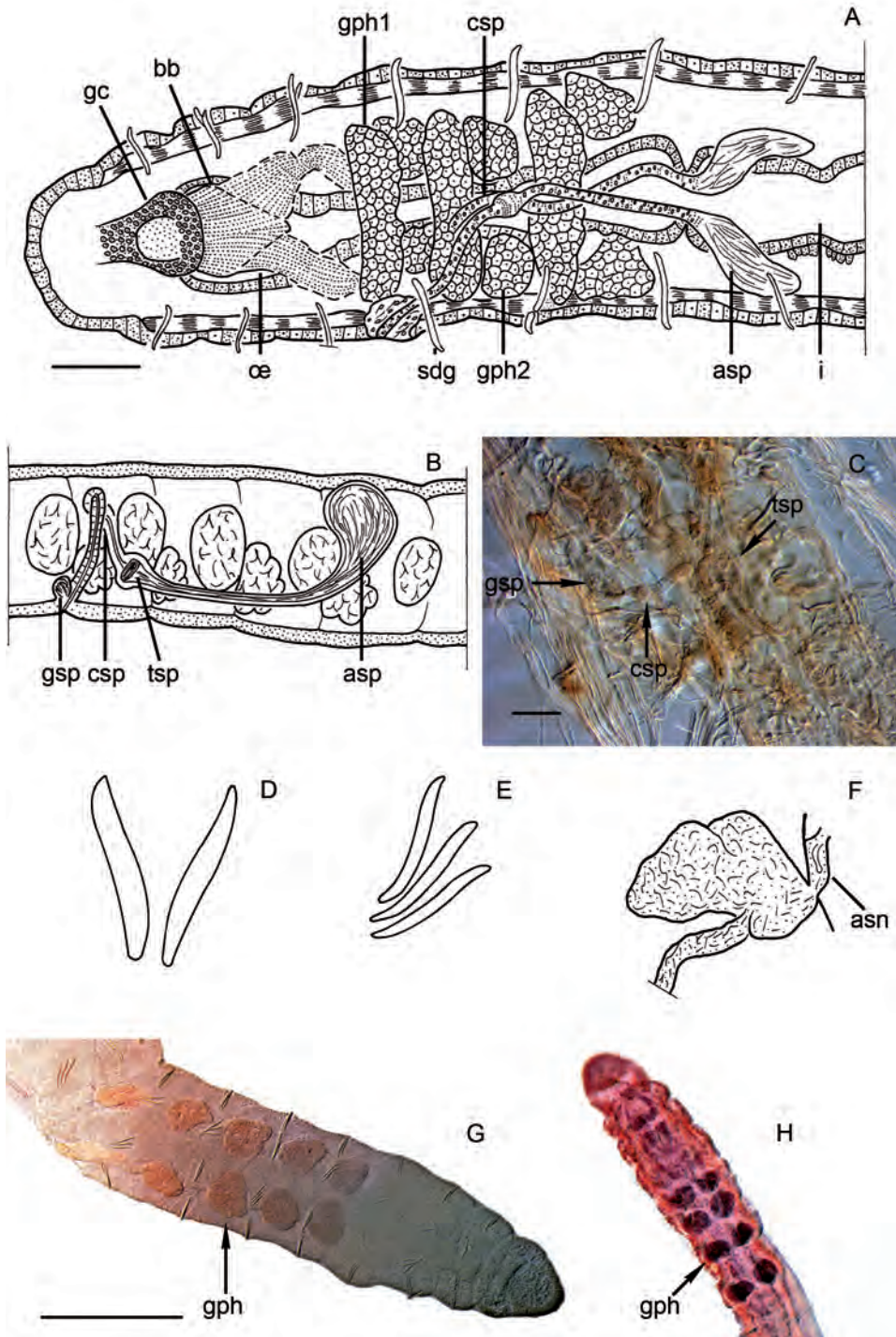
Cognettia est un genre holarctique qui comprend 7 espèces, à l'heure actuelle. Le genre est présent dans les eaux courantes et les lacs, dans les sols humides (marécages, tourbières), dans l'humus et la litière. Aucune espèce n'a formellement été identifiée au Maghreb. La détermination des espèces est possible à l'état immature grâce au nombre de glandes pharyngiennes, à la forme des soies et à l'existence d'un éventuel passage brusque entre l'œsophage et l'intestin. A l'état mature, leur identification fait appel à la position du pore mâle, la forme de la spermathèque et à la taille de l'entonnoir spermatique (voir Baroudi, 1987). Une espèce, *C. cognettii* (Issel, 1905), est particulièrement aisée à identifier car elle est la seule à posséder des soies géantes (1,3 x plus grandes que les autres) sur 2 à 3 segments consécutifs débutant en III, IV ou V.

Le genre est considéré comme stygoxène et crénoxène.

Cognettia sp. (Fig. 23)

Maghreb : Maroc (Martínez-Ansemil & Giani, 1987), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987)

Fig. 23 (page opposée). **A, D-F.** *Cognettia cognettii* (Issel, 1905). **A.** Région antérieure en vue dorsale (asp = ampoule spermathécale ; bb = bulbe buccal ; csp = canal spermathécal ; gph1 = glande pharyngienne primaire ; gph2 = glande pharyngienne secondaire ; gc = ganglion cérébroïde ; i = intestin ; œ = œsophage ; sdg = soies dorsales géantes). **D.** Soies géantes. **E.** Soies normales. **F.** Néphridie (asn = antéseptale). **B-C.** *Cognettia glandulosa* (Michaelsen, 1888). **B.** Région antérieure en vue latérale (asp = ampoule spermathécale ; csp = canal spermathécal ; gsp = glande spermathécale ; tsp = trappe spermathécale). **C.** Vue partielle des spermathèques (csp = canal spermathécal ; gsp = glande spermathécale ; tsp = trappe spermathécale). **G-H.** *Cognettia sphagnetorum* (Vejdovský, 1878). Région antérieure (gph = glandes pharyngiennes). Echelle A, C = 100 µm ; G = 1 mm. (Dessins d'après : A, D-F. Baroudi, 1987 ; B. Nielsen & Christensen, 1959).



***Enchytraeus* Henle, 1837**

2 – 3 soies par faisceau (4 – 5 chez certaines espèces), disposées en éventail asymétrique ; soies de même taille à l'intérieur des faisceaux ; extrémités ectales des soies alignées sur une même ligne ; pas de dilatation stomacale.

Enchytraeus est un genre essentiellement terrestre mais est également présent sur le littoral marin, le milieu dulçaquicole et les eaux souterraines, certaines espèces étant même considérées comme stygobiontes ou stygophiles. Les deux espèces de ce genre le plus souvent mentionnées sont *E. albidus* et *E. buchholzi*, également présentes au Maghreb. Malheureusement, dans les deux cas, il s'agit presque certainement de complexes d'espèces. Selon Schmelz & Collado (2010), « *E. buchholzi* » désigne un groupe d'espèces de petite taille, qui n'ont pu être attribuées à une espèce différente. Un important travail de révision du genre doit être entrepris. Dans l'immédiat, il faut se contenter d'attribuer les spécimens d'*Enchytraeus* à l'un des deux groupes suivants (voir Schmelz & Collado, 2010) :

1. Vers de taille petite à moyenne, longueur 3-10 (15) mm ; pas plus de 3 soies par faisceau ventral (si > 3, une soie attachée ou deux jeux de faisceaux proches l'un de l'autre) ; clitellum le plus souvent en forme de selle
.....Groupe *Enchytraeus buchholzi* p. 76
2. Vers de grande taille, > 15 mm ; plusieurs faisceaux ventraux avec 4 ou 5 soies ; clitellum en forme de gaine. . . Groupe *Enchytraeus albidus* p. 76

***Enchytraeus albidus* Henle, 1837, sensu lato (Fig. 24D, F, H)**

L = 20-30 mm, s = 40-65. 2-4 soies dans les faisceaux dorsaux, 2-5 soies dans les faisceaux ventraux ; canal spermathécal glandulaire sur la totalité de sa partie proximale.

Algérie (Gagneur *et al.*, 1986).

Stygoxène.

Références : Schmelz & Collado, 2010.

***Enchytraeus buchholzi* Vejdovský, 1879 sensu lato (Fig. 24A-C, E-G)**

L = 5-9 mm, s = 24-34. 2-3 soies dans les faisceaux dorsaux et ventraux (prédominance de 2 soies dorsalement et 3 soies ventralement) ; canal spermathécal plus court que l'ampoule, glandulaire seulement sur sa partie la plus proximale, près du pore spermathécal.

Maghreb : Maroc (Baroudi, 1986 ; Yacoubi-Khebiza, 1996), Algérie (Lounaci, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

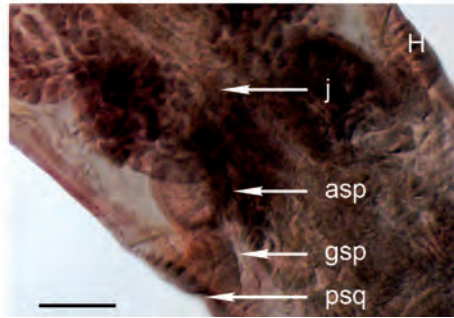
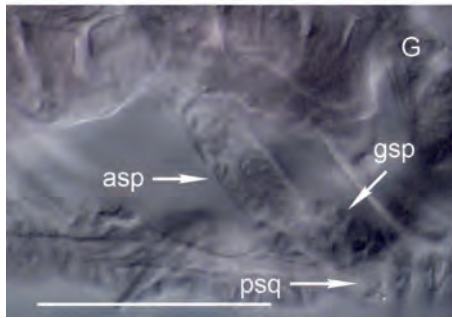
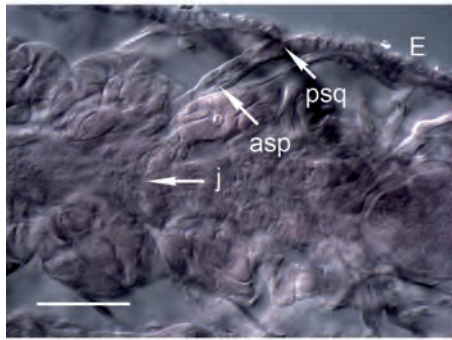
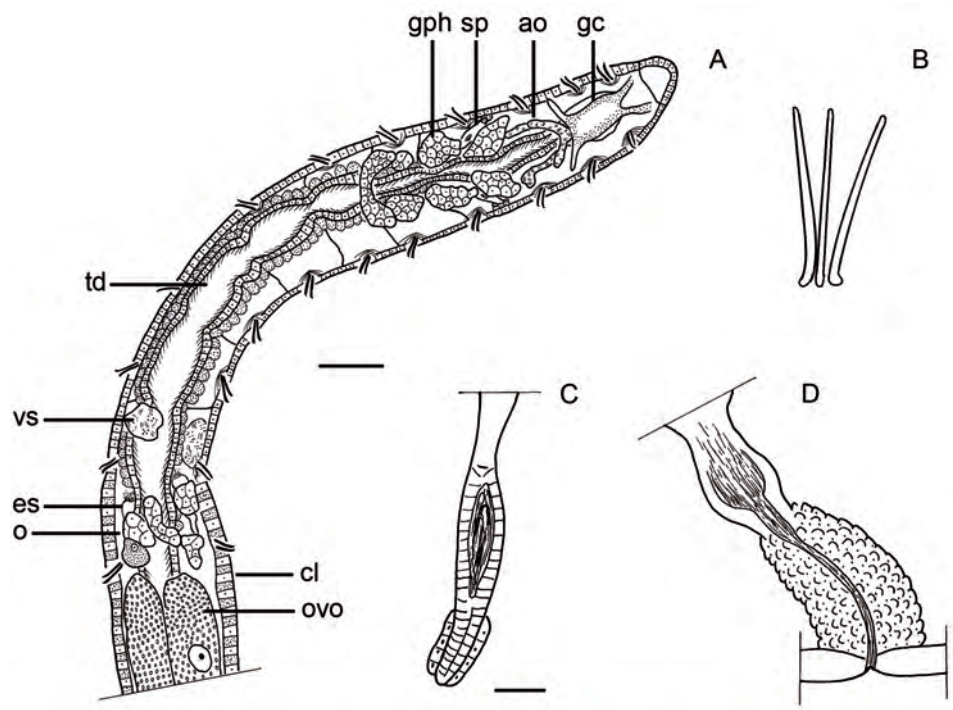
Stygophile.

Références : Schmelz & Collado, 2010.

***Enchytraeus* sp.**

Maroc (Baroudi, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987 ; Idbennacer, 1990 ; Yacoubi-Khebiza, 1990 ; Fakher El Abiari, 1999 ; Boulal, 2002), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Fig. 24 (page suivante). A-C, E-G. *Enchytraeus buchholzi* Vejdovský, 1879 s. lat.
A. Région antérieure en vue dorsale (ao = appendice œsophagien ; cl = clitellum ; es = entonnoir spermatique ; gc = ganglion cérébroïde ; gph = glandes pharyngiennes ; o = ovaire ; ovo = ovocyte ; sp = spermathèque ; td = tube digestif ; vs = vésicule séminale). **B.** Soies. **C, E-G.** Spermathèques (asp = ampoule spermathécale ; gsp = glande spermathécale ; j = jonction de la spermathèque avec l'œsophage ; psq = pore spermathéal). **D, H. *Enchytraeus albidus* Henle, 1837 s. lat. D.** Spermathèque. **H.** Région des spermathèques (asp = ampoule spermathécale ; gsp = glandes spermathécales ; j = jonction de la spermathèque avec l'œsophage ; psq = pore spermathéal). Echelle A, E-G = 100 µm ; C = 10 µm ; H = 200 µm. (Dessins d'après : A-C. Baroudi, 1987 ; D. Nielsen & Christensen, 1959).



Fridericia Michaelsen, 1889

Soies en nombre variable (2 à > 10), arrangées par paire, en éventail présentant une symétrie bilatérale; paires de soies internes de plus en plus courtes; extrémités ectales des soies non alignées sur une même ligne; pas de dilatation stomacale.

Fridericia est un genre terrestre, présent accidentellement dans le milieu aquatique. Avec près de 100 espèces, il est le genre d'enchytréide le plus riche en espèces et est souvent dominant dans les sols modérément humides et pas trop acides des régions tempérées et méditerranéennes (Schmelz, 2003).

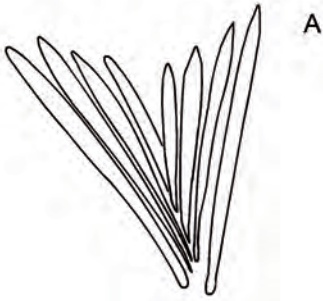
Fridericia sp. (Fig. 25A-D)

Maghreb (Martínez-Ansemil & Giani, 1987): Maroc (Baroudi, 1987; Boumezzough, 1988; Yacoubi-Khebiza, 1990; Boulal, 2002), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986; Lounaci, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b).

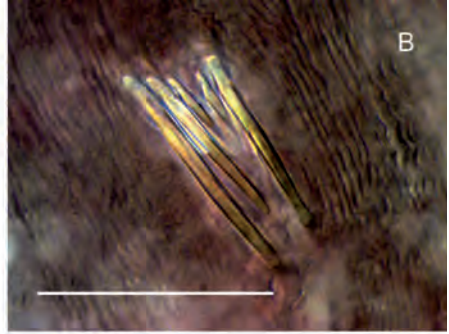
Stygoxène, crénoxène.

Références : Schmelz, 2003; Schmelz & Collado, 2010.

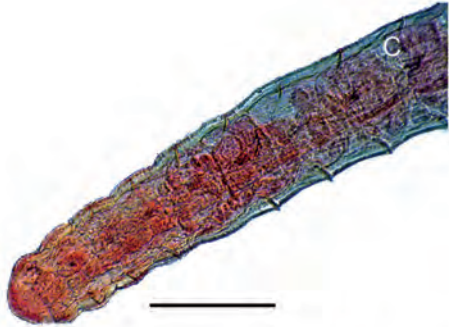
Fig. 25 (page suivante). **A.** Soies de type « fridéricien » (*Fridericia striata* Levinsen, 1884). **B-D.** *Fridericia perrieri* (Vejdovský, 1878). **B.** Soies. **C.** Région antérieure. **D.** Spermathèque (asp = ampoule spermathécale; csp = canal spermathécal; psq = pore spermathécal). **E, G.** *Henlea andreae* Rodríguez & Giani, 1986. **E.** Région antérieure en vue latérale (ao = appendice œsophagien; cn = chaîne nerveuse; di = diverticule intestinal; ds = dilatation stomacale; gc = ganglion cérébroïde; gph = glandes pharyngiennes; spq = spermathèque; vsg = vaisseau sanguin). **G.** Soies. **F.** *Henlea nasuta* (Eisen, 1878). Diverticule intestinal (di) au niveau de la dilatation stomacale (ds) (vsg = vaisseau sanguin). **H.** *Henlea ventriculosa* (d'Udekem, 1854). Soies. Echelle C = 1 mm; E = 200 µm; B, D, H = 100 µm; G = 50 µm. (Dessins d'après : E, G. Rodríguez & Giani, 1986; F. Nielsen & Christensen, 1959).



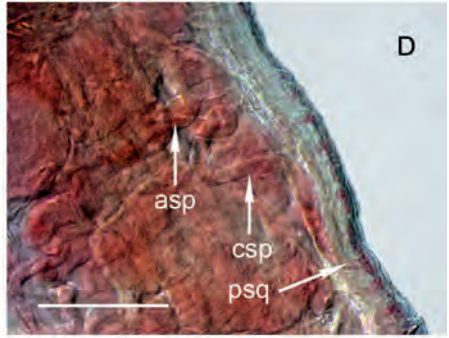
A



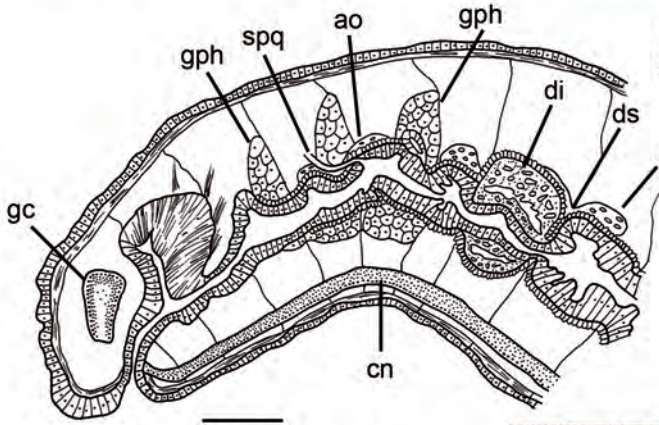
B



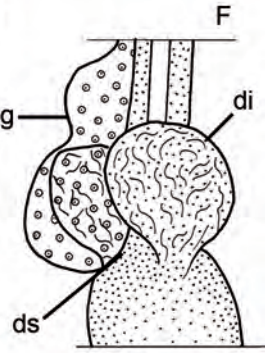
C



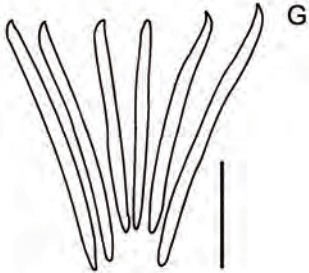
D



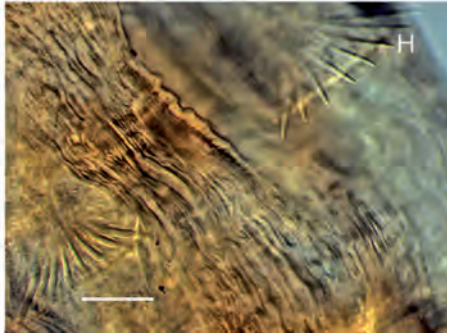
E



F



G



H

***Henlea* Michaelsen, 1889**

Soies droites ou légèrement sigmoïdes dans leur partie distale, nombreuses (5 – 10 soies par faisceau), disposées en éventail présentant une symétrie bilatérale, à extrémités ectales pointues, alignées sur une même ligne ; dilatation stomacale brutale en VIII ou IX ; diverticules intestinaux habituellement présents.

Hormis les espèces terrestres, le genre *Henlea* contient une dizaine d'espèces semi-aquatiques, dont la plupart sont présentes dans la région paléarctique. Aucune espèce n'a encore été nommément citée dans les inventaires des oligochètes du Maghreb, mais le genre a été signalé à plusieurs reprises. L'identification au niveau de l'espèce nécessite l'observation fine de caractères liés au vaisseau sanguin dorsal, la présence ou absence de diverticules intestinaux et autres caractères qui demandent l'expérience des enchytréides pour être abordés.

***Henlea* sp. (Fig. 25E-H)**

Maghreb : Maroc (Baroudi, 1987), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Stygoxène, crénoxène.

Références : Nielsen & Christensen, 1959 ; Schmelz & Collado, 2010.

***Lumbricillus* Ørsted, 1844**

Généralement ≥ 4 soies par faisceau, souvent disposées en éventail asymétrique, étalé sur un plan incurvé ; soies sigmoïdes sans nodule chez la plupart des espèces et presque droites chez d'autres ; ver de taille moyenne (jusqu'à 35 mm) ; corps de couleur rouge intense à jaunâtre ; vésicule séminale divisée en plusieurs lobes ; antéseptale formée uniquement du pavillon.

Le genre *Lumbricillus* se distingue facilement de tous les autres genres d'Enchytraeidae par la présence d'une vésicule séminale divisée en plusieurs lobes. La distinction entre ses diverses espèces fait appel à la structure de la spermathèque et à l'aspect du collier de l'entonnoir spermatique. Selon Baroudi (1987) la taille de l'entonnoir spermatique montre une grande variation intraspécifique et ne présente aucun intérêt au niveau taxonomique.

Le genre comprend une bonne centaine d'espèces, colonisant essentiellement les milieux marins. Parmi celles-ci, une vingtaine d'espèces sont également présentes dans les eaux douces. Le genre est essentiellement holarctique mais il est aussi présent dans la région néotropicale (Mexique et Argentine), ainsi que dans la région antarctique (péninsule antarctique, îles sub-antarctiques). Environ 7 espèces dulçaquicoles sont connues de la région paléarctique. Certaines ont une distribution locale, d'autres ont une répartition plus large, surtout dans les pays nordiques. Parmi celles-ci, seule *Lumbricillus rivalis* a été signalée au Maghreb.

***Lumbricillus rivalis* Levinsen, 1884 augm. Ditlevsen (1904)**

(Fig. 26A, C-G)

L = 20-35 mm, s = 50-60. Couleur rouge. Soies sigmoïdes disposées en éventail ; 4-9 soies dans les faisceaux préclitelliens, 4-12 soies dans les faisceaux postclitelliens. Vésicule séminale divisée en lobes piriformes occupant les segments IX (VI-VII chez un individu du Maroc), X et une partie de XI. Spermathèque fusiforme avec une couronne de glandes à son orifice.

Maghreb : Maroc (Baroudi, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986).

Milieux marins sous les algues mortes et milieux limniques à forte teneur en matières organiques.

Stygoxène.

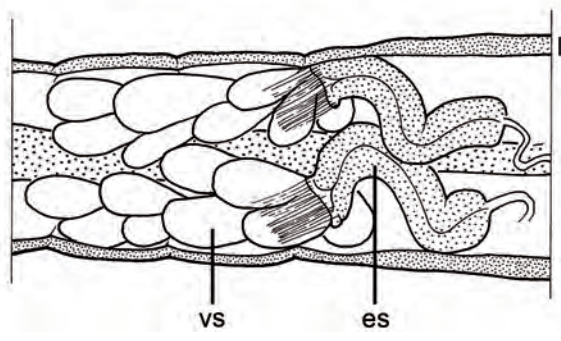
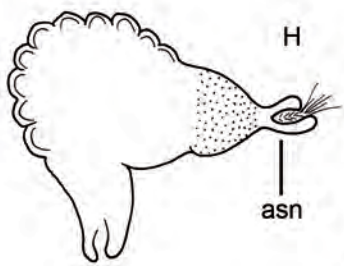
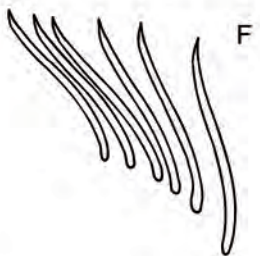
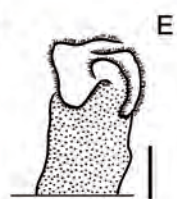
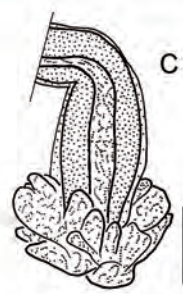
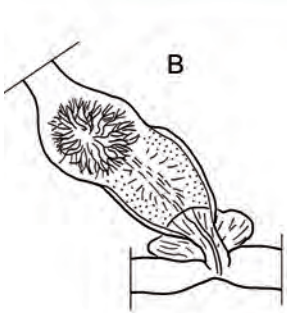
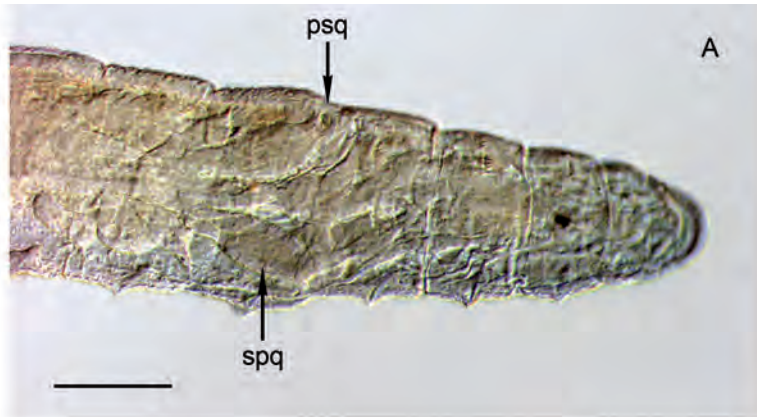
En raison de sa distribution pratiquement cosmopolite (régions paélarctique, néotropicale et antarctique), *Lumbricillus lineatus* (Fig. 26B, H-I) est probablement l'espèce la plus susceptible d'être trouvée au Maghreb au sein du genre *Lumbricillus*. Seul l'aspect lobé du collier de l'entonnoir spermatique permet de distinguer *L. rivalis* de cette espèce.

Références : Nielsen & Christensen, 1959 ; Baroudi, 1987 ; Schmelz & Collado, 2010 (descriptions).

***Lumbricillus* sp.**

Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987)

Fig. 26 (page opposée). A, C-G. *Lumbricillus rivalis* Levinsen, 1884.
A. Région antérieure (psq = pore spermathécal ; spq = spermathèque). **C, D, G.** Spermathèques. **E.** Entonnoir spermatique montrant l'aspect lobé du collier.
F. Soies. **B, H-I. *Lumbricillus lineatus* (Müller, 1774) s. lat. B.** Spermathèque.
H. Néphridie (asn = antéseptale). **I.** Région génitale (es = entonnoirs spermatiques ; vs = vésicules séminales). Echelle A = 200 µm ; C-E, G = 100 µm. (Dessins d'après : B, F, H-I. Nielsen & Christensen, 1959 ; C-E. Baroudi, 1987).



***Marionina* Michaelsen, 1890**

Marionina est un genre hétérogène, mal défini, auquel de nombreuses espèces ont été attribuées, à défaut d'un autre genre auquel se rattacher. En contrepartie, la plupart des espèces de *Marionina* sont bien définies et identifiables. Il n'est, malheureusement, pas possible de fournir une clé basée sur des caractères simples, à la portée d'un non-spécialiste. Heureusement, les deux espèces de *Marionina* signalées au Maghreb présentent des caractères sétaux particuliers qui permettent de les identifier sans ambiguïté (nombre, forme et localisation des soies). Pour toute autre espèce, l'identification se fera avec le guide des espèces européennes d'Enchytraeidae (Schmelz & Collado, 2010).

Le genre est présent dans tous les types d'habitat (terrestre, aquatique, eaux douces, littoral marin). Il contient une vingtaine d'espèces liées aux eaux douces ou saumâtre, dont une quinzaine est présente dans la région paléarctique. Deux espèces ont été signalées au Maghreb, *Marionina argentea* et *M. riparia*, mais, compte tenu de la richesse du genre et de sa répartition, d'autres espèces doivent y être présentes.

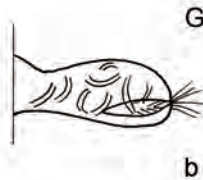
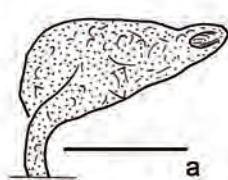
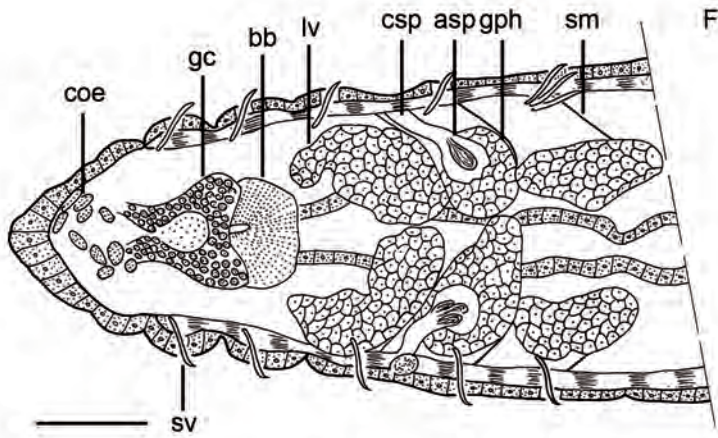
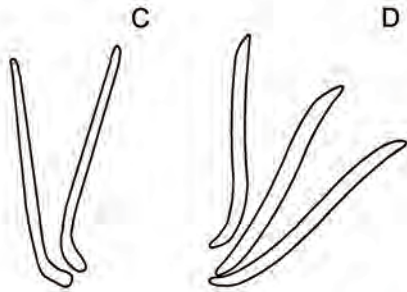
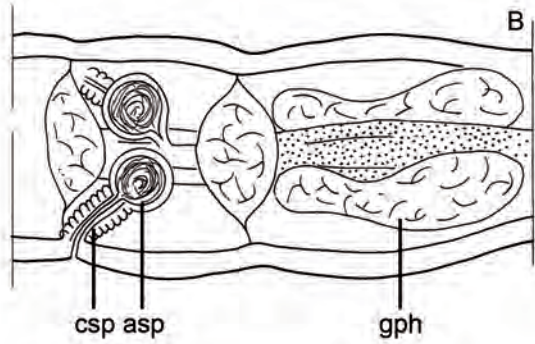
***Marionina argentea* (Michaelsen, 1889) (Fig. 27A-C)**

L = 3-4 mm, s = 19-26. 2 soies droites, sans nodule, dans tous les faisceaux, soies dorsales absentes en II ; vésicule séminale petite ou absente ; ampoule spermathéciale sphérique.

Maroc (Yacoubi-Khebiza, 1990).

Stygophile, crénoxène

Fig. 27 (page opposée). A-C. *Marionina argentea* (Michaelsen, 1889). A. Habitus. **B.** Région antérieure (asp = ampoule spermathéciale ; csp = canal spermathécal ; gph = glandes pharyngiennes). **C.** Soies droites. **D-H. *Marionina riparia* Bretscher, 1899.** **D.** Soies sigmoïdes. **E.** Habitus. **F.** Région antérieure en vue dorsale (asp = ampoule spermathéciale ; bb = bulbe buccal ; coe = coelomocytes ; csp = canal spermathécal ; gc = ganglion cérébroïde ; gs = glandes pharyngiennes ; sm = septum ; sv = soies ventrales). **Ga-b.** Néphridie : b. Boucles du canal néphridien dans l'antéseptale. Echelle A = 500 µm ; E = 1 mm ; F-G = 50 µm. (Dessins d'après : B, C, Gb. Nielsen & Christensen ; D, F, Ga. Baroudi, 1987).



***Marionina riparia* Bretscher, 1899 augm. Černosvitov, 1928**
(Fig. 27D-G)

L = 5 mm, s = 26-30. 3-5 soies par faisceau, légèrement sigmoïdes ; vésicule séminale absente et spermatozoïdes dispersés dans la cavité coelomique.

Maghreb (Martínez-Ansemil & Giani, 1987) : Maroc (Baroudi, 1987 ; Yacoubi-Khebiza, 1996), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b).

Stygoxène, crénoxène.

***Marionina* sp.**

Maroc (Idbennacer, 1990 ; Fakher El Abiari, 1995 ; Yacoubi-Khebiza, 1990, 1996 ; Boulal, 2002), Algérie (Lounaci, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b).

***Mesenchytraeus* Eisen, 1878**

Taille moyenne à grande (7 – 30 mm). Soies souvent épaisses, avec nodule ; paroi du corps épaisse mais non rigide. Soies nettement plus nombreuses dans les faisceaux ventraux que dorsaux (la plupart des espèces européennes). Soies géantes (≥ 2 fois plus épaisses) parfois présentes dans les segments antérieurs dorsaux ou ventraux (chez certaines espèces seulement). Spermathèques habituellement connectées à l'œsophage dans leur partie distale.

Mesenchytraeus est un genre essentiellement terrestre. Une vingtaine d'espèces apparaissent également dans des sites semi-aquatiques, pour la plupart des milieux terrestres détrempés (marécages, tourbières), parfois dans les eaux douces. Le genre est holarctique mais les espèces semi-aquatiques sont restreintes soit à la région paléarctique, soit à la région néarctique, à l'exception de *M. armatus* qui a une distribution holarctique. La plupart des espèces paléarctiques ont une distribution restreinte, souvent dans les pays nordiques, probablement en raison de l'abondance de conditions locales favorables.

A l'heure actuelle, *Mesenchytraeus* n'est connu que du Maroc mais, compte tenu de sa distribution holarctique, sa présence dans les autres pays du Maghreb est pratiquement certaine. *Mesenchytraeus armatus* est la seule espèce signalée jusqu'à présent. Cependant, la description de *M. lusitanicus* Collado, Martínez-Ansemil & Giani, 1993, dans les eaux courantes de la Péninsule ibérique, laisse penser que d'autres (nouvelles ?) espèces puissent être découvertes, pour autant que le milieu adéquat soit investigué (petits cours d'eau permanents d'altitude).

***Mesenchytraeus armatus* (Levinsen, 1884) (Fig. 28)**

L = 9-16 mm, s = 42-55. 1-4 soies dorsales dans les faisceaux préclitelliens, soies dorsales géantes caractéristiques en V-VII, 3-8 soies dorsales dans les faisceaux postclitelliens ; 6-12 soies dans les faisceaux ventraux ; spermathèques constituées d'un long canal ectal, une courte ampoule et un grand diverticule asymétrique (rarement deux).

Maroc (Baroudi, 1987).

Stygophile, crénophile. Commun et répandu dans les milieux terrestres détrempés et les sites semi-aquatiques (rivages).

Références : Nielsen & Christensen, 1959 ; Schmelz & Collado, 2010 (description).

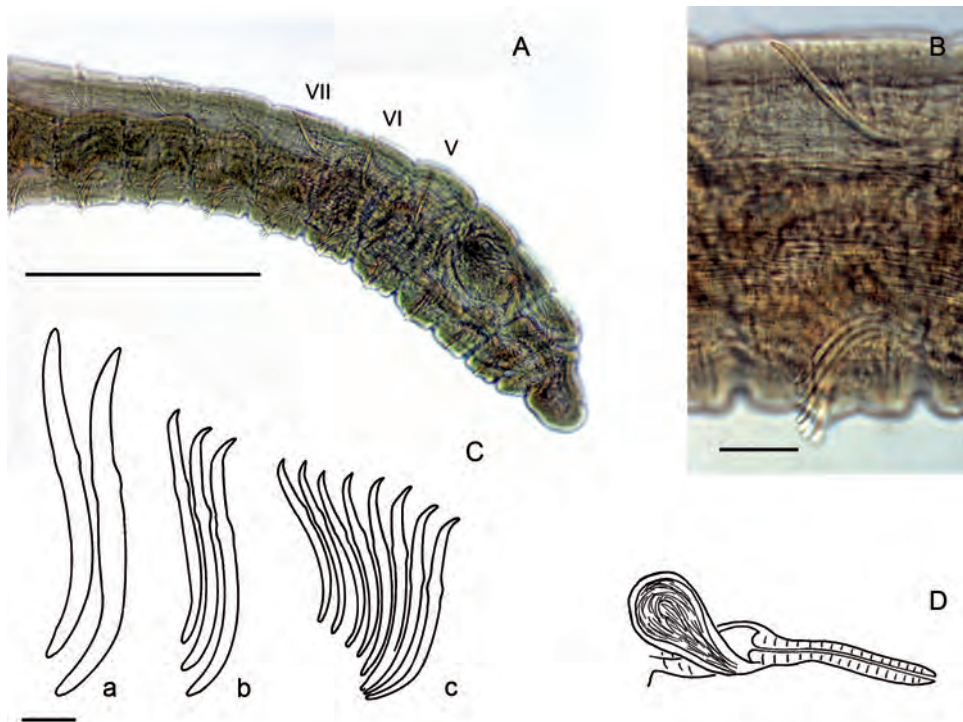


Fig. 28. *Mesenchytraeus armatus* (Levinsen, 1884). **A.** Région antérieure montrant les soies dorsales géantes en V-VII. **B.** Détail des soies en VII. **Ca-c.** Soies : a. Soies dorsales géantes en VI, b. Soies dorsales en IX, c. Soies ventrales dans les segments médians. **D.** Spermathèque. Echelle A = 1 mm ; B = 100 µm ; C = 20 µm. (Dessins d'après : B. Timm & Popčenko, 1978 ; D. Nielsen & Christensen, 1959).

12. Haplotaxidae

Vers très longs (jusqu'à 40 cm), cylindriques, filiformes, blanchâtres. 1 soie dorsale par faisceau, de petite taille, ou absente ; généralement 1 soie ventrale par faisceau (*Haplotaxis*).

***Haplotaxis* Hoffmeister, 1843**

Le genre *Haplotaxis* est constitué d'espèces prédatrices d'autres vers et est défini par plusieurs caractères en relation avec ce comportement particulier, tels que le pharynx musculeux et massif, les soies ventrales de grande taille, uniques, en forme de faucille, et les soies dorsales courtes, droites, uniques, souvent manquantes dans plusieurs, voire tous les segments. Il contient huit espèces dont quatre sont présentes dans la région paléarctique, à savoir *H. ascaridoides* Michaelsen, 1905, *H. dubius* (Hrabě, 1931), *H. gastrochaetus* (Yamaguchi, 1953) et *H. gordioides* (Hartmann, 1821). Cependant, à l'exception de cette dernière, toutes les espèces paléarctiques ont une distribution très locale (respectivement le lac Baïkal, le lac Ohrid et le Japon). Une seule espèce, *H. villiersi* Omodeo, 1987, est connue de la région afrotropicale. Signalée dans un cours d'eau souterrain en Guinée, il ne faut pas s'attendre à la trouver au Maghreb.

***Haplotaxis gordioides* (Hartmann, 1821) (Fig. 29)**

L = 180-400 mm, s = 350-450. Vers cylindriques, très filiformes, aspect blanchâtre – rosâtre. Une seule soie par faisceau, à pointe simple ; soies ventrales de grande taille, variant de presque droites à une forme de faucille ; soies dorsales petites, courtes, pouvant être absentes dans un nombre variable de segments. Pores mâles en XI et XII, pores femelles en XIII-XIV.

Essentiellement présent dans les eaux souterraines et considéré comme stygophile et crénophile. La présence de formes sexuées est très rare et la plupart des références à cette espèce sont basées sur l'examen d'individus immatures. Il est possible que cette espèce constitue, en fait, un complexe d'espèces cryptiques. Pour cette raison, il est conseillé de se référer à cette espèce sous la forme de *Haplotaxis* cf. *gordioides*, et de conserver les spécimens dans les meilleures conditions possibles pour permettre une étude ultérieure du matériel (p. ex. conservation au froid dans l'alcool absolu pour des études génétiques).

Maghreb (Martínez-Ansemil & Giani, 1987) : Maroc (Baroudi, 1985, 1987 ; Idbennacer, 1990 ; Yacoubi-Khebiza, 1990, 1996), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b).

Références : Bouché, 1972 ; Brinkhurst & Jamieson, 1971 (descriptions).

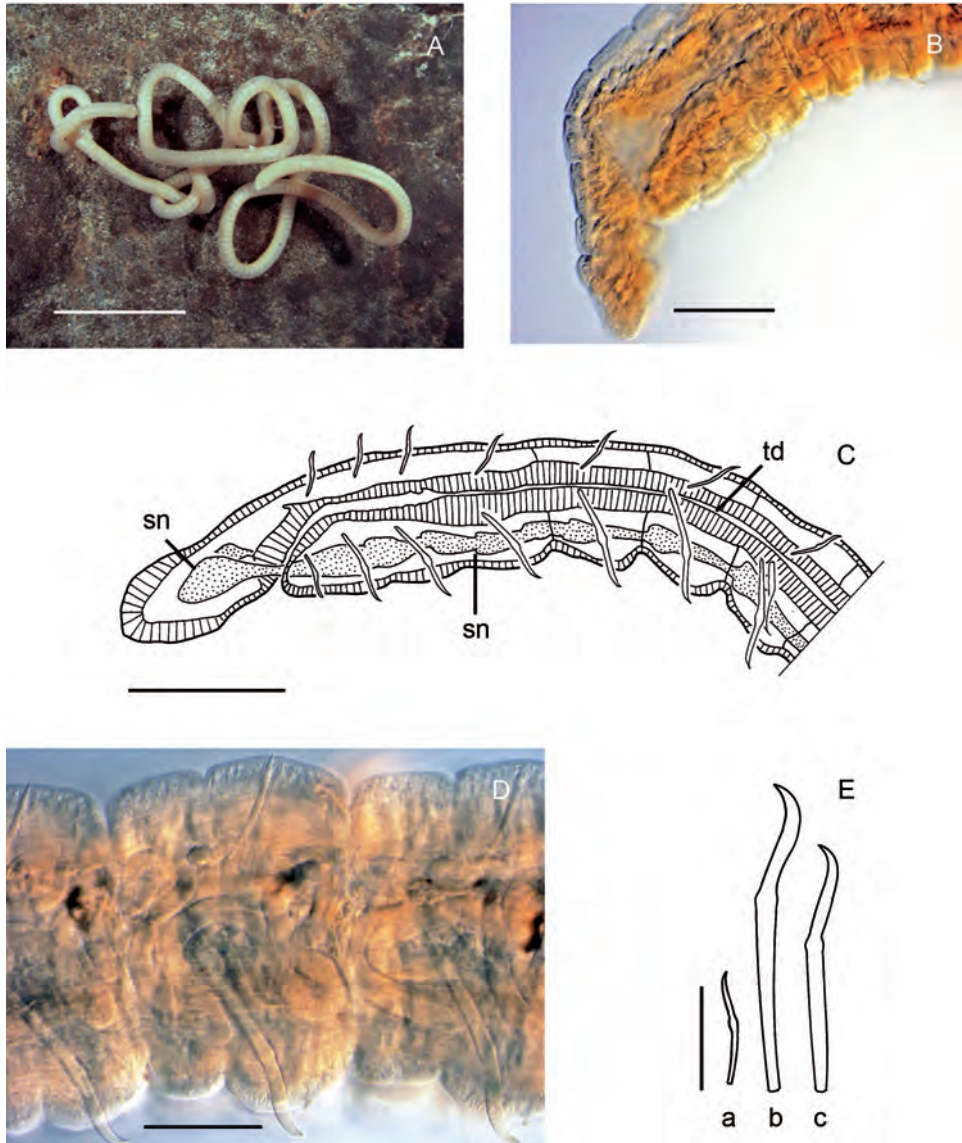


Fig. 29. *Haplotaxis gordioides* (Hartmann, 1821). **A.** Habitus. **B.** Partie antérieure montrant l'augmentation de taille progressive des soies ventrales. **C.** Partie antérieure en coupe sagittale (sn = système nerveux ; td = tube digestif). **D.** Soies au niveau des segments VIII-X. **Ea-c.** Soies : a. soie dorsale en VII, b. soie ventrale en XII, c. soie ventrale en VII. Echelle A = 1 cm ; B-D = 200 µm ; E = 50 µm. (Dessins d'après Boumaiza *et al.*, 1986b).

13. Lumbricidae

Vers de terre vrais (Mégadriles terrimegadriles). Ver de grande taille (plusieurs centimètres) et de gros diamètre ; tégument épais très coloré. Soies épaisses, sigmoïdes, à pointe simple et toujours à deux par faisceau. Le clitellum débute après le segment XX, en une position variable, loin derrière les pores mâles (en XIII).

L'identification des espèces peut se faire à la loupe binoculaire, à faible grossissement, sur la base de la position et de la forme du clitellum et des pores génitaux.

Bien que la plupart des lumbricides soient terrestres, certaines espèces, répandues dans le milieu terrestre, sont régulièrement récoltées dans des habitats aquatiques et semi-aquatiques (zone riparienne, lit des oueds, sols saturés en eau, prés humides). *Eiseniella tetraedra* en est l'exemple le plus typique mais d'autres espèces ont été signalées dans ces milieux (*Eiseniella neapolitana*, *Helodrilus* cf. *oculatus*, *Helodrilus rifensis*, *Allolobophora molleri* complexe, *Nicodrilus* sp. « *gigas* » ; Omodeo *et al.*, 2003 – non traitées ici).

***Eiseniella* Michaelsen, 1900**

***Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826) (Fig. 30)**

L = 30-60 mm, s = 70-90. Parties moyennes et postérieures du corps de section quadrangulaire. Clitellum en forme de selle, débutant après XX, court ($\frac{1}{2}$ XXII – $\frac{1}{2}$ XXVII). Puberculums en $\frac{1}{2}$ XXIII – $\frac{1}{2}$ XXVI, en bande. Pores mâles en XIII ; pores spermathécaux dorsaux, visibles au fond de scissures en IX/X et X/XI.

Le nom de cette espèce fait référence à la section quadrangulaire, caractéristique, des parties moyenne et postérieure du corps.

Bien que le genre soit essentiellement paléarctique, cette espèce est très répandue (distribution holarctique et région afrotropicale). *E. tetraedra* est typiquement ripicole et vit dans le milieu organique des bords de rivière. L'espèce a été observée dans les sources, les grottes, les nappes phréatiques et le milieu hyporhéique, et est considérée comme stygophile et crénoxène.

Maroc (Baroudi, 1985, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987 ; Boumezzough, 1988 ; Ouahsine, 1993 ; Fakher El Abiari, 1999 ; Omodeo *et al.*, 2003), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987 ; Omodeo *et al.*, 2003), Libye (Martínez Ansemil, 1993).

Références : Bouché, 1972 (description, écologie).

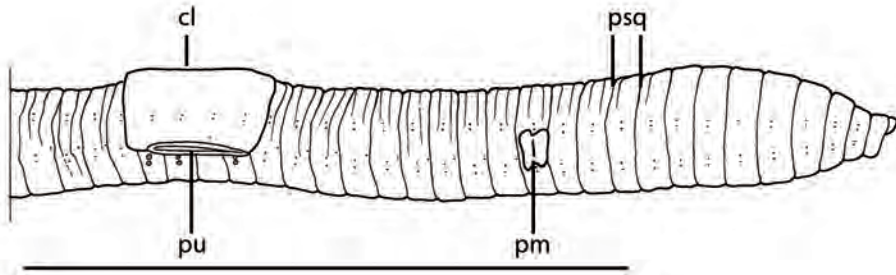


Fig. 30. *Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826). Partie antérieure en vue latérale (cl = clitellum ; pf = pore femelle ; pm = pore mâle ; psq = pores spermathécaux ; pu = puberculum ; sg = soie génitale). Echelle = 1 mm. (Dessin d'après : Bouché, 1972).

14. Lumbriculidae

Vers de taille moyenne (10 – 40 mm). Corps plus ou moins transparent, sang rouge. Deux soies sigmoïdes dans tous les faisceaux, généralement fines, à pointe simple ou bifides, à dent supérieure rudimentaire. Soies génitales exceptionnellement présentes. Proboscis parfois présent. Pores génitaux en IX-XII. Pénis parfois présent.

14.1. Séparation des groupes primaires

1. Soies bifides, à dent supérieure réduite. Vers allongés, cylindriques, qui se fragmentent facilement. Vers de couleur rouge, souvent teintés de vert dans les sillons intersegmentaires de la région antérieure (animal vivant). Formes sexuées rares. Proboscis absent. Eaux de surface *Lumbriculus cf. variegatus* p. 92
2. Soies à pointe simple, exceptionnellement bifides, sigmoïdes, effilées. Vers non pigmentés. Proboscis absent. Double annulation des métamères présente à partir de II. Eaux souterraines *Trichodrilus* p. 93

Le genre *Stylo-drilus* Claparède, 1862 contient également des espèces à soies à pointe simple, qui pourraient être confondues avec *Trichodrilus*, à la suite d'un examen approximatif. Jusqu'à présent, ce genre n'a jamais été mentionné au Maghreb mais, même si cela est peu probable, on ne peut en exclure sa présence, via, par exemple, *S. lemani* (Grube, 1879), espèce répandue en Europe et également signalée au Liban (Proche Orient) (Martínez-Ansemil & Giani, 1987). En cas de doute, il convient de vérifier le nombre et la position des pores spermathécaux par rapport aux pores mâles. Chez *Stylo-drilus*, les pores spermathécaux forment une paire unique et sont antérieurs aux pores mâles. Chez *Trichodrilus*, il y a une à deux paires de pores spermathécaux, et ils sont présents à partir du premier segment postatrial.

14.2. Fiches descriptives des genres et espèces de Lumbriculidae

***Lumbriculus* Grube, 1844**

Soies bifides, à dent supérieure réduite. Vers allongés, cylindriques, qui se fragmentent facilement. Formes sexuées rares. Prostomium absent.

Le genre *Lumbriculus* est fondamentalement un genre holarctique qui contient 14 espèces dont 10 sont présentes dans la région paléarctique, essentiellement dans l'Extrême-Orient russe ou les îles japonaises (Timm & Rodríguez, 1994). Une seule espèce, *Lumbriculus variegatus* est signalée un peu partout dans le monde, à l'exception de la région néotropicale et antarctique, mais il s'agit très vraisemblablement d'introductions d'une espèce envahissante, dont le statut taxonomique est remis en question.

Lumbriculus variegatus est la seule espèce du genre récoltée au Maghreb et il ne faut pas s'attendre à en trouver d'autres.

***Lumbriculus variegatus* (Müller, 1774) (Fig. 31)**

L = 50-80, s = 200-300. Ver de couleur rouge, avec des bandes de pigment vert spécialement marquées dans les segments antérieurs (animal vivant ; peuvent être absentes sur les fragments en cours de régénération). Soies bifides, avec la dent supérieure plus courte que l'inférieure. Vaisseaux sanguins avec expansions latérales ramifiées dans les segments médians et postérieurs. Forme sexuée rare. Reproduction essentiellement asexuée par architomie (fragmentation et régénération après division).

Maroc (Baroudi, 1985, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Stygoxène et crénoxène.

En raison de sa reproduction essentiellement asexuée et de l'absence de caractères somatiques fiables, l'identification de *Lumbriculus variegatus* a toujours été problématique, et de nombreuses formes ont été attribuées à cette espèce (Timm & Rodríguez, 1994). Une étude génétique récente (Gustafsson *et al.*, 2009) a démontré que cette espèce est, en fait, un complexe d'espèces cryptiques, ce qui permettrait d'interpréter, en partie, sa large distribution biogéographique comme un biais lié à une identification difficile. En l'absence d'une révision morphologique de l'espèce, il est conseillé de se référer à ce taxon sous la forme *Lumbriculus variegatus s. lat.*

Références : Cook, 1967 ; Brinkhurst & Jamieson, 1971 (description).

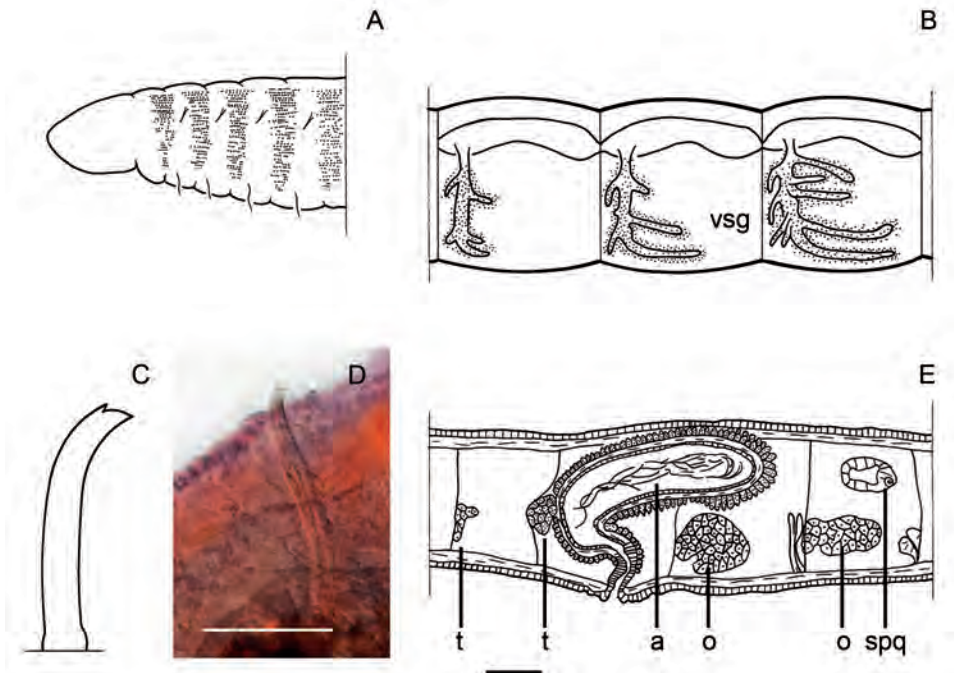


Fig. 31. *Lumbriculus variegatus* (Müller, 1774). **A.** Région antérieure montrant les bandes pigmentées au niveau des sillons intersegmentaires. **B.** Vaisseau sanguin dorsal dans les segments postérieurs avec ses expansions latérales aveugles. **C-D.** Soies bifides. **E.** Appareil génital (a = atrium ; o = ovaire ; spq = spermathèque ; t = testicule). Echelle D = 100 µm ; E = 200 µm. (Dessins d'après : A, C : Hrabě, 1981 ; B : Cook, 1967 ; E : Rodríguez, 1988).

Trichodrilus Claparède, 1862 (Fig. 32)

Soies à pointe simple, exceptionnellement bifides, sigmoïdes, effilées. Vers non pigmentés. Prostomium absent. Double annulation des métamères présente à partir de II. Pores spermathécaux postérieurs aux pores mâles, présents à partir du premier segment postatrial ; pores spermathécaux sur la ligne longitudinale des soies ventrales. Essentiellement présent dans les eaux souterraines.

Le genre *Trichodrilus* contient 37 espèces connues à l'heure actuelle, à distribution holarctique, dont 35 sont restreintes à la région paléarctique. *T. allobrogum* Claparède, 1862 est la seule espèce à large répartition, présente dans plusieurs pays européens mais également signalée au Maghreb et aux Etats-Unis. Le genre est caractéristique des eaux souterraines, avec 24 espèces stygobiontes et 13 espèces stygophiles.

Trois espèces de *Trichodrilus* sont actuellement connues au Maghreb, *T. allobrogum* Claparède, 1862, *T. claparedei* Hrabě, 1937 et *T. macroporphorus* Hrabě, 1954.

Récemment, les *Trichodrilus* du Maroc ont fait l'objet d'une attention particulière (Aït Boughrouss *et al.*, 2009) et il a été démontré, par des outils moléculaires (ADN) que le genre *Trichodrilus* abrite en fait un complexe d'une dizaine d'espèces cryptiques, essentiellement rattachables au « Groupe II » *sensu* Rodríguez & Giani (1994) (voir ci-dessous). Lors de la révision préliminaire du genre en 1994, ce groupe comprenait 11 espèces, parmi lesquelles les trois espèces signalées au Maghreb. Malheureusement, il s'est avéré que la séparation des espèces au sein de ce groupe est problématique, en raison de l'utilisation, dans les descriptions, de caractères qui, soit apparaissent comme variables au sein des populations, soit n'ont pas été diagnostiqués de façon claire par les auteurs. Tout au plus est-il possible de séparer deux sous-groupes sur la base de digitations latérales aveugles du vaisseau sanguin dorsal dans les segments postérieurs, présentes chez *T. allobrogum* et *T. macroporophorus* et absentes chez *T. claparedei*. Les résultats moléculaires de Aït Boughrouss *et al.* (2009) viennent encore compliquer la situation et il devient clair que ce groupe nécessite une révision en profondeur.

Comme si cela n'était pas suffisant, les travaux les plus récents sur les eaux souterraines ont montré que ce milieu était caractérisé par une grande richesse en espèces endémiques (Gibert *et al.*, 2009), dont la distribution géographique a rarement une étendue supérieure à 200 km (Trontelj *et al.*, 2009). Tenant compte de ces observations, il est légitime de s'interroger sur la nature exacte des espèces signalées au Maghreb, sachant qu'elles ont été décrites dans plusieurs pays européens, voire aux Etats-Unis (cas de *Trichodrilus allobrogum*, bien que cette identification ait déjà été mise en doute par Hrabě en 1937 !).

Le lecteur désireux de s'investir dans l'étude de ce groupe d'un grand intérêt débutera utilement par le travail de Rodríguez & Giani (1994). En règle générale, les différentes espèces de *Trichodrilus* présentent une relative uniformité morphologique externe qui rend inévitable, sauf exceptions, l'examen des caractères internes (p. ex. atriums, canaux déférents et vaisseaux sanguins) pour arriver à les différencier. Un examen des spécimens *in toto*, entre lame et lamelle, dans la glycérine, devrait permettre de voir l'essentiel de ces caractères, mais un œil exercé est nécessaire. Aussi, la meilleure méthode reste la division de la partie antérieure du ver en deux parties égales, selon une coupe sagittale, suivie d'un montage classique au baume de Canada, après coloration au paracarmin alcoolique, déshydratation à l'alcool et éclaircissement au xylène (voir « Récolte, conservation, dissection et montage »). La partie postérieure du ver sera conservée isolément pour d'éventuelles études moléculaires futures (ADN), dans l'alcool absolu et au froid (- 20 °C).

Compte tenu des nombreuses incertitudes taxonomiques exposées plus haut, il semble inapproprié de donner une clé d'identification pour les trois « espèces » maghrébines, en l'absence d'un travail de révision du genre en profondeur. Un premier tri des spécimens peut néanmoins s'opérer sur la base suivante :

1. Deux paires de spermathèques ; atriums pyriformes ou sphériques, non compressés latéralement et non tubulaires ; tégument dorsal normal, sans coussinets glandulaires sur les segments postérieurs ; toutes les soies de forme similaire, absence de soies péniennes modifiées ; canaux déférents postérieurs pénétrant en XI
 ***Trichodrilus* « Groupe II » sensu Rodríguez & Giani (1994)**

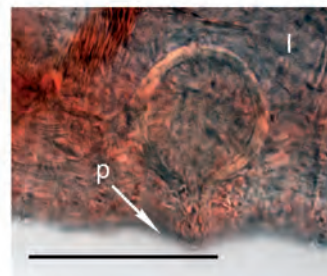
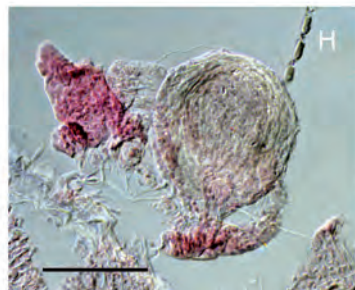
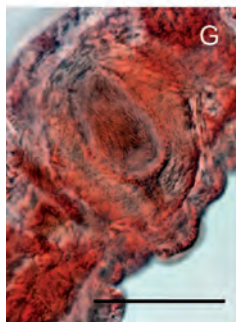
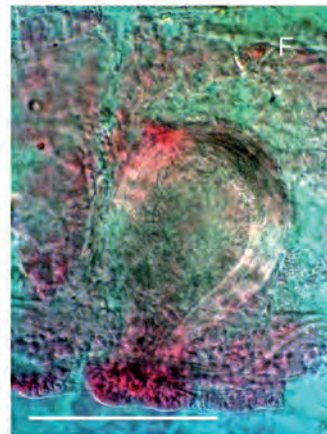
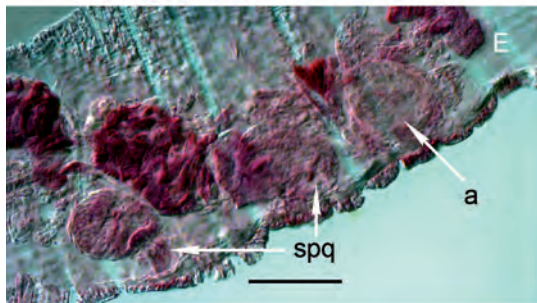
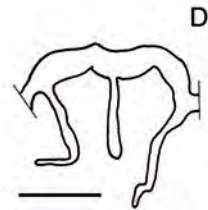
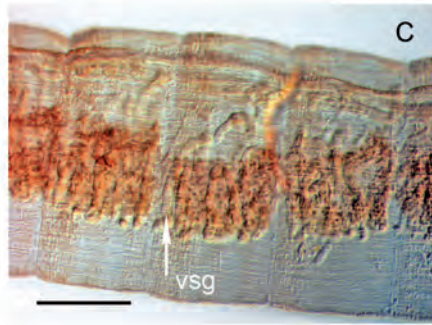
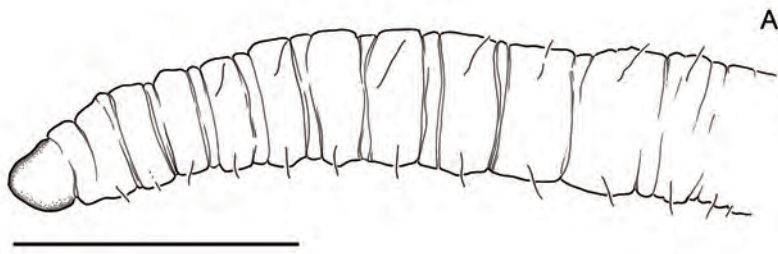
2. Autres cas ***Trichodrilus* sp.**

Au sein du « Groupe II », un second tri pourra se faire entre les espèces qui possèdent, ou non, des digitations latérales aveugles du vaisseau sanguin dans les segments postérieurs.

A l'heure actuelle, on peut dire, sans crainte de se tromper, que le genre *Trichodrilus* abrite une grande richesse spécifique au Maghreb, qui reste à découvrir.

Maghreb (Martínez-Ansemil & Giani, 1987) : Maroc (El Mezdi, 1985 ; Baroudi, 1987 ; Ouahsine, 1993 ; Yacoubi-Khebiza, 1990, 1996 ; Fakher El Abiari, 1999 ; Boulal, 2002), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b).

Fig. 32 (page suivante). *Trichodrilus* Claparède (1862). **A.** Partie antérieure montrant la double annulation des métamères à partir de II. **B.** Soie. **C-D.** Expansions latérales du vaisseau sanguin dorsal dans les segments postérieurs (vsg). **E-H.** Diversité des atriums au sein du « Groupe II » sensu Rodríguez & Giani, 1994. **E.** « *T. allobrogum* » (id. Giani ; a = atrium ; spq = spermathèques). **F.** « *T. macroporophorus* » (id. Giani). **G-H.** *Trichodrilus* sp. **I.** « *T. claparedei* » (coll. Giani) (p = pénis). Echelle A = 1 cm ; B = 50 µm ; C = 200 µm ; D-I = 100 µm. (Dessins d'après : D. Boumaiza *et al.*, 1986b).



15. Naididae – Naidinae, Pristininae

Vers de petite taille (2 – 10 mm). Corps translucide. Yeux souvent présents. Proboscis présent ou absent. Soies dorsales à partir de II (Pristininae) ou III, IV, V, VI (Naidinae), ou parfois absentes (*Chaetogaster*). Soies aciculaires souvent présentes dorsalement ; soies capillaires présentes ou absentes. Reproduction essentiellement asexuée ; présence de chaînes d'individus. Individus matures rares ; clitellum en V-VI, parfois VII-VIII. Soies spermathécales parfois présentes. Gaines péniennes absentes. Nombreuses formes nageuses.

En raison de la rareté des individus matures, la reconnaissance des espèces est essentiellement basée sur des caractères somatiques, en particulier les soies. Malheureusement, il apparaît de plus en plus que les caractères sétaux sont peu fiables pour distinguer certaines espèces. D'une part, ils sont souvent difficiles à évaluer, quand ils ne sont pas contradictoires ou, parfois même, présentent un chevauchement entre espèces. D'autre part, on sait maintenant (Loden & Harman, 1980 ; Chapman & Brinkhurst, 1987) que des facteurs environnementaux peuvent influencer les caractères sétaux. Il en résulte que certains genres, dits « cosmopolites », sont probablement, en réalité, des assemblages d'espèces cryptiques, en particulier *Nais* et *Pristina* (voir Kathman & Brinkhurst, 1998 ; Brinkhurst & Wetzel, 1984). Des études moléculaires en cours (Erséus, *comm. pers.*) devraient permettre d'éclaircir ce point.

Les travaux de Sperber, 1948, 1950 restent, encore à ce jour, la référence incontournable pour obtenir la diagnose précise de la plupart des espèces de ce groupe. La plupart, sinon toutes les clés disponibles pour ce groupe, à l'heure actuelle, sont largement inspirées de ces travaux et, à ce titre, sont probablement des redites (hormis, peut-être Hrabě, 1981).

15.1. Séparation des groupes primaires

1. Soies dorsales absentes ; prostomium réduit (pharynx adapté à un régime carnivore) *Chaetogaster diastrophus* p. 99
2. Soies dorsales présentes, soies capillaires absentes ; prostomium sans proboscis **Groupe 1** p. 98
3. Soies dorsales présentes, soies capillaires présentes ; prostomium sans proboscis **Groupe 2** p. 98
4. Soies dorsales présentes, soies capillaires présentes ; prostomium avec proboscis ; soies à partir du segment II *Pristina* (en partie) p. 121

15.1.1. Groupe 1 : Soies dorsales présentes, soies capillaires absentes (prostomium sans proboscis)

1. Les soies dorsales commencent en V ; plusieurs soies par faisceau dorsal *Paranais* p. 117
2. Les soies dorsales commencent en VI ; une seule soie par faisceau dorsal *Ophidonais serpentina* p. 116

15.1.2. Groupe 2 : Soies dorsales présentes, soies capillaires présentes, prostomium sans proboscis

1. Les soies dorsales commencent en II *Pristina* (en partie) p. 121
2. Les soies dorsales commencent en IV-VI ; présence de papilles branchiales dans une fosse postérieure **Section A (*Dero*)** p. 98
3. Les soies dorsales commencent entre V et VI ; pas de fossette branchiale ; les soies ventrales antérieures peuvent être agrandies **Section B** p. 98

Section A (Les soies dorsales commencent en IV-VI ; présence de papilles branchiales dans une fossette postérieure)

Les espèces de cette section appartiennent toutes au genre *Dero* Oken, 1815.

1. Présence de palpes au niveau de la fossette branchiale, beaucoup plus longs que les branchies *Dero (Aulophorus) furcata* p. 102
2. Pas de palpes au niveau de la fossette branchiale . . . *Dero (Dero)* p. 100

Section B (Les soies dorsales commencent entre V et VI ; pas de fossette branchiale ; les soies ventrales antérieures peuvent être agrandies)

1. 1-2 soies capillaires très allongées en VI ; paroi du corps couverte de papilles glandulaires recouvertes de particules étrangères, rendant le ver opaque. Tunisie *Slavina appendiculata* p. 127
2. Pas de soies capillaires particulièrement allongées ; paroi du corps nue, sans papilles ; changement de forme des soies ventrales à partir de V-VI, avec des modifications parfois considérables chez la plupart des espèces, dans leur longueur totale et leur épaisseur, la position du nodule, et dans la taille relative des dents. *Nais* p. 107

15.2. Fiches descriptives des genres et des espèces de Naididae

***Chaetogaster* von Baer, 1827**

Vers aisément reconnaissables à l'absence de soies dorsales. La partie antérieure du corps est également particulière : les 5 premiers segments sont fusionnés et les soies ventrales ne sont présentes qu'en II (absentes en III-V), probablement en raison du développement du pharynx, adapté à un régime carnivore. Le prostomium est réduit et il n'y a pas d'yeux. Des zones de bourgeonnement et de fission sont souvent présentes sur les individus qui forment des chaînes de zooïdes.

Le genre comprend 17 espèces et est présent dans toutes les zones biogéographiques, à l'exclusion de la zone antarctique. Bien que cosmopolite, *Chaetogaster* est essentiellement paléarctique, avec 16 espèces mentionnées dans cette zone, dont 7 sont exclusives au lac Baïkal. Parmi les espèces paléarctiques, *C. diaphanus* (Gruithuisen, 1828), *C. diastrophus* (Gruithuisen, 1828), *C. langi* Bretscher, 1896 et *C. limnaei* von Baer, 1827 sont cosmopolites (*C. langi* est absent du continent australien) et sont donc susceptibles d'être présentes au Maghreb. Ces espèces ont aussi été mentionnées plusieurs fois dans les eaux souterraines mais leur présence dans ce milieu est considérée comme accidentelle. A l'heure actuelle, seul *C. diastrophus* est connu dans tout le Maghreb.

***Chaetogaster diastrophus* (Gruithuisen, 1828) (Fig. 33)**

L = 1-5 mm, s = 10-16. Soies ventrales bifides ; 4-8 soies en II, 70-112 µm de long ; 3-7 soies dans les autres segments, 42-81 µm de long. Prostomium relativement développé, pointu.

Cosmopolite.

Maghreb : Maroc (Baroudi, 1987), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Stygoxène et crénoxène.

Comme probablement la plupart des espèces « cosmopolites », cette espèce est vraisemblablement un complexe d'espèces mal définies. Selon Hiltunen & Klemm (1980), *C. langi*, qui se distingue habituellement de *C. diastrophus* par un prostomium moins marqué, à extrémité obtuse, doit être mis en synonymie avec cette dernière. Cependant, Timm (2009) considère toujours *C. langi* comme une espèce valide. *C. diaphanus* diffère de *C. diastrophus* par une plus grande taille (2,5-25 mm) et des soies ventrales en II d'une longueur supérieure à 200 µm. *C. limnaei* vit en commensal dans la cavité du manteau des mollusques.

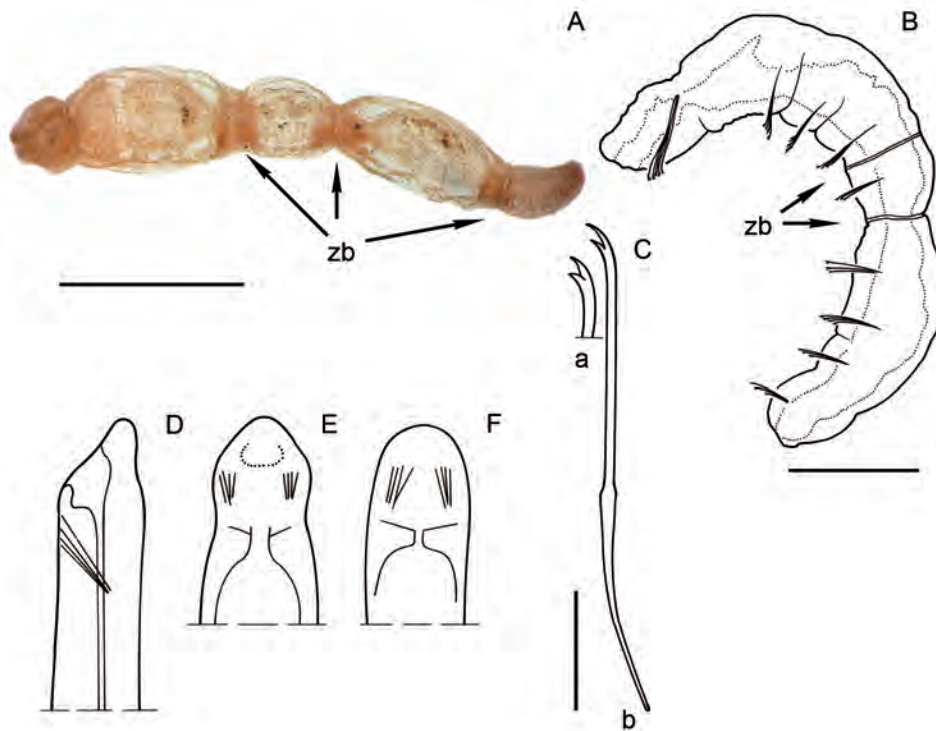


Fig. 33. *Chaetogaster diastrophus* (Gruithuisen, 1828). **A, B.** Habitus (vue latérale ; zb = zone de bourgeonnement) ; **C-a-b.** Soies ventrales : a. extrémité distale des soies en II, b. soies en VI. **D.** Partie antérieure observée sur du matériel vivant (vue latérale). **E, F.** Partie antérieure observée sur du matériel fixé (vue ventrale). Echelle A, C = 100 µm ; B = 50 µm. (Dessins d'après : C. Sperber, 1950 ; D-F. Hrabě, 1981).

Dero Oken, 1815

Les soies dorsales commencent en IV-VI ; présence de papilles branchiales dans une fossette postérieure.

Le genre *Dero* est constitué de trois sous-genres, *Dero (Aulophorus)*, *Dero (Dero)* et *Dero (Allodero)* ; ce dernier vit dans l'urètre de grenouilles et est absent du Maghreb et de la zone paléarctique en général. *Dero* est clairement un genre qui affectionne les milieux tropicaux : sur les 56 espèces connues à l'heure actuelle, près de 80 % sont présentes dans les régions néotropicale et orientale. La présence de branchies peut être vue comme une adaptation aux eaux chaudes de ces régions, où la dissolution de l'oxygène est réduite, associée à un mode de vie sédentaire, à la surface du sédiment. En effet, les espèces vivent habituellement dans des manchons de particules agglomérées par des sécrétions de mucus, fixés dans le sédiment.

La région paléarctique est particulièrement pauvre en espèces, avec 7 espèces connues, et seulement 5 si l'on s'en tient à l'Europe. Toutes les espèces européennes ont été trouvées au Maghreb, à l'exception de *D. (D.) dorsalis*. Cette dernière se distingue aisément des autres espèces par les soies dorsales présentes à partir du segment IV (à partir du segment VI pour les autres) et la présence de 5 paires de branchies.

De Henau & Dumont (1976) ont mentionné la présence de *D. (D.) raviensis* dans le Sahara occidental marocain, espèce afrotropicale, également signalée en région néotropicale. Cette occurrence est intéressante dans la mesure où, tout comme *Astacopsidrilus naceri* (Phreodrilidae), il s'agirait d'une espèce à distribution paléotropicale, qui aurait atteint, dans le Sahara occidental marocain, la limite nord de son extension géographique. Malheureusement, la description sommaire qui en est donnée, basée exclusivement sur les soies, laisse supposer qu'il y ait eu confusion avec *Nais communis*. Dans le doute, *D. (D.) raviensis* est reprise dans la clé ci-dessous.

La présence de *Dero* dans les eaux souterraines est considérée comme accidentelle sauf pour *D. (A.) furcata* qui est stygophile (puits).

Les 4 espèces maghrébines du sous-genre *Dero (Dero)* peuvent être distinguées comme suit :

1. Soies aciculaires avec la dent supérieure plus grande que la dent inférieure ; habituellement 4 paires de branchies dans la fossette branchiale (rarement une ou plusieurs paires peuvent manquer) . . . *Dero (Dero) digitata* p. 102
2. Soies aciculaires à dents de longueur égale; fossette branchiale non prolongée vers l'arrière, 3 paires de branchies ventrales digitiformes *Dero (Dero) obtusa* p. 104
3. Soies aciculaires à dents de longueur égale ; fossette branchiale prolongée vers l'arrière, 3 paires de branchies ventrales de courte taille *Dero (Dero) nivea* p. 104
4. Soies aciculaires avec la dent supérieure plus grande que l'inférieure ; fossette branchiale réduite, branchies absentes ; animal minuscule (1,5 mm). *Dero (Dero) raviensis* p. 106

En raison de sa taille minuscule et de la fossette branchiale réduite, sans branchies apparentes, *D. raviensis* pourrait être confondu, à première vue, avec une espèce de *Nais* (ce qui a été le cas, à l'origine, puisque le descripteur de l'espèce, Stephenson (1914), avait attribué cette espèce au genre *Nais*). Deux indices devraient permettre de reconnaître cette espèce : (1) les bords avant et latéraux de la fossette branchiale contractés sous forme de rides sur les spécimens fixés, et (2) l'ouverture dorsale de l'anus, dans la fossette branchiale, typique du genre *Dero*.

***Dero (Aulophorus) furcata* (Müller, 1773) (Fig. 34A-D)**

L = 6-20 mm, s = 35-82. Soies dorsales à partir de V. 1 soie capillaire et 1 soie aciculaire par faisceau ; soie aciculaire avec la dent supérieure plus fine et plus courte que la dent inférieure. 2-5 soies ventrales en II-IV, à dents longues et avec la dent supérieure plus longue que l'inférieure ; dents de taille similaire à partir de V ; dent supérieure plus courte que l'inférieure dans les segments postérieurs. 3 paires de branchies ; présence de palpes au niveau de la fossette branchiale, beaucoup plus longs que les branchies.

Maroc (Idbennacer, 1990 ; Fakher El Abiari, 1995 ; Boulal, 2002), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Stygophile.

Références : Sperber, 1948, 1950.

***Dero (Dero) digitata* (Müller, 1773) (Fig. 34E-G)**

L = 6-32 mm, s = 20-105. Soies dorsales à partir de VI. 1 capillaire et 1 soie aciculaire par faisceau ; soies aciculaires avec la dent supérieure 1,5 fois plus longue que l'inférieure ; 3-6 soies ventrales en II-V, plus longues que dans les segments suivants, avec la dent supérieure 1,5-2 fois plus grande que la dent inférieure ; 2-5 soies ventrales à partir de VI, plus courtes que en II-V, avec la dent supérieure à peine plus longue que l'inférieure. Habituellement 4 paires de branchies dans la fossette branchiale, une petite paire dorsale et trois paires ventrales

Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Stygoxène.

Références : Sperber, 1948, 1950.

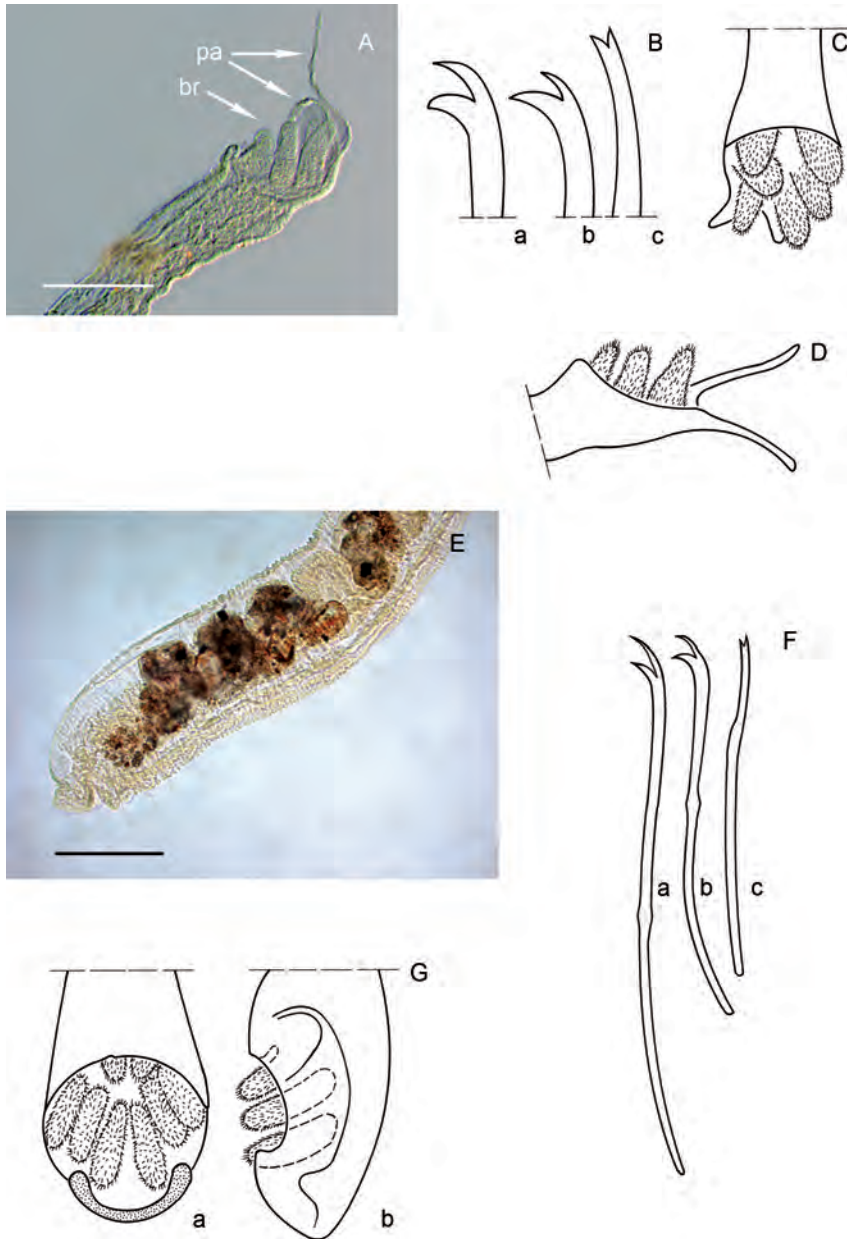


Fig. 34. A-D. *Dero furcata* (Müller, 1773). **A.** Région postérieure avec la fossette branchiale (br) et les palpes (pa). **Ba-c.** Extrémités distales de soies : a. soie ventrale en II, b. soie ventrale en XV, c. soie aciculaire. **C.** Fossette branchiale en vue dorsale. **D.** Fossette branchiale en vue latérale. **E-G. *Dero digitata*** (Müller, 1773). **E.** Région antérieure. **Fa-c.** Soies : a. soie ventrale en II, b. soie ventrale en VI, c. soie aciculaire. **Ga-b.** Fossette branchiale : a. vue dorsale, b. vue latérale. Echelle A, E = 100 µm. (Dessins d'après : B-D, G. Hrabě, 1981 ; F. Sperber, 1950).

***Dero (Dero) nivea* Aiyer, 1930 (Fig. 35A-E)**

L = 2,5-10 mm, s = 23-30. Soies dorsales à partir de VI. 1 soie capillaire et 1 soie aciculaire par faisceau ; soies aciculaires à dents de longueur égale. 4 soies ventrales par faisceau, plus fines et plus longues en II-V que dans les autres segments, avec la dent supérieure presque 2 fois plus longue que l'inférieure ; dents subégales dans les segments postérieurs. 3 paires de branchies, de courte taille. Fossette branchiale prolongée vers l'arrière.

Maroc (Boulal, 2002).

Stygoxène.

Références : Sperber, 1948, 1950.

La longueur de la fossette branchiale s'apprécie mieux sur des animaux vivants. Sur des spécimens fixés, ce caractère peut être moins marqué en raison de la rétraction des tissus.

***Dero (Dero) obtusa* d'Udekem, 1855 (Fig. 35F-J)**

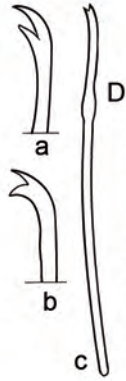
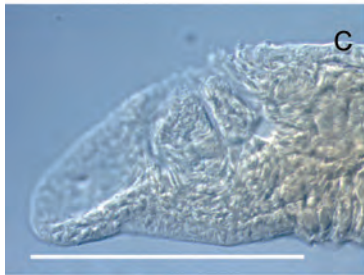
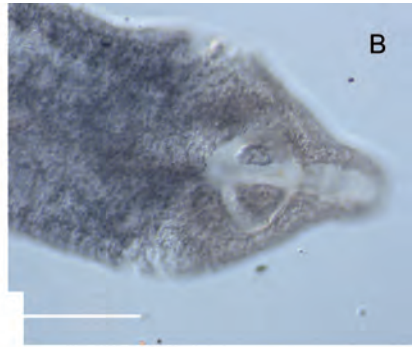
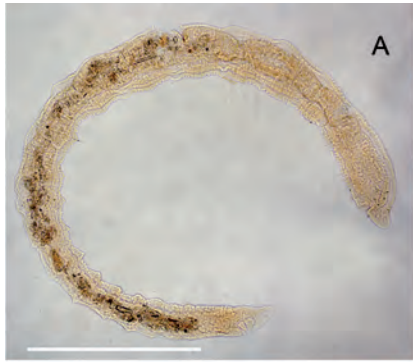
L = 5-17 mm, s = 21-35. Soies dorsales à partir de VI. Habituellement 1 soie capillaire et 1 soie aciculaire par faisceau, parfois 1 paire de soies ; soies aciculaires avec de fines dents de longueur égale. 2-5 soies ventrales en II-V, plus fines que dans les segments postérieurs et avec la dent supérieure 2 fois plus longue que l'inférieure ; 3-6 soies ventrales à partir de VI, plus courtes que dans les segments II-V, avec les dents de taille semblable. 3 paires de branchies ventrales, digitiformes ; fossette branchiale non prolongée vers l'arrière.

Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Stygoxène.

Références : Sperber, 1948, 1950.

Fig. 35 (page opposée). A-E. *Dero nivea* Aiyer, 1930. A. Habitus. **B.** Fossette branchiale contractée sur animal fixé, vue dorsale. **C.** Fossette branchiale (vue latéro-dorsale). **Da-c.** Soies : a. soie ventrale en III, b. soie ventrale postérieure, c. soie aciculaire. **E.** Fossette branchiale (vue dorsale). **F-J. *Dero obtusa* d'Udekem, 1855. F.** Région antérieure. **G.** Région postérieure avec fossette branchiale. **H.** Fossette branchiale (vue dorsale). **Ia-c.** Soies : a. soies dorsales en VII, b. soie ventrale en III, c. soie ventrale postérieure. **J.** Fossette branchiale en vue latérale. Echelle A = 500 µm ; F-G = 200 µm ; B, C, E, H = 100 µm (Dessins d'après : D. Sperber, 1950 ; I-J. Boumaiza *et al.*, 1986b).



***Dero (Dero) raviensis* (Stephenson, 1914) (Fig. 36)**

L = 1,5 mm, s = 12-30. Soies dorsales à partir de VI. 1 soie capillaire et une soie aciculaire par faisceau ; soies capillaires courtes et plumeuses, soies aciculaires bifides. 2-5 soies ventrales en II-V, 2 fois plus longues que dans les segments postérieurs mais d'épaisseur similaire (2,2 et 2,5 μm , respectivement), avec la dent supérieure 2 fois plus longue que la dent inférieure ; 3 à 4 soies par faisceau dans les segments postérieurs, diminuant jusqu'à 1 soie par faisceau, bifides, à dents subégales. Fossette branchiale réduite, peu visible ; bords antérieurs et latéraux de la fossette sous forme ridée sur les spécimens fixés. Branchies absentes. Ouverture dorsale de l'anus entourée de la fossette branchiale.

Maroc, Sahara occidental (De Henau & Dumont, 1976) ?

Références : Stephenson, 1914 ; Grimm, 1985 (descriptions).

Grimm (1985) mentionne la présence de minuscules dents intermédiaires sur les soies aciculaires, caractère non mentionné par De Henau & Dumont (1976), ni par Stephenson (1914) dans sa description originale. La taille minuscule des spécimens rend probablement ce caractère difficile à observer sans recourir à des moyens particuliers, tel que la microscopie électronique.

Un examen de la description sommaire des spécimens récoltés dans le Sahara occidental, basée uniquement sur les soies, jette un doute sur l'identification donnée par De Henau & Dumont (1976) et laisse supposer une confusion avec une espèce de *Nais*, probablement *Nais communis*. Chez *D. raviensis*, les soies aciculaires sont légèrement plus courtes que les soies ventrales postérieures (respectivement 33 – 46 μm et 39 – 51 μm) (Grimm, 1985). Sur les spécimens de De Henau & Dumont (1976), ces soies sont presque deux fois plus longues que les soies ventrales postérieures (87 et 55 μm , respectivement). D'autre part, les soies ventrales antérieures (II-V) dépassent également la limite supérieure de la variabilité de taille donnée par Grimm (1985), soit 110 et 65 – 90 μm , respectivement.

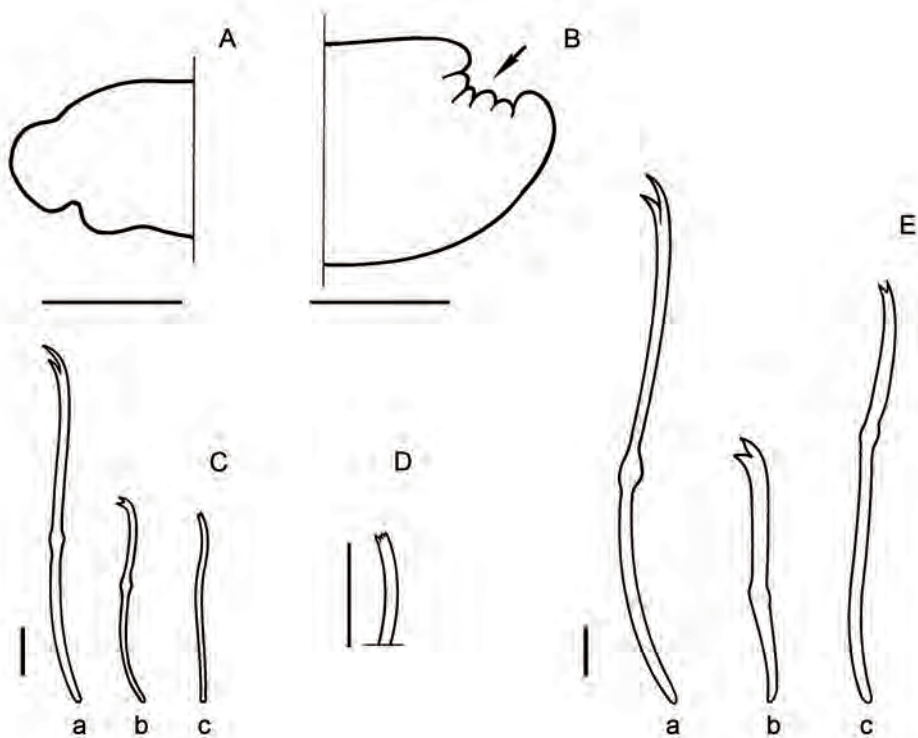


Fig. 36. *Dero raviensis* (Stephenson, 1914). **A.** Région antérieure (prostomium et ouverture buccale). **B.** Région postérieure : ouverture dorsale de l'anus, avec la fossette branchiale ridée sur les spécimens fixés. **Ca-c.** Soies (d'après Grimm, 1985) : a. soie ventrale en II-V, b. soie ventrale postérieure, c. soie aciculaire. **D.** Détail de l'extrémité ectale des soies aciculaires (d'après Grimm, 1985). **Ea-c.** Soies (d'après De Henau & Dumont, 1976) : a. soie ventrale en II-V, b. soie ventrale postérieure, c. soie aciculaire. Echelle A-B = 100 µm ; C-E = 10 µm (Dessins d'après : A-D. Grimm, 1985 ; E. De Henau & Dumont, 1976).

***Nais* Müller, 1773**

Soies capillaires, soies dorsales à partir de VI, pas de proboscis, changement de forme des soies ventrales entre V et VI. Yeux présents ou absents.

Le genre *Nais* contient 30 espèces, réparties sur tous les continents. Il est le seul genre réellement représenté dans toutes les régions biogéographiques, étant également présent sur l'île subantarctique Kerguelen (dans la région antarctique). 21 espèces sont connues de la région paléarctique, dont 5 sont exclusives au lac Baïkal. L'Europe abrite 13 espèces, dont 8 sont présentes au Maghreb. Si on exclut *N. bihorensis* Pop, 1971, à distribution restreinte (eaux thermales en Roumanie), les 4 espèces suivantes sont susceptibles d'être rencontrées au Maghreb : *N. alpina* Sperber, 1948, *N. behningi* Michaelsen, 1923, *N. simplex*

Piguet, 1906 et *N. pseudobtusa* Piguet, 1906. Toutes ces espèces possèdent des soies aciculaires simples, comme *N. barbata*. Elles sont décrites en détail dans Sperber (1948) et peuvent être identifiées en utilisant la clé de Sperber (1950), de Kathman & Brinkhurst (1998) ou de Timm (2009).

La présence de *Nais* dans les eaux souterraines est fondamentalement accidentelle. Seule *N. communis* est considérée comme stygophile et crénophile.

Les 8 espèces maghrébines peuvent être distinguées comme suit :

1. Soies aciculaires simples. ***Nais barbata*** p. 109
2. Soies aciculaires bifides ; soies ventrales en II-V beaucoup plus fines que dans les segments suivants ; la dent inférieure des soies en II-V forme un angle aigu fermé avec la dent supérieure **Section A** p. 108
3. Soies aciculaires bifides ; soies ventrales en II-V presque aussi épaisses, ou aussi épaisses, que dans les segments suivants ; la dent inférieure des soies en II-V forme un angle aigu très ouvert, parfois presque perpendiculaire avec la dent supérieure **Section B** p. 109

Section A (soies aciculaires bifides ; soies ventrales en II-V beaucoup plus fines que dans les segments suivants, angle aigu fermé entre la dent inférieure et la dent supérieure des soies II-V)

1. Soies ventrales très épaissies à partir de VII ; soies souvent géantes dans certains segments suivants (VIII-XIII), avec la dent inférieure extrêmement réduite ***Nais bretscheri*** p. 109
2. Soies ventrales à partir de VI d'un seul type dans un même faisceau, à dent supérieure 2-4 fois plus grande que l'inférieure dans tous les segments ***Nais stolci*** p. 114
3. Soies ventrales à partir de VI avec la dent supérieure de taille égale, voire plus courte, que l'inférieure dans tous les segments ; dents des soies aciculaires très petites, difficiles à voir ***Nais christinae*** p. 111
4. Soies ventrales à partir de VI parfois de deux types dans un même faisceau : (1) soies normales dont certaines avec la dent supérieure plus longue que l'inférieure, (2) soies épaissies avec la dent supérieure 2-3 fois plus grande que l'inférieure (type « 2 » parfois absent) ; prédominance des soies ventrales à dents subégales, voire seul type de soie ventrale, au-delà de la zone de fission ; dents des soies aciculaires relativement longues, visibles sans devoir passer à l'immersion (1000 X) ***Nais pardalis*** p. 112

Section B (Soies aciculaires bifides ; soies ventrales en II-V presque aussi épaisses, ou aussi épaisses, que dans les segments suivants, angle à 90°, ou presque, entre la dent inférieure et supérieure des soies II-V)

1. Soies aciculaires à dents longues et parallèles **Nais elinguis** p. 112
2. Soies aciculaires à dents courtes, dilatation stomacale progressive
 **Nais communis** p. 111
3. Soies aciculaires à dents courtes, présence d'une dilatation stomacale bien
 marquée **Nais variabilis** p. 114

Nais barbata Müller, 1773 (Fig. 37A-E)

L = 3,5-6 mm, s = 25-33. 1-5 soies capillaires par faisceau accompagnées de 2-5 soies aciculaires à pointe simple, avec une extrémité longuement effilée. 2-5 soies ventrales par faisceau ; en II-V, beaucoup plus longues, fines et droites, avec la dent supérieure plus longue que l'inférieure ; dans les segments suivants, dents de longueur égale avec la dent inférieure beaucoup plus robuste que la supérieure. Le nom de l'espèce fait allusion au nombre élevé de soies dorsales, unique au sein du genre, qui donne un aspect « barbu » au ver.

Maroc (Baroudi, 1987).

Références : Sperber, 1948, 1950.

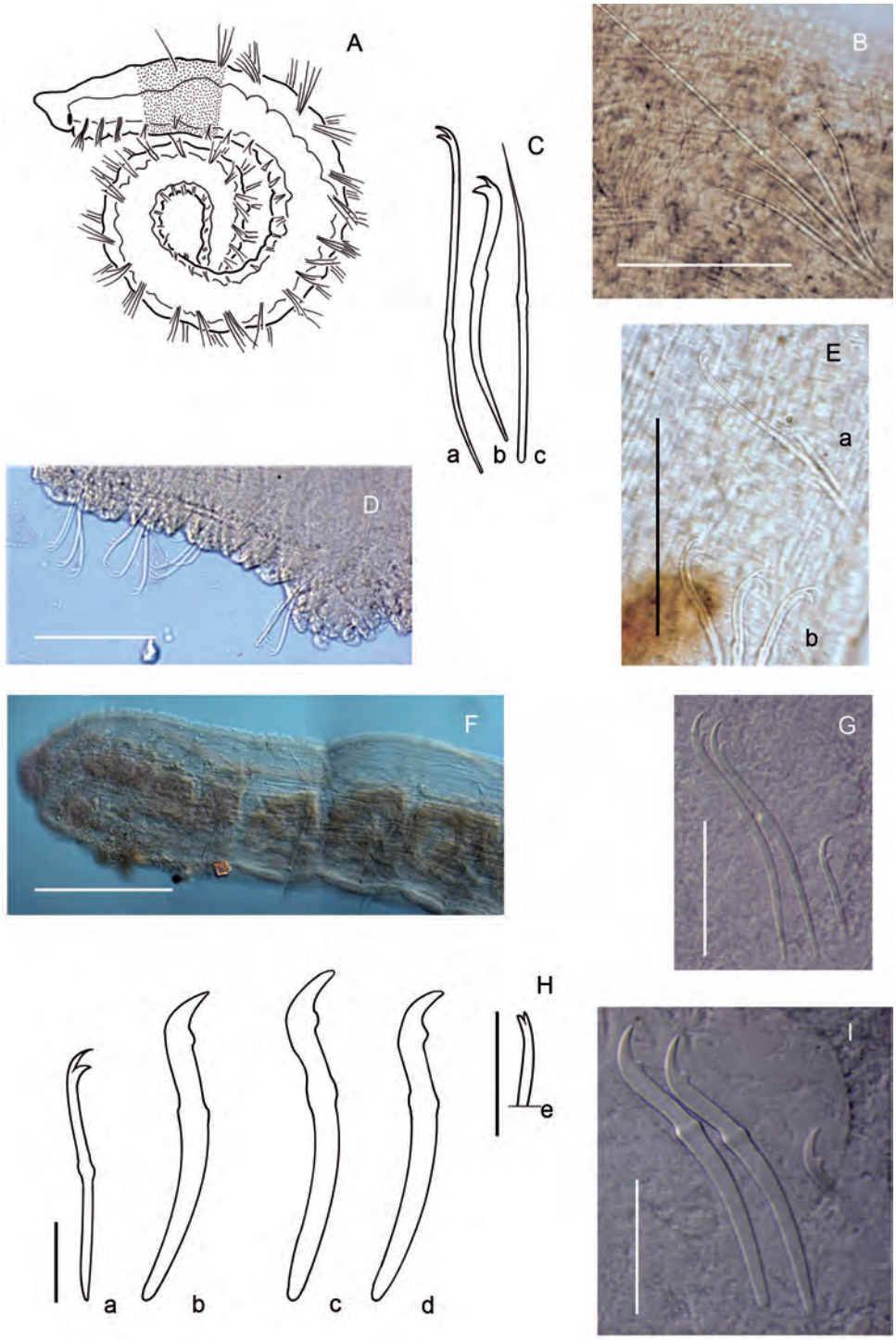
Nais bretscheri Piguet, 1906 (Fig. 37F-I)

L = 3-7 mm, s = 19-34. Yeux parfois absents. 1-2 soies capillaires et 1-2 soies aciculaires bifides par faisceau dorsal. 2-7 soies ventrales en II-V, droites, avec la dent supérieure deux fois plus longue que l'inférieure ; à partir de VI, 1-6 soies ventrales de trois types distincts : (1) soie normale, avec la dent supérieure similaire à 3 fois plus longue que l'inférieure mais plus fine, (2) soie épaissie, avec la dent supérieure aussi épaisse et 2-3 plus longue que l'inférieure, (3) soie géante avec la dent supérieure brutalement courbée à la base et la dent inférieure fortement réduite.

Maroc (Baroudi, 1985, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987 ; Yacoubi-Khebiza, 1990, 1996), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Références : Sperber, 1948, 1950.

Fig. 37 (page suivante). A-E. Nais barbata Müller, 1773. A. Habitus. **B.** Soies dorsales (capillaires et aciculaires). **Ca-c.** Soies : a. soie ventrale en II, b. soie ventrale (segment postérieur à V), c. aiguille. **D.** Soies ventrales en II-V (de la gauche vers la droite). **Ea-b.** Soies ventrales : a. soies en V, b. soies en VI. **F-I. Nais bretscheri Piguet, 1906. F.** Région antérieure. **G.** Soies ventrales en VI. **Ha-e.** Soies : a. soie ventrale en VI, b. soie ventrale en VIII, c. soie ventrale en IX, d. soie ventrale en X, e. extrémité distale d'une soie aciculaire. **I.** Soies ventrales en VII. Echelle B, D-F = 100 µm ; G, I = 50 µm ; Ha, He = 25 µm (Dessins d'après : A. Timm, 2009 ; C. Sperber, 1950 ; He. Baroudi, 1987).



***Nais christinae* Kasprzak, 1973 (Fig. 38A-B)**

L = 5-8 mm, s = 29. Yeux présents. 1(2) soies capillaires lisses par faisceau dorsal, 1-2 soies aciculaires bifides, avec deux petites dents. 3-4 soies ventrales en II-V, plus longues et plus fines que dans les segments suivants, avec la dent supérieure légèrement plus fine et 1,5 fois plus longue que l'inférieure ; 2-3 soies ventrales à partir de VI, épaisses et fortement courbées en S, avec la dent inférieure beaucoup plus épaisse et de taille similaire, voire plus longue, que la dent supérieure.

Maroc (Baroudi, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Références : Kasprzak (1973, 1981).

La distinction entre *Nais christinae* et *N. pardalis* est délicate et les descriptions originales restent ambiguës. *N. pardalis* est décrite avec une dilatation stomacale caractéristique mais ce caractère n'est pas documenté chez *N. christinae*. Chez *N. christinae*, la dent supérieure des soies ventrales est de longueur égale, voire plus courte que la dent inférieure dès les segments VI-VII alors que ce caractère apparaîtrait plus loin (segment XV) chez *N. pardalis*. Chez cette dernière espèce, la dent supérieure des soies ventrales est plus longue que l'inférieure sur certaines soies, à partir de VI, mais il semble que ces soies n'apparaissent que chez les individus âgés, ce qui n'aide pas à résoudre le problème si on a affaire à des individus juvéniles.

***Nais communis* Piguët, 1906 (Fig. 38C-D)**

L = 1,8-12 mm, s = 12-32. Yeux présents. 1-2 soies capillaires par faisceau dorsal, accompagnée de 1-2 soies aciculaires, bifides, à dents courtes et divergentes. 2-6 soies ventrales par faisceau, de taille similaire dans tous les segments, celles en II étant légèrement plus fines et plus droites que les autres. Présence d'une dilatation stomacale progressive.

Maghreb : Maroc (Baroudi, 1987 ; Yacoubi-Khebiza, 1990, 1996 ; Fakher El Abiari, 1995), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987), Tunisie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Boumaiza, 1986a,b ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Références : Sperber, 1948, 1950.

La distinction entre cette espèce et *N. variabilis* repose essentiellement sur la nature de la dilatation stomacale (progressive ou abrupte). Des données moléculaires récentes (Envall, 2009) ont montré que ces deux « espèces » formaient en réalité un assemblage d'au moins cinq lignées évolutives distinctes, révélant ainsi la présence d'un complexe d'espèces cryptiques. A l'heure actuelle, aucune étude morphologique de ce complexe n'a été conduite, ce qui empêche de définir ces espèces autrement qu'avec des critères moléculaires. Cette étude illustre bien la fragilité de la taxonomie des naïdines, basée essentiellement sur la chétotaxie, au détriment des organes génitaux.

***Nais elinguis* Müller, 1773 (Fig. 38E-G)**

L = 2,2-12 mm, s = 15-37. Yeux rarement absents. 1-3 soies capillaires et soies aciculaires par faisceau ; soies aciculaires bifides, à dents longues et parallèles. 2-5 soies ventrales par faisceau, avec la dent supérieure deux fois plus longue que l'inférieure ; en II-V, soies ventrales légèrement plus fines et plus droites que dans les segments suivants.

Maghreb (Martínez-Ansemil & Giani, 1987) : Maroc (Baroudi, 1985, 1987 ; Yacoubi-Khebiza, 1990, 1996), Algérie (Gauthier, 1928 ; Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987 ; Arab *et al.*, 2004), Tunisie (Boumaiza, 1986a,b ; Gagneur *et al.*, 1986).

Fréquente et abondante en Afrique du Nord, cette espèce semble avoir une préférence pour des eaux fortement minéralisées (Martínez Ansemil, 1990).

Références : Sperber, 1948, 1950.

***Nais pardalis* Pignet, 1906 (Fig. 39A-D)**

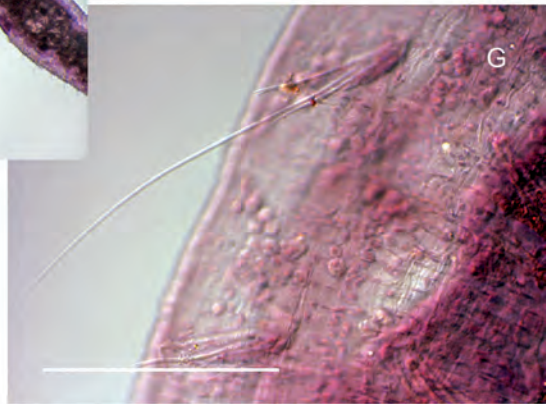
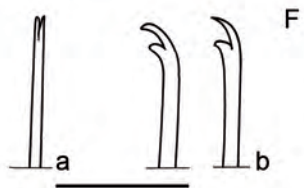
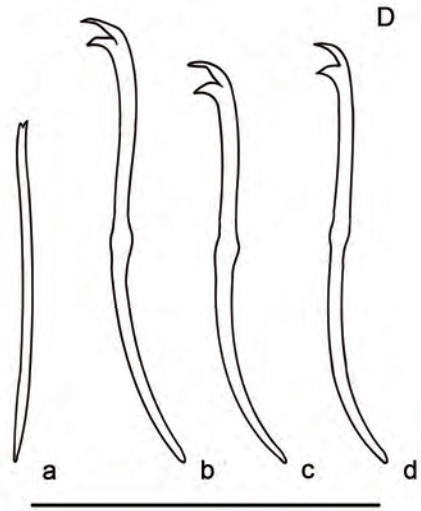
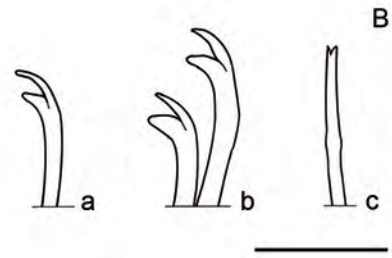
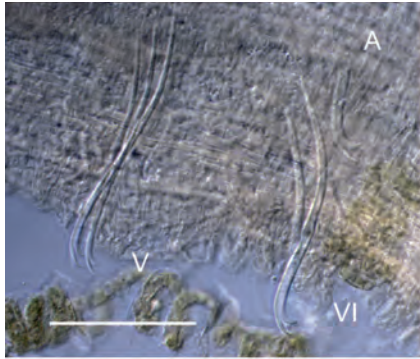
L = 2,5-7 mm, s = 19-32. Yeux présents. 1-2 soies capillaires et aciculaires par faisceau ; soies aciculaires bifides, avec de fines dents de longueur semblable. 2-5 soies ventrales en II-V, avec la dent supérieure 1,5-2 fois plus longue que l'inférieure ; à partir de VI, soies de deux types : (1) soies normales, d'épaisseur variable, avec la dent supérieure plus longue, de longueur égale, ou plus courte que la dent inférieure, et (2) soies épaisses, avec la dent supérieure 2-3 fois plus longue que l'inférieure. Dilatation stomacale nette avec présence de cellules caractéristiques se projetant dans l'estomac.

Maghreb (Martínez-Ansemil & Giani, 1987) : Maroc (Baroudi, 1985, 1987), Algérie (Gauthier, 1928 ; Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b).

Références : Sperber, 1948, 1950.

La distinction entre *N. pardalis* et *N. christinae* n'est pas claire dans les descriptions originales (voir *N. christinae* p. 111).

Fig. 38 (page opposée). A-B. *Nais christinae* Kasprzak, 1973. **A.** Soies ventrales en V et VI. **Ba-c.** Soies : a. soie ventrale en II, b. soie ventrale en VI, c. soie aciculaire. **C-D.** *Nais communis* Pignet, 1906. **C.** Habitus (ds : dilatation stomacale progressive). **Da-d.** Soies : a. soie aciculaire en IX, b-d. soies ventrales dans les segments IV, IX et X. **E-G.** *Nais elinguis* Müller, 1773. **E.** Habitus. **Fa-b.** Soies : a. soie aciculaire, b. soies ventrales. **G.** Soies aciculaires et capillaires. Echelle E = 1 mm ; C = 250 µm ; G = 100 µm ; A, D = 50 µm ; B = 25 µm (Dessins d'après B, F. Baroudi, 1987).



***Nais stolci* Hrabě, 1981 (Fig. 39E)**

Yeux présents. 1(2) soies capillaires et 1 soie aciculaire bifide par faisceau dorsal, avec deux longues dents. 3-5 soies ventrales en II-V, beaucoup plus fines que dans les segments suivants, à dent supérieure 2 fois plus longue que l'inférieure ; 2-3 soies ventrales à partir de VI, parfois 4(5) dans les segments du milieu, à partir de X, à dent supérieure jusqu'à 4 fois plus longue que l'inférieure en VIII, pour décroître progressivement dans les segments suivants et atteindre une taille 2 fois plus longue que l'inférieure.

Maroc (Baroudi, 1987).

Référence : Hrabě, 1981.

***Nais variabilis* Piguët, 1906 (Fig. 39F-H)**

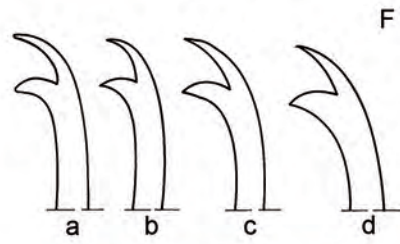
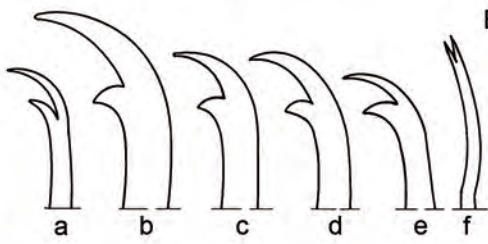
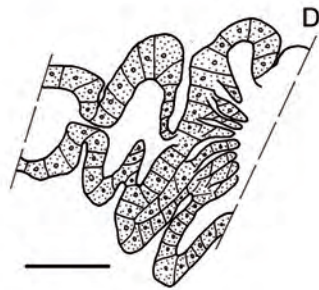
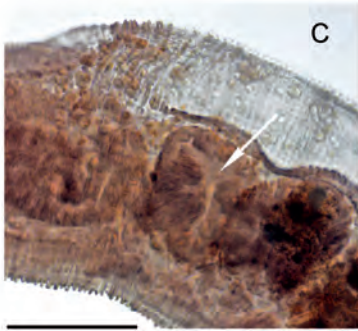
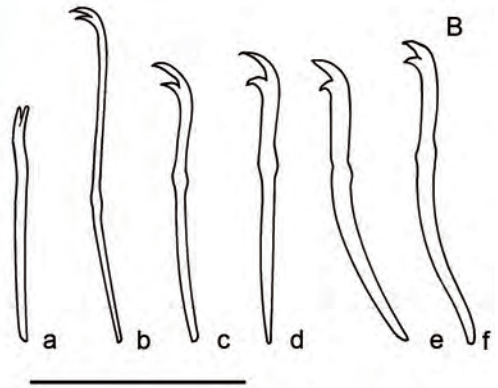
L = 18-38 mm, s = 18-38. Yeux présents. 1-2 soies capillaires et soies aciculaires par faisceau ; soies aciculaires bifides, à dents courtes. 2-7 soies ventrales par faisceau, à dent supérieure 2 fois plus longue que l'inférieure dans les segments antérieurs et de longueur égale dans les segments postérieurs. En II-V, soies ventrales plus fines et plus droites que dans les segments suivants. Dilatation stomacale bien marquée.

Maghreb : Maroc (Baroudi, 1987), Algérie (Gauthier, 1928 ; Gagneur *et al.*, 1986 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987 ; Lounaci, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b, Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Références : Sperber, 1948, 1950.

Cette « espèce » forme un complexe d'espèces cryptiques avec *Nais communis* (voir cette espèce).

Fig. 39 (page opposée). **A-D.** *Nais pardalis* Piguët, 1906. **A.** Habitus. **Ba-f.** Soies : a. soie aciculaire (X), b-f. soies ventrales (II, VI, VII, VIII, IX). **C-D.** Dilatation stomacale et présence de cellules allongées caractéristiques se projetant dans l'estomac. **E.** *Nais stolci* Hrabě, 1981. **Ea-f.** Soies : a-e. soies ventrales (II, VIII, XV, XV, XXVIII), f. soie aciculaire. **F-H.** *Nais variabilis* Piguët, 1906. **Fa-d.** Soies ventrales (II, V, VI, XL). **G.** Habitus (zb = zone de bourgeonnement). **H.** Soie aciculaire à extrémité bifide. Echelle A = 1 mm ; G = 500 µm ; C = 100 µm ; B, D = 50 µm ; H = 20 µm. (Dessins d'après : E, F. Hrabě, 1981).



***Ophidonais* Gervais, 1838**

Soies dorsales présentes à partir de VI, une soie par faisceau ; pas de soies capillaires ; yeux présents.

Le genre *Ophidonais* contient une seule espèce, *O. serpentina*, présente dans les régions paléarctique, néarctique et néotropicale. Celle-ci a également été signalée dans le milieu souterrain mais sa présence est considérée comme accidentelle.

O. serpentina n'est connue que de Tunisie mais sa présence dans les autres pays du Maghreb est pratiquement une certitude, compte tenu de la distribution biogéographique de l'espèce.

***Ophidonais serpentina* (Müller, 1773) (Fig. 40)**

L = 6-36 mm, s = 35-97. Partie antérieure du corps striée de 3-4 lignes pigmentées transversales. Papilles sensorielles dispersées sur la paroi du corps, souvent incrustées de particules étrangères. 1 soie dorsale par segment à partir de VI, droite et épaisse, à extrémité légèrement bifide ou à pointe simple, émoussée. 2-6 soies ventrales par faisceau, bifides, à dents subégales.

Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Références : Sperber, 1950 (description).

Comme le nom de l'espèce l'indique, ce ver a des allures de serpent : le faible renflement des premiers segments, suivi d'un léger étranglement assimilable à un cou, suggère assez bien une tête de serpent, qui semble d'autant plus redoutable que l'animal a des yeux et des stries pigmentées transversales.

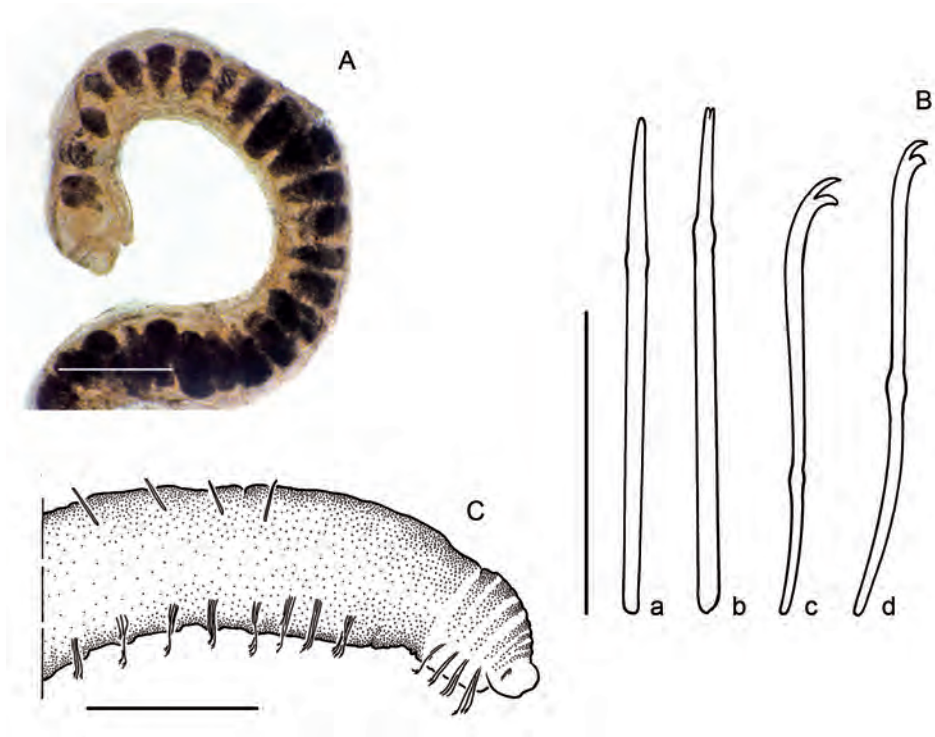


Fig. 40. *Ophidonais serpentina* (Müller, 1773). **A, C.** Habitus (segments antérieurs) ; **Ba-d.** Soies : a. soie dorsale en VI à extrémité émoussée, b. soie dorsale en VII à extrémité légèrement bifide, c. soie ventrale II, d. soie ventrale VI. Echelle A = 1 mm ; C = 500 µm ; B = 100 µm. (Dessins originaux).

***Paranais* Czerniavsky, 1880**

Soies dorsales présentes à partir de V, plusieurs soies par faisceau dorsal ; pas de soies capillaires ; yeux absents.

Le genre *Paranais* contient 10 espèces dont 6 sont paléarctiques. Si l'on excepte les espèces rares, à distribution locale ou restreintes à la partie asiatique de la zone paléarctique, on peut considérer que les trois espèces connues au Maghreb sont représentatives de la diversité attendue. *Paranais* est un genre caractéristique du milieu marin côtier et du milieu saumâtre. Au Maghreb, on le trouve de préférence dans les milieux salés ou pollués.

1. 2-4 soies ventrales en II, 1-2 soies ventrales sur les autres segments ; toutes les soies avec la dent supérieure plus longue que l'inférieure ; Maroc *Paranais frici* p. 118
2. 4-7 soies ventrales en II, 2-4 soies ventrales sur les autres segments ; au-delà de V, soies ventrales à dents de même longueur ou subégales :

- a. Soies ventrales en III-IV avec des dents subégales (presque de même longueur), avec la dent supérieure plus courbée et plus fine que l'inférieure ; Maroc. *Paranais litoralis* p. 119
- b. Soies ventrales en III-IV avec la dent supérieure plus longue que l'inférieure mais présentant la même épaisseur et sans courbure ; Maghreb. *Paranais birsteini var. maghrebensis* p. 118

***Paranais birsteini var. maghrebensis* Martínez-Ansemil & Giani, 1987 (Fig. 41A-D)**

L = 3,5-5,0 mm, s = 21-42. 5-7 soies ventrales en II, avec la dent supérieure deux fois plus longue que l'inférieure ; 4-5 soies ventrales en III-V, avec la dent supérieure plus longue que l'inférieure ; 2-4 soies ventrales dans les segments postérieurs, à dents subégales. 3 soies péniennes en V, à extrémité recourbée, bifides, à dents courtes. Corps couvert d'un revêtement papillaire distinct, pas toujours net.

Maghreb, milieux salés ou pollués : Maroc (Baroudi, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Paranais birsteini a une distribution circum pacifique (Brinkhurst & Coates, 1985) et n'a été récoltée qu'en Russie, au Canada et dans l'état de Washington. Cette distribution a conduit Gagneur *et al.* (1986) à émettre un doute sur la nature exacte de l'espèce, et à proposer ultérieurement la variété *maghrebensis* pour la forme trouvée en Afrique du Nord (Martínez-Ansemil & Giani, 1987). Cet atermoiement suggère que les spécimens trouvés en Afrique du Nord pourraient bien appartenir à une nouvelle espèce, morphologiquement très similaire à *P. birsteini*.

Références : Brinkhurst & Coates, 1985 ; Martínez-Ansemil *et al.*, 1987 (description).

***Paranais frici* Hrabě, 1941 (Fig. 41E-H)**

L = 2,7-5,7 mm, s = 13-42. 2-4 soies ventrales par segment en II, avec la dent supérieure deux fois plus longue que l'inférieure ; 1-2 soies dans tous les autres segments dorsaux et ventraux (ou 3 soies dorsales en V), avec la dent supérieure plus longue que l'inférieure ; 2-3 soies péniennes en V, bifides, à dents courtes. Corps avec sillons transversaux, couverts de fines particules étrangères.

Cosmopolite.

Maroc (Baroudi, 1987).

Eau douce et saumâtre.

Références : Sperber, 1950 ; Hrabě, 1981 ; Kathman & Brinkhurst, 1998 (descriptions)

***Paranais litoralis* (Müller, 1784) (Fig. 41I-J)**

L = 9-14 mm, s = 13-46. 4-7 soies ventrales en II, avec la dent supérieure plus longue que l'inférieure ; 2-3 soies ventrales dans tous les autres segments, avec les dents de longueur semblable ; 3-6 soies péniennes en V, à l'extrémité fortement recourbée, bifides, à dents courtes. Corps avec sillons transversaux, parfois couverts de particules étrangères.

Cosmopolite.

Maroc (Baroudi, 1987 ; Boulal, 2002).

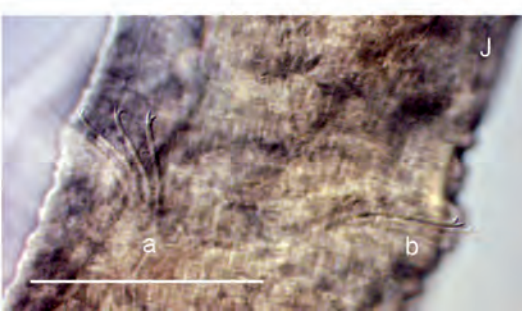
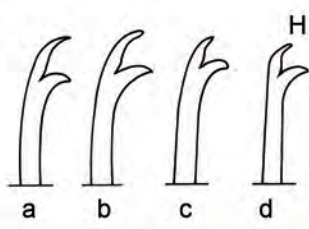
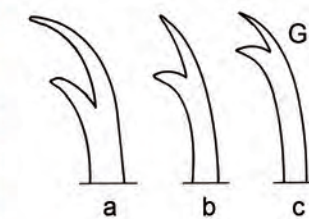
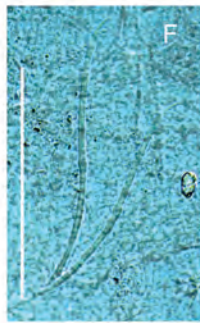
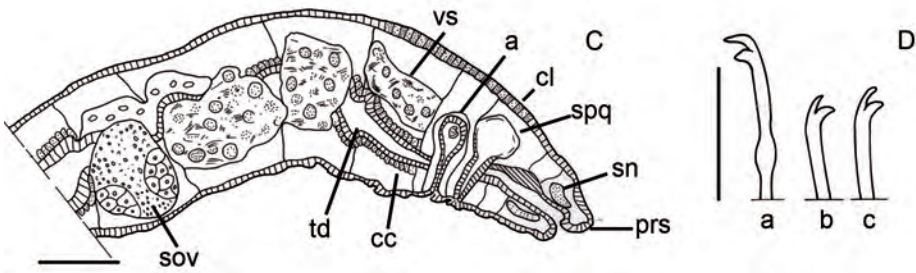
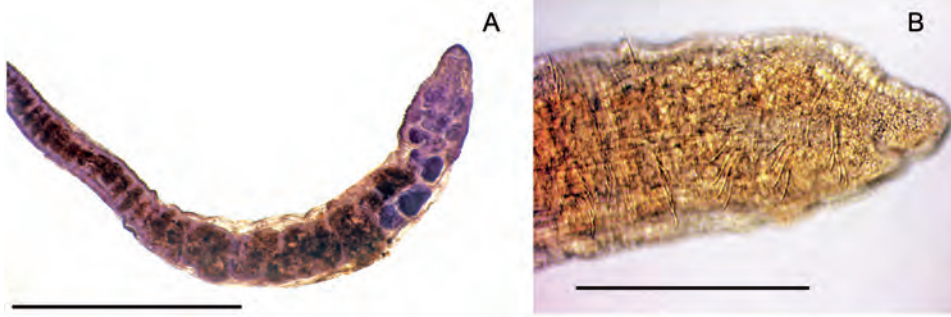
Eau salée ou saumâtre.

Références : Sperber, 1950 ; Brinkhurst & Coates, 1985 ; Kathman & Brinkhurst, 1998 (descriptions)

***Paranais* sp.**

Algérie (Arab *et al.*, 2004 ; Chelif wadi – cours d'eau temporaire).

Fig. 41 (page suivante). **A-D.** *Paranais birsteini* var. *maghrebensis* Martínez-Ansemil & Giani, 1987. **A.** Habitus (individu mature) ; **B.** Région antérieure ; **C.** Anatomie de la région antérieure (a : atrium ; cl : clitellum ; cc : cellules chloragogènes ; prs : prostomium ; sn : système nerveux ; sov : sac ovocytaire ; spq : spermathèque ; vs : vésicule séminale). **Da-c.** Extrémité distale des soies ventrales : a. segment III, b-c. segments postérieurs. **E-H.** *Paranais frici* Hrabě, 1941. **E.** Région antérieure. **F.** Soies ventrales (III). **Ga-c.** Extrémité distale des soies ventrales : a. segment II, b. XII, c. XXV. **Ha-c.** Extrémité distale des soies dorsales. **I-J.** *Paranais litoralis* (Müller, 1784). **I.** Région antérieure. **J.** Soies dorsales (a) et ventrales (b). Echelle A = 1 mm ; I = 200 µm ; B, C, E, F, J = 100 µm ; D = 25 µm. (Dessins d'après : C. Boumaiza *et al.*, 1986b ; D. Baroudi, 1987 ; G. Hrabě, 1981 ; H. Sperber, 1950).



***Pristina* Ehrenberg, 1828**

Soies dorsales et soies capillaires présentes ; soies à partir du segment II ; yeux absents.

Le genre *Pristina* est présent dans toutes les régions biogéographiques, à l'exception de l'Antarctique. Il contient 37 espèces, dont 17 sont présentes dans la région paléarctique et 13 en Europe. Les 6 espèces connues au Maghreb sont donc probablement loin de donner une image exhaustive de la biodiversité du genre au Maghreb. Sur les 6 espèces de *Pristina* cosmopolites, 3 n'ont pas encore été trouvées au Maghreb, soit *P. bilobata* (Bretscher, 1903), *P. osborni* (Walton, 1906) et *P. synclites* Stephenson, 1925. Si on exclut les espèces européennes à distribution restreinte (nord de la Russie, Suède), les autres espèces les plus susceptibles d'être rencontrées au Maghreb sont *P. amphibiotica* Lastočkin, 1927 et *P. notopora* Černosvitov, 1937. Toutes ces espèces sont décrites en détail par Sperber (1948) et présentes dans la clé de Timm (2009).

Plusieurs espèces de *Pristina* sont stygophiles. Au Maghreb, elles sont potentiellement présentes dans le sous-écoulement des oueds (milieu hyporhéique), les grottes, les puits et les nappes phréatiques.

Les espèces du genre *Pristina* peuvent aisément être séparées en deux groupes, selon qu'elles possèdent un proboscis ou non. Anciennement, les espèces sans proboscis appartenaient au genre *Pristinella* Brinkhurst, 1984 et les espèces à proboscis au genre *Pristina*. Collado & Schmelz (2000) ont montré que cette distinction n'était pas justifiée et que les deux genres devaient être fusionnés. Etant le synonyme plus récent², *Pristinella* s'efface devant *Pristina*. La présence ou l'absence d'un proboscis reste néanmoins un caractère facile pour distinguer deux groupes d'espèces.

Groupe 1 : prostomium avec proboscis

1. Soies capillaires en III fortement allongées ; soies aciculaires à pointe simple. ***Pristina longiseta*** p. 123
2. Soies capillaires en III de même taille que les autres ; soies aciculaires bifides, à dents courtes ***Pristina aequiseta*** p. 122

Groupe 2 : prostomium sans proboscis

1. Soies aciculaires à dents courtes, divergentes, de longueur similaire, habituellement avec 2-3 dents intermédiaires ***Pristina sima*** p. 125
2. Soies aciculaires à dents très inégales, la supérieure étant très réduite et parfois absente ; soies capillaires lisses ; soies ventrales à dent supérieure plus courte que l'inférieure dans les segments postérieurs ***Pristina menoni*** p. 125

² Pour les règles de synonymie, voir le Code internationale de Nomenclature zoologique (ICZN, 1999).

3. Soies aciculaires à dents longues, nettement asymétriques, la dent supérieure plus fine et jusqu'à deux fois plus courte que la dent inférieure ; soies capillaires lisses ; soies ventrales à dents égales dans tous les segments *Pristina jenkinæ* p. 122
4. Soies aciculaires à dents longues, nettement asymétriques, la dent supérieure plus fine et jusqu'à deux fois plus courte que la dent inférieure ; soies capillaires plumeuses ; toutes les dents ventrales à dent supérieure plus longue que la dent inférieure *Pristina rosea* p. 125

***Pristina aequiseta* Bourne, 1891 (Fig. 42A-E)**

L = 12-23 mm, s = 18-23. Proboscis présent, assez long. 1-2 soies capillaires, finement dentelées ; 1-2 aiguilles par faisceau, finement bifides. 5-8 soies ventrales par faisceau ; soies en II plus longue que dans les autres segments, avec la dent supérieure deux fois plus long que l'inférieure ; soies souvent plus épaisses en IV-VII, avec la dent légèrement plus longue que l'inférieure ; dents subégales dans les segments au-delà de VII.

Au Maghreb, cette espèce abrite deux formes écologiques dont l'une était attribuée anciennement à une espèce différente, *Pristina foreli*. Cette dernière a été mise en synonymie avec *P. aequiseta* par Loden & Harman (1980). La distinction entre les deux formes repose essentiellement sur l'épaisseur des soies ventrales en IV-VII :

1. soies ventrales en IV-VII plus épaisses, avec la dent supérieure plus longue que l'inférieure ; parfois présence de soies géantes en IV-V *Pristina aequiseta* forme *aequiseta*
2. soies ventrales en IV-VII identiques aux autres *Pristina aequiseta* forme *foreli*

Maroc (Baroudi, 1987 ; Yacoubi-Khebiza, 1990, 1996), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Cosmopolite.

Stygophile, crénoxène.

Références : Sperber, 1948, 1950.

***Pristina jenkinæ* (Stephenson, 1931) (Fig. 42F-G)**

L = 2,5-3 mm, s = 19. Proboscis absent. 1-2 soies capillaires lisses par faisceau, avec 1-2 aiguilles bifides, à dents longues, nettement asymétriques, la dent supérieure étant plus fine et jusqu'à deux fois plus courte que la dent inférieure ; 4-6

soies ventrales dans les segments antérieurs, 2-3 dans les segments postérieurs, bifides, avec les dents de longueur égale.

Cosmopolite.

Maroc (Baroudi, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987 ; Yacoubi-Khebiza, 1990, 1996), Algérie (Martínez-Ansemil & Giani, 1987 ; Arab *et al.*, 2004).

Stygophile, crénoxène.

Références : Sperber, 1948 ; Kathman & Brinkhurst, 1998.

***Pristina longiseta* Ehrenberg, 1928 (Fig. 42H-K)**

L = 3,5-5,5 mm, s = 20-23. Long proboscis présent. 1-4 soies capillaires par faisceau, finement dentelées ; soies capillaires lisses et 3-4 fois plus longues en III que dans les autres segments ; 2-5 soies aciculaires à pointe simple ou avec de minuscules dents (seulement visibles au grossissement le plus élevé). 3-9 soies ventrales par faisceau, plus fines et plus longues en II que le reste, plus épaisses et plus longues en III que dans les segments postérieurs.

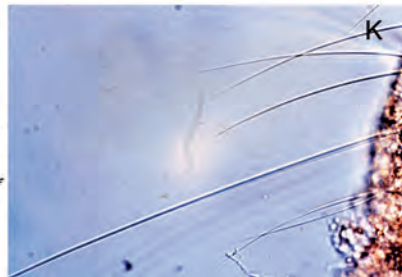
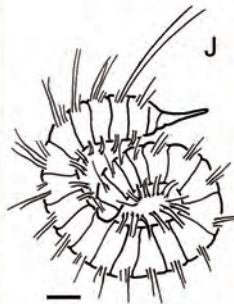
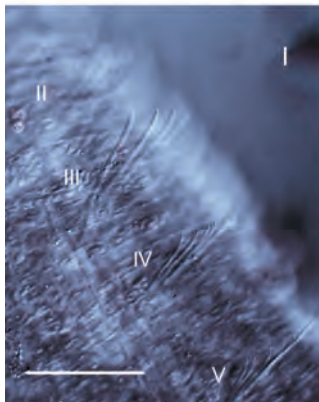
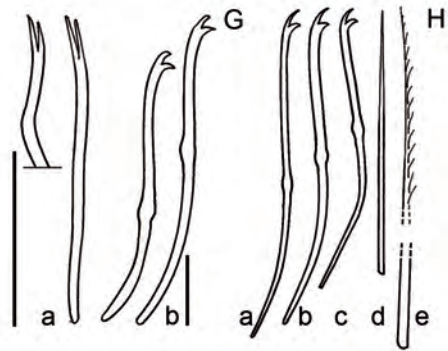
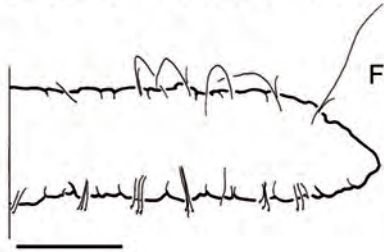
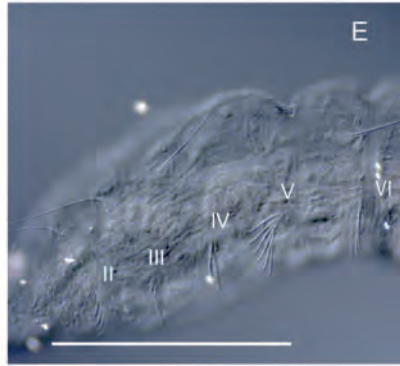
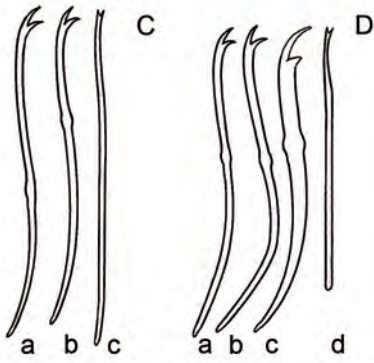
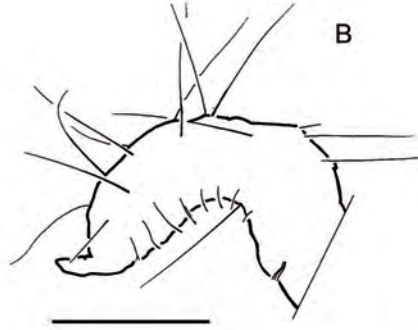
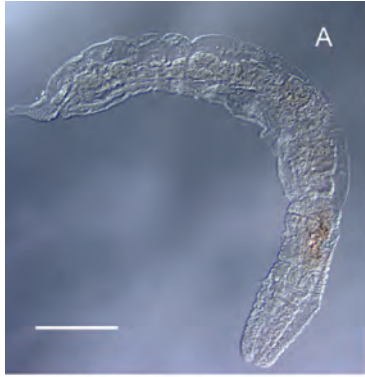
Cosmopolite.

Maghreb : Maroc (Baroudi, 1987 ; Yacoubi-Khebiza, 1990, 1996), Algérie (Martínez-Ansemil & Giani, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Stygophile, crénoxène.

Références : Sperber, 1948, 1950.

Fig. 42 (page suivante). **A-E.** *Pristina aequiseta* Bourne, 1891. **A.** Habitus ; **B.** Région antérieure ; **Ca-c.** Soies de *Pristina aequiseta* forme *foreli*: a. soie ventrale (II), b. soie ventrale (VIII), c. soie aciculaire ; **Da-d.** Soies de *Pristina aequiseta* forme *aequiseta* : a. soie ventrale (II), b. soie ventrale (VIII), c. soie géante (IV), d. soie aciculaire. **E.** forme *aequiseta* : soies ventrales dans les segments II à VI (soies géantes en IV). **F-G.** *Pristina jenkinsae* (Stephenson, 1931). **F.** Région antérieure ; **Ga-b.** Soies : a. soies aciculaires (II, VIII), b. soies ventrales (III, VIII). **H-K.** *Pristina longiseta* Ehrenberg, 1928. **Ha-e.** Soies : a-c. soies ventrales (II, III, IV), d. soie aciculaire, e. soie capillaire ; **I.** Soies ventrales dans les segments II à V (soie grandes et épaisses en III) ; **J.** Habitus ; **K.** Longues soies capillaires en III. Echelle A, B, E = 200 µm ; F, J = 100 µm ; Ga-b = 25 µm. (Dessins d'après : C, D, H : Sperber, 1950 ; J : Boumaiza *et al.*, 1986b).



***Pristina menoni* (Aiyer, 1929) (Fig. 43A-C)**

L = 7 mm, s = 28. Proboscis absent. 1-2 soies capillaires par faisceau, lisses ; 1-2 soies aciculaires robustes, à dents très inégales, la supérieure étant très réduite et parfois absente. 2-5 soies ventrales augmentant en taille dans les premiers segments ; bifides avec la dent supérieure plus longue que l'inférieure dans les segments antérieurs et de taille similaire dans les segments postérieurs.

Maghreb (Martínez-Ansemil & Giani, 1987) : Maroc (Baroudi, 1987 ; Yacoubi-Khebiza, 1990, 1996), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b).

Stygophile, crénoxène. Fréquente et abondante en Afrique du Nord (Martínez Ansemil, 1993).

Références : Sperber, 1948, 1950.

***Pristina rosea* (Piguet, 1906) (Fig. 43D)**

L = 4,5-5 mm, s = 21. Proboscis absent. 1-2 soies capillaires par faisceau, très finement dentelées ; 1-2 soies aciculaires, fines, à dents longues, nettement asymétriques, la dent supérieure plus fine et jusqu'à deux fois plus courte que la dent inférieure ; 2-5 soies ventrales par faisceau, toutes les dents ventrales à dent supérieure plus longue que la dent inférieure.

Maroc (Baroudi, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987 ; Lounaci, 1987).

Stygophile, crénoxène.

Références : Sperber, 1948, 1950.

***Pristina sima* (Marcus, 1944) (Fig. 43E-H)**

L = 2 mm, s = 14-24. Proboscis absent. 1 soie capillaire par faisceau, lisse ; 1 soie aciculaire par faisceau, bifide, à dents courtes, divergentes, de longueur similaire, avec habituellement 2-3 dents intermédiaires. 3-5 soies ventrales par faisceau, avec la dent supérieure plus longue que l'inférieure en II-VII, et plus courte que l'inférieure dans les autres segments.

Maroc (Yacoubi-Khebiza, 1990, 1996), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987 ; Lounaci, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Stygophile.

Références : Sperber, 1948.

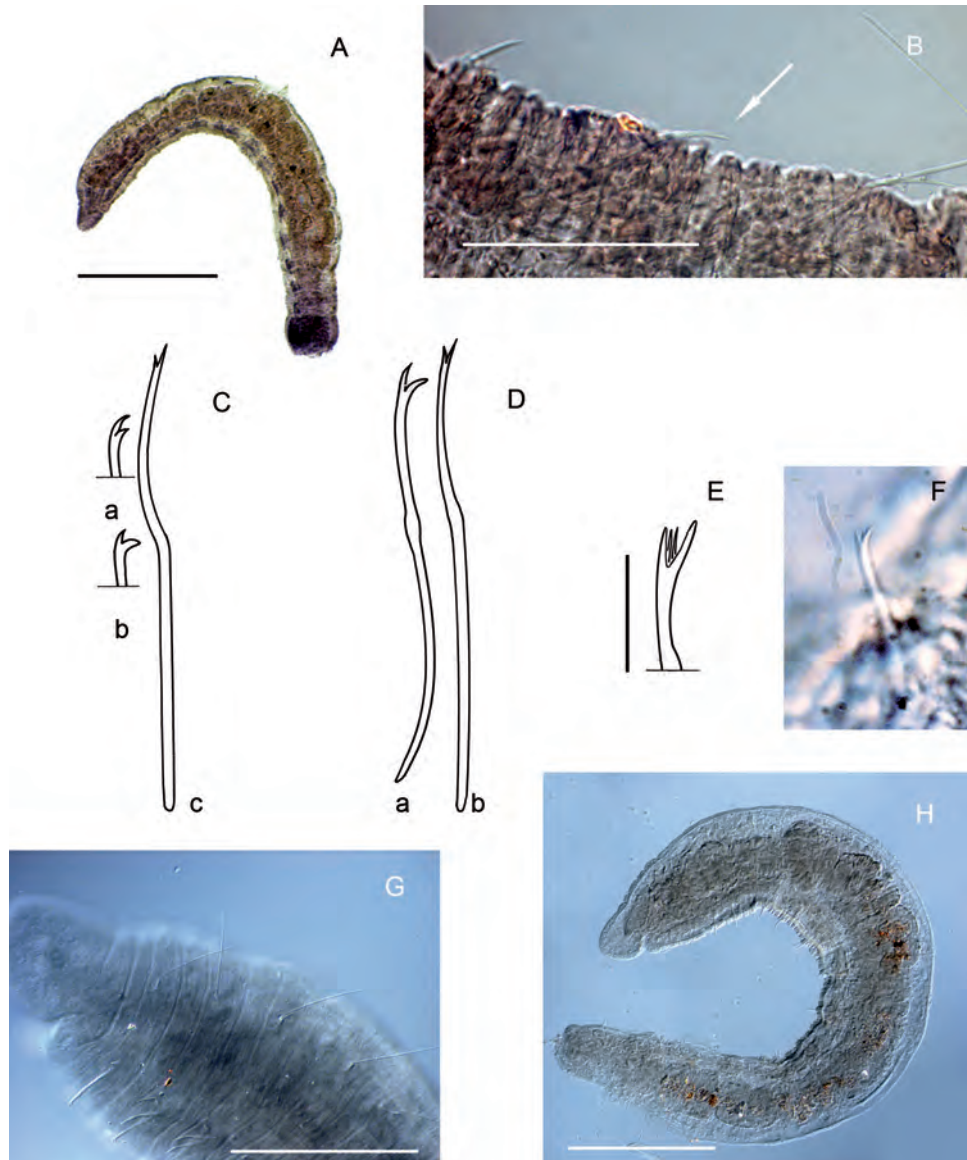


Fig. 43. A-C. *Pristina menoni* (Aiyer, 1929). **A.** Habitus ; **B.** Soies aciculaires bifides ; **Ca-c.** Soies : a. extrémité distale d'une soie ventrale en II, b. extrémité distale d'une soie ventrale dans les segments postérieurs, c. soie aciculaire. **D.** *Pristina rosea* (Piguet, 1906) ; **Da-b.** Soies : a. ventrale, b. aciculaire. **E-H.** *Pristina sima* (Marcus, 1944). **E.** Soie aciculaire bifide avec dents intermédiaires ; **F.** Idem E ; **G.** Région antérieure (noter les soies dorsales à partir du segment II) ; **H.** Habitus. Echelle A = 500 µm ; H = 200 µm ; B, G = 100 µm ; F = 10 µm. (Dessins d'après : C, D : Sperber, 1950 ; E : Boumaiza *et al.*, 1986b)

***Slavina* Vejdovský, 1883**

Soies dorsales à partir de VI ; soies capillaires présentes, très longues en VI ; pas de proboscis ; corps couvert de papilles glandulaires recouvertes de particules étrangères.

Le genre *Slavina* contient 5 espèces dont seule *Slavina appendiculata* (d'Udekem, 1855) est cosmopolite et présente dans la région paléarctique. Bien que rencontrée uniquement en Algérie à ce jour, sa distribution biogéographique suggère que l'espèce doit être présente dans tout le Maghreb.

***Slavina appendiculata* (d'Udekem, 1855) (Fig. 44)**

L = 2-20 mm, s = 23-46. Yeux présents. 1-2 soies capillaires très longues en VI ; soies capillaires plus courtes dans les autres segments, accompagnées de 1-2 aiguilles droites, affinées dans la partie distale comme une soie capillaire et terminée par une extrémité légèrement renflée. 2-5 soies ventrales par faisceau, légèrement plus longues en II que dans les autres segments.

Cosmopolite.

Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987 ; Lounaci, 1987).

Stygoxène et crénoxène.

Références : Sperber, 1950 (description).

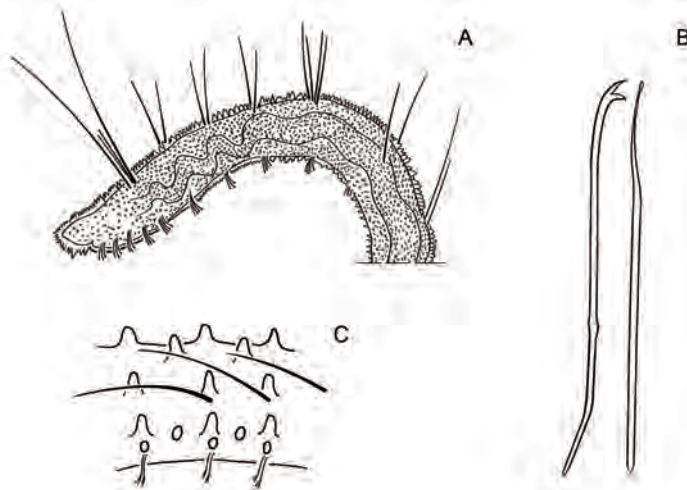


Fig. 44. *Slavina appendiculata* (d'Udekem, 1855). **A.** Région antérieure avec soies capillaires géantes en V. **Ba-b.** Soies : a. soie ventrale dans un segment de la région postérieure, b. soie capillaire dorsale avec extrémité renflée. **C.** Gros plan sur trois segments montrant des papilles sensorielles parmi les soies dorsales et ventrales. (Dessins d'après : A, Timm, 1883 in Sperber, 1950 ; B : Sperber, 1948 ; C : Hrabě, 1981).

16. Naididae tubificides

Vers de petite taille à moyenne (10 – 30 mm), à corps souple, flexible, de couleur rougeâtre. Proboscis et yeux absents. Soies dorsales toujours à partir de II ; crochets dorsaux bifides, pectinés, palmés ou de forme particulière (aviron). Soies capillaires parfois présentes. Soies aciculaires absentes. Soies génitales parfois présentes. Pores spermathécaux en X ; pores mâles en XI. Pénis parfois présents, avec ou sans gaine pénienne. Reproduction asexuée rare ; jamais formation de chaînes d'individus.

Au sein des Naididae tubificides, les espèces *A. pigueti* et *A. limnobius* sont immédiatement reconnaissables par la forme particulière de leurs soies (en forme de pagaie chez *A. pigueti* et bifides, avec des ailettes latérales, chez *A. limnobius*).

16.1. Séparation des groupes primaires (Fig. 45)

1. Soies capillaires présentes dans les faisceaux dorsaux, accompagnées de soies palmées dans la région antérieure. Soies spermathécales en X, en forme d'aiguille fine, évidée dans son tiers extérieur *Psammoryctides barbatus* p. 154
2. Soies capillaires présentes dans les faisceaux dorsaux, accompagnées de soies pectinées. **Groupe 1** p. 128
3. Soies capillaires présentes dans les faisceaux dorsaux (habituellement courtes), accompagnées soit par des soies bifides avec la dent supérieure courte et fine, parfois dupliquée, soit par des soies en forme d'aviron (à partir de VII-X) **Groupe 2** p. 130
4. Pas de soies capillaires dans les faisceaux dorsaux ; toutes les soies dorsales sont bifides. **Groupe 3** p. 131

16.1.1. Groupe 1 : Espèces avec soies dorsales capillaires et pectinées

1. Pas de soies génitales différenciées ; gaine pénienne cuticulaire absente. Nombreux cœlomocytes *Epirodrilus michaelsoni* p. 142
2. Pas de soies génitales différenciées ; fine gaine pénienne cuticulaire présente, plus large que longue, souvent difficile à voir **Section A** p. 129
3. Soies péniennes différenciées en XI ; gaine pénienne absente. **Section B** p. 130
4. Soies spermathécales différenciées en X ; gaine pénienne absente. **Section C** p. 130

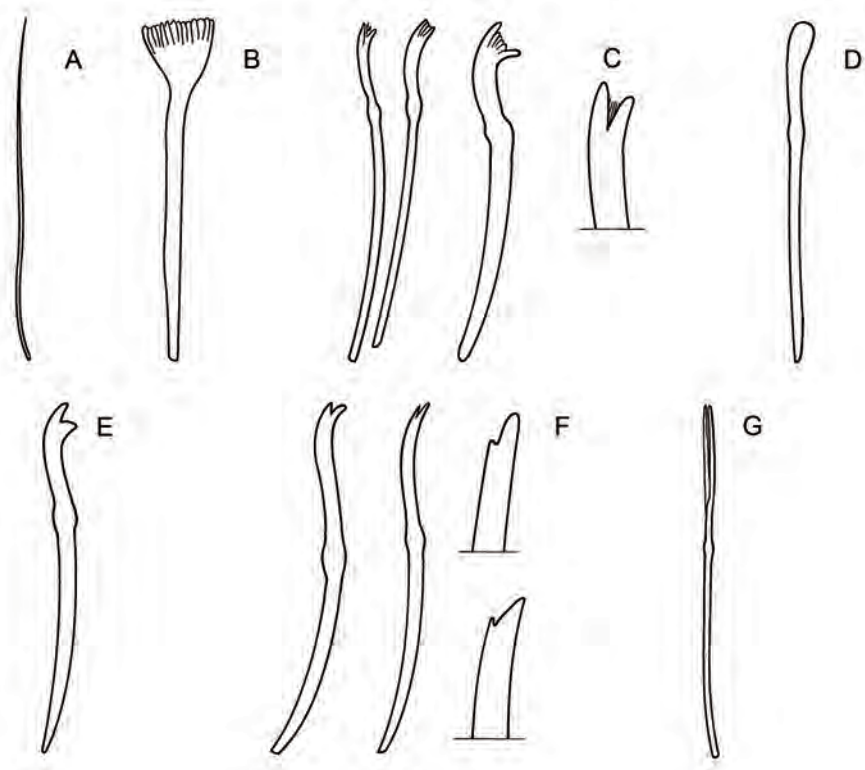


Fig. 45. Séparation des groupes primaires chez les Tubificinae / Rhyacodrilinae / Phallo-drilinae. **A-F.** Soies dorsales. **A.** Soie capillaire ; **B.** Soie palmée ; **C.** Soies bifides pectinées ; **D.** Soie en forme d'aviron ; **E.** Soie bifide ; **F.** Soies bifides à dent supérieure réduite. **G.** *Psammoryctides barbatus*. Soie spermathecale en X.

Section A (pas de soies génitales différenciées, fine gaine pénienne cuticulaire présente, plus large que longue)

Chez ces espèces, il n'y a pas de soies génitales modifiées mais une gaine pénienne cuticulaire est présente ; celle-ci n'est pas toujours facile à voir en raison de sa minceur et de son association avec le sac pénien. L'examen de la région du pore mâle avec un microscope à contraste interférentiel facilite l'identification des gaines péniennes, en raison de la réfringence élevée des structures cuticulaires. Chez *Tubifex tubifex*, il existe une granularité à la surface de la gaine pénienne, qui aide à son identification.

1. Vers très fins et inhabituellement longs ; soies capillaires fortement plumeuses et très longues pouvant atteindre plusieurs fois le diamètre du corps dans la région moyenne. Soies pectinées en forme de U. Maroc, Tunisie *Lophochaeta ignota* p. 151

2. Soies capillaires plumeuses ou lisses, de taille normale ; gaine péniennne cylindrique, granuleuse. Maghreb *Tubifex tubifex* p. 158

Section B (soies péniennes différenciées en XI, gaine péniennne absente)

Chez ces espèces, les soies ventrales normales en XI sont remplacées par plusieurs soies péniennes, à pointe simple et émoussée et nodule distal (1/5 ou 1/6 de l'extrémité distale) ; nombreux cœlomocytes.

1. Toutes les soies ventrales avec les dents de longueur égale ou la dent supérieure plus longue que l'inférieure ; pore spermathécal proche des soies ventrales en X ; 3 soies péniennes par faisceau ; Maroc
 *Epirodrilus slovenicus* p. 145
2. Soies ventrales postérieures avec la dent supérieure plus courte que l'inférieure ; pore spermathécal dans la partie la plus antérieure du segment X ; 5-6 soies péniennes par faisceau ; Tunisie.
 *Epirodrilus moubayedii* p. 143

Section C (Soies spermathécales différenciées en X ; gaine péniennne absente)

Deux espèces dans cette section, *Potamotheix hammoniensis* et *P. bavaricus*, qui se différencient principalement sur la base de leurs soies spermathécales (Brinkhurst, 1971 ; Pop, 1976 ; Martin, 1991).

1. Partie ectale des soies spermathécales en forme de plume à encre, très élargie, triangulaire, partie entale en forme de hampe courte. Plume et hampe de longueur similaire ; gouttière interne de la plume ouverte à sa base *Potamotheix bavaricus* p. 152
2. Partie ectale des soies spermathécales en forme de plume à encre, étroite, à bord subparallèles, partie entale en forme de hampe beaucoup plus longue que la plume. Plume légèrement torsadée, en sorte que les bords de la gouttière interne se rejoignent dans la partie basale.
 *Potamotheix hammoniensis* p. 152

16.1.2. Groupe 2 : Soies capillaires présentes dans les faisceaux dorsaux, habituellement courtes, accompagnées par des soies bifides avec la dent supérieure plus petite et plus fine que l'inférieure, parfois dupliquée, soit par des soies en forme d'aviron

Ces espèces sont caractéristiques par la présence de soies bifides ayant la dent supérieure plus petite et plus fine que l'inférieure. Dans certains cas, la dent supérieure peut être dupliquée, donnant un aspect pectiné à la soie. Les soies ventrales sont habituellement nombreuses (jusqu'à 16 par faisceau).

1. Ver de grande taille (2 à 19 cm), avec digitations branchiales dans la région caudale ; les soies dorsales bifides peuvent paraître pectinées à l'immersion ; Maroc *Branchiura sowerbyi* p. 140
2. Ver de petite taille (jusqu'à 28 mm) ; soies capillaires présentes généralement après II (à partir de IV - VIII), soies dorsales bifides en forme d'aviron à partir de VII - X ; soies péniennes modifiées ; Tunisie
..... *Aulodrilus pigueti* p. 135
3. Ver de petite taille (environ 10 mm) ; soies capillaires à partir de II ; jusqu'à 8 courtes soies capillaires et 10 soies bifides dans les faisceaux dorsaux, ces dernières avec la dent supérieure fine et courte pouvant être dupliquée ; ventralement, jusqu'à 16 soies bifides avec dent supérieure très courte et fine ; pas de soies péniennes modifiées ; Maghreb
..... *Aulodrilus pluriseta* p. 136

16.1.3. Groupe 3 : Pas de soies capillaires dans les faisceaux dorsaux ; toutes les soies dorsales sont bifides

1. Soies péniennes modifiées en XI ; gaine pénienne absente ; soies ventrales avec la dent supérieure plus fine que la dent inférieure.
..... **Section A** p. 131
2. Pas de soies péniennes modifiées en XI ; gaine pénienne cuticulaire présente ; toutes les soies ventrales sont du type bifide ordinaire ou à dent supérieure plus fine et plus courte que la dent inférieure
..... **Section B** p. 132
3. Pas de soies péniennes modifiées en XI ; gaine pénienne absente ; soies bifides modifiées, avec des expansions latérales aplaties donnant, vues de face, la forme d'une rame à la soie, les dents, étant disposées dans un plan perpendiculaire au plan des expansions latérales, apparaissent comme une seule dent médiane ; dent supérieure plus courte et plus fine que la dent inférieure ; jusqu'à 10 soies par faisceau antérieur ; Maroc.
..... *Aulodrilus limnobius* p. 135

Section A (Soies péniennes modifiées en XI ; soies ventrales avec la dent supérieure plus fine que la dent inférieure ; gaines péniennes absentes)

Deux espèces dans cette section, caractérisées, en outre, par la présence de coelomocytes abondants (Rhyacodrilinae).

1. Plusieurs soies péniennes entourant une fosse médio-ventrale dans lequel débouchent les pores mâles ; fossette sensorielle présente sur la partie médio-dorsale du prostomium ; spermathèques absentes, spermatophores attachés sur la paroi externe des individus accouplés ; Maroc
..... *Bothrioneurum vej dovskyanum* p. 139

2. Une seule soie pénienne par faisceau, en forme de faucille, de part et d'autre de XI ; spermathèques présentes, remplies de spermatozoïdes regroupés en masses informes ; Algérie *Rhyacodrilus falciformis* p. 156

Section B (Pas de soies péniennes modifiées en XI ; gaine pénienne cuticulaire présente ; toutes les soies ventrales sont du type bifide ordinaire ou à dent supérieure plus fine et plus courte que l'inférieure)

Les espèces de ce groupe sont caractérisées par la présence de gaines péniennes cuticulaires.

1. Gainés péniennes allongées, plus longues que larges, tubulaires ; soies dorsales en II ou II/III à dent supérieure subégale ou plus longue que l'inférieure ; vers de grande taille (20 à 70 mm) *Limnodrilus* p. 146
2. Gainés péniennes allongées, plus longues que larges, coniques ; soies dorsales à dent supérieure plus courte et plus fine que l'inférieure ; petits coelomocytes dans la cavité générale ; vers de petite taille (3-4 mm) ; Maroc *Akteredrilus yacoubii* p. 133
3. Gainés péniennes cuticulaires courtes, plus larges que longues ; Maroc, Tunisie *Tubifex blanchardi*³ p. 158

16.2. Fiches descriptives des genres et espèces de Naididae tubificides

Akteredrilus Knöllner, 1935

Ver de très petite taille (3 à 4 mm) ; toutes les soies sont bifides, avec la dent supérieure plus fine et plus courte que l'inférieure ; pas de soies génitales modifiées ; coelomocytes de petite taille (lorsque présents) ; pore spermathéal impair, médio-dorsal ; spermathèque contenant le sperme sous forme de masse informe ou en faisceaux lâches, pas de spermatozeugmata.

La majorité des espèces d'*Akteredrilus* sont des formes méiobenthiques du littoral marin. Sur les 32 espèces actuellement connues, quatre seulement ont été décrites en provenance des eaux souterraines dulçaquicoles (espèces stygobiontes), soit *A. leeuwinensis* et *A. podeilema* en Australie (Pinder *et al.*, 2006), *A. ruffoi* en Italie (Sambugar *et al.*, 1999) et *A. argatxae* dans le pays basque espagnol (Giani & Rodríguez, 1988).

A. yacoubii sp. n. est une nouvelle espèce, dulçaquicole et stygobie, et représente la première occurrence du genre *Akteredrilus* au Maghreb (Maroc). La sous-famille des Phallodrilinae, à laquelle appartient le genre *Akteredrilus*, est essentiellement marine (Erséus, 1992). On considère que les quelques espèces stygobies connues au sein de cette sous-famille ont une origine marine et auraient colonisé le milieu dulçaquicole à partir du littoral marin, au travers du milieu interstitiel, via des eaux

³ *Tubifex tubifex* forme *bergi* peut aussi tomber dans cette catégorie si les rares soies capillaires n'ont pas été vues ; vérifier leur présence dans les segments postérieurs.

de salinité décroissante (Giani & Rodríguez, 1988 ; Sambugar *et al.*, 1999). La présence d'*A. yacoubii* sp. n. dans une exsurgence au sud de Meknès (Maroc), à une centaine de kilomètres du littoral marin, suggère que la lignée ancestrale de cette espèce aurait été apportée par les transgressions marines qui ont envahi cette région du Maghreb, et serait restée en place après les régressions, après avoir envahi le milieu souterrain.

***Aktedrilus yacoubii* sp. n. (Fig. 46)**

Holotype : un spécimen mature, monté *in toto* entre lame et lamelle au baume de Canada ; lame IRScNB 06.314.02, spécimen (a) ; Maroc, exsurgence Aïn Maarouf, 12 juillet 2006, station 06GTI04.

Paratypes : lame IRScNB 06.314.02, 3 spécimens montés *in toto*, immatures (b-d) ; lame IRScNB 06.314.03, 4 spécimens montés *in toto*, 3 immatures (a-c), 1 mature (d), mêmes références que 06.314.02.

Étymologie : Cette espèce est dédiée au Professeur Mohammed Yacoubi-Khebiza, de l'Université Cadi Ayyad (Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech, Maroc).

L = 3-4 mm, s = 40. Pas de soies capillaires. 3 à 5 soies bifides dans les faisceaux dorsaux et ventraux, à dent supérieure réduite. Présence d'une double annulation dans la région préclitellienne, à partir de II. Petits cœlomocytes dans la cavité générale. Une seule spermathèque, située médio-dorsalement dans la partie antérieure de X, s'ouvrant sur le pore spermathéal via un vestibule globulaire ; masse compacte de spermatozoïdes sans disposition particulière. Atrium piriforme, se prolongeant par un canal éjaculateur qui aboutit à un pénis inclus dans un sac pénien musculéux, auquel est accolé la prostate postérieure. Prostate antérieure pédonculée, se déversant dans la partie apicale de l'atrium. Gaine pénienne longue, droite et conique, avec l'extrémité proximale élargie de façon asymétrique.

Remarques : *Aktedrilus argatxae* est probablement l'espèce la plus similaire à *A. yacoubii* sp. n. Comme cette dernière, elle possède une gaine pénienne longue, droite et conique. Cependant, le vestibule spermathéal est absent chez cette espèce, dans laquelle la spermathèque débouche au niveau du pore spermathéal via une simple papille qui fait suite à un court canal musculéux. Chez *A. yacoubii*, les spermatozoïdes ne présentent aucune forme d'organisation interne dans la spermathèque, alors qu'ils sont disposés en boucle chez *A. argatxae*.

Connue uniquement de la localité type au Maroc (exsurgence Aïn Maarouf, El Hajeb). La localisation géographique particulière de cette espèce suggère qu'elle est très ancienne (espèce relique) et que cette région du Maroc a été recouverte, à un moment de son histoire, par le milieu marin.

La petite taille de l'animal rend son identification difficile. Cependant, elle est aussi un indice suggérant la présence de Phalloporilinae. En effet, ceux-ci sont généralement de très petite taille, avec des soies bifides à dent supérieure réduite et une double annulation des segments préclitelliens. Le pore spermathéal médio-dorsal est typique du genre *Aktedrilus*.

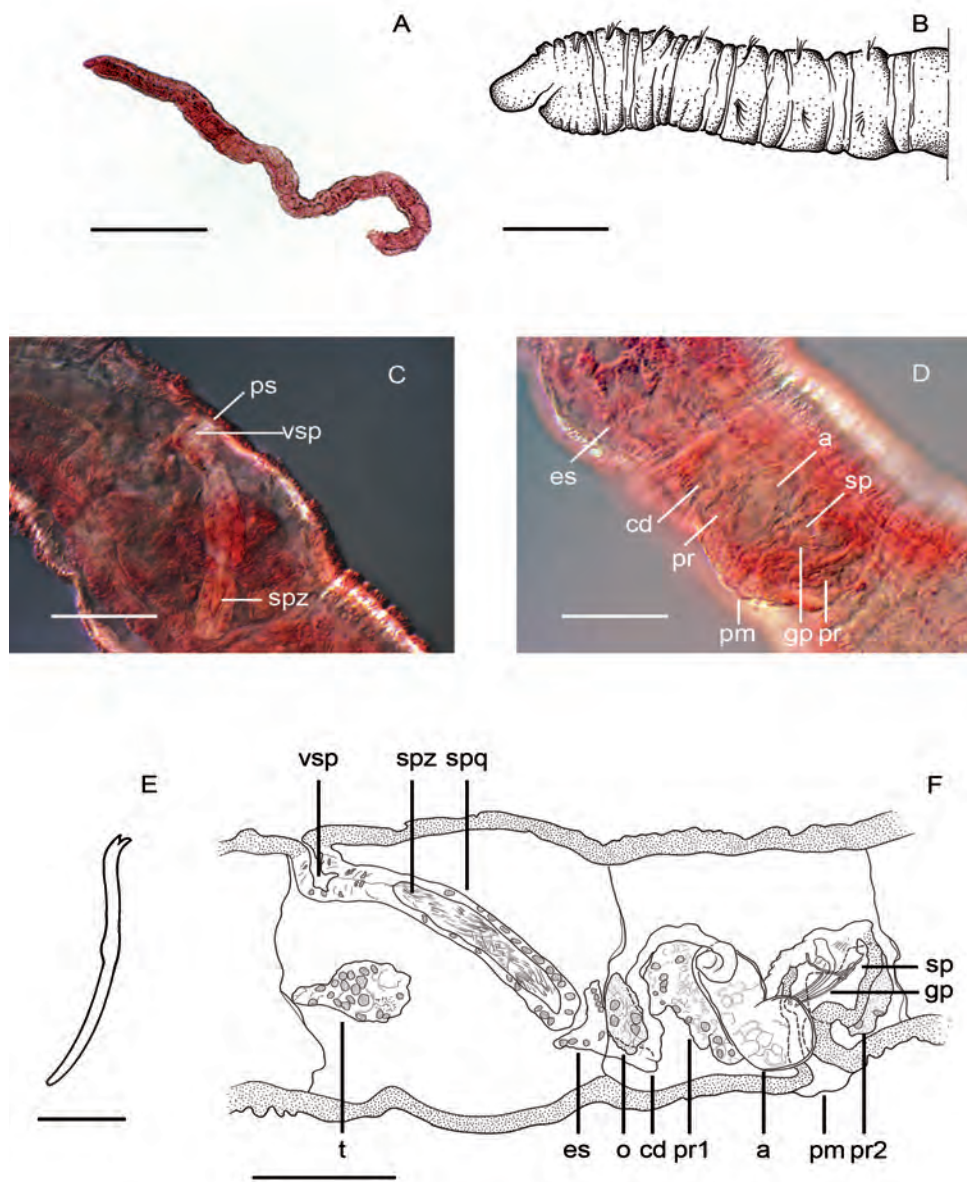


Fig. 46. *Aktedrilus yacoubii* sp. n. **A.** Habitus ; **B.** Double annulation des segments antérieurs ; **C.** Spermathèque (éclaircie artificiellement sur la photo) (ps = pore spermathécal ; spz = spermatozoïdes ; vsp = vestibule spermathécal) ; **D.** Appareil génital mâle (a = atrium ; cd = canal déférent ; es = entonnoir spermatique ; gp = gaine pénienne ; pm = pore mâle ; pr = prostate ; sp = sac pénien) ; **E.** Soie ; **F.** Genitalia (a = atrium ; es = entonnoir spermatique ; cd = canal déférent ; gp = gaine pénienne ; pm = pore mâle ; pr1,2 = prostate antérieure et postérieure ; sp = sac pénien ; spq = spermathèque ; spz = spermatozoïdes ; vsp = vestibule spermathécal). Echelle A = 500 μ m ; B = 100 μ m ; C-D,F = 50 μ m ; E = 10 μ m.

Aulodrilus Bretscher, 1899

Soies bifides à dent supérieure plus courte et plus fine que la dent inférieure, les dorsales souvent de forme particulière (aviron, expansions latérales ou duplication de la dent supérieure) ; pas de digitations branchiales.

Le genre comprend 10 espèces dont 6 sont présentes dans la zone paléarctique. Parmi celles-ci, *Aulodrilus americanus* et *A. pectinatus* sont restreintes à la partie sibérienne. Bien que décrite, à l'origine, au Japon, *A. japonicus* a été signalée également en République tchèque (Hrabě, 1981). Certains la considèrent comme synonyme de *A. pluriseta* mais il n'est pas exclu qu'il s'agisse d'une espèce distincte (voir « Lexique : Espèces cryptiques »). Actuellement, 3 espèces d'*Aulodrilus* sont connues au Maroc et, en raison de la distribution éloignée, ou locale, des autres espèces paléarctiques du genre, il est peu probable de trouver au Maghreb d'autres espèces du genre *Aulodrilus* que celles connues à l'heure actuelle.

Si l'on exclut la région antarctique, les trois espèces présentes au Maghreb ont une distribution cosmopolite, à l'exception de *Aulodrilus pigueti* qui est absente de la région néotropicale. Ces espèces sont également les seules du genre à être mentionnées dans les eaux souterraines mais elles sont considérées comme stygoxènes et crénoxènes.

La reproduction est essentiellement asexuée, par architomie. L'extrémité postérieure du corps des espèces d'*Aulodrilus* est fusionnée, achète, et transformée en tube respiratoire.

***Aulodrilus limnobius Bretscher, 1899* (Fig. 47A-E)**

L = 10–15 mm, s = 80 plus la zone non segmentée. Pas de soies capillaires. Jusqu'à 10 soies dans les faisceaux antérieurs. Soies dorsales et ventrales similaires, bifides, à dent supérieure plus fine et plus courte que la dent inférieure. Soies modifiées dans les segments médians et postérieurs, avec des expansions latérales aplaties donnant, vues de face, la forme d'une rame à la soie ; les dents, étant disposées dans un plan perpendiculaire au plan des ailettes latérales, apparaissent comme une seule dent médiane. Pénis vrai, sans gaine pénienne.

L'espèce n'est connue que du Maroc, à l'heure actuelle, mais est probablement présente dans tout le Maghreb.

Maroc (Baroudi, 1987).

***Aulodrilus pigueti Kowalewski, 1914* (Fig. 47F-J)**

L = 5 – 12 mm, s = 40 – 60 plus la zone non segmentée. Soies capillaires à partir de II-V, courtes, lancéolées, 1 – 6 par faisceau dans les segments antérieurs, 1 – 3 dans les faisceaux médians postérieurs. Soies dorsales bifides à dent supérieure plus fine et plus courte que l'inférieure ; modifiées à partir de VII, aplaties en

forme d'aviron dans le même plan que les dents, en sorte que celles-ci peuvent ne plus être visible sur « l'aviron ». Soies ventrales bifides, semblables aux soies dorsales bifides non modifiées, 3 – 9 dans les segments antérieurs, 3 – 5 dans les segments postérieurs. 1 – 2 soies péniennes en VII, de grande taille, droites ou sigmoïdes, avec l'extrémité distale creuse et en forme de cuillère. Pores mâles en VII ; clitellum s'étendant de $\frac{1}{2}$ V à l'extrémité de VII.

Bien que signalée uniquement en Tunisie jusqu'à présent, l'espèce est probablement présente dans tout le Maghreb.

Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Références : Ohtaka & Usman, 1997 (description).

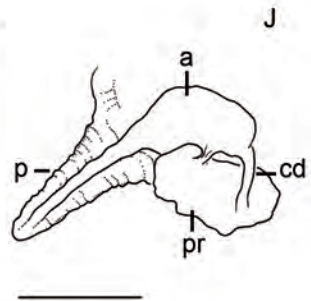
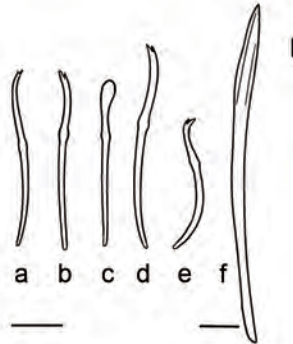
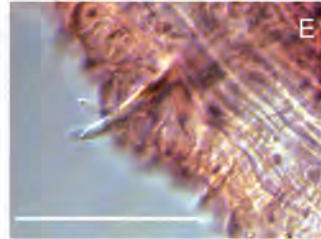
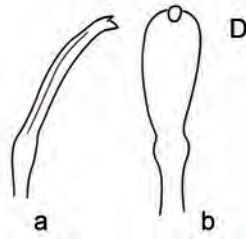
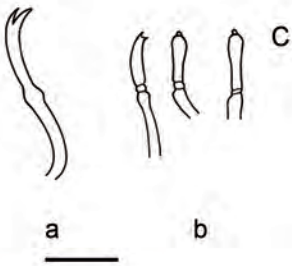
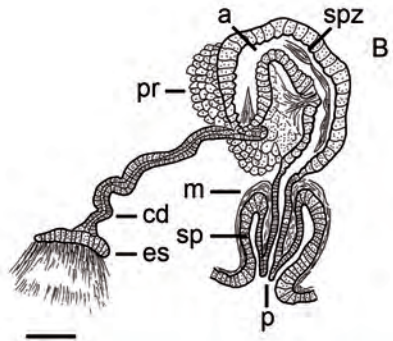
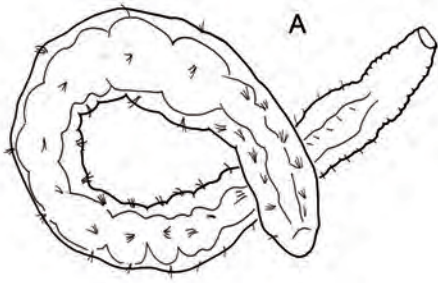
***Aulodrilus pluriset* (Piguet, 1906) (Fig. 48)**

L = 10 – 17, s = 65 – 83. Soies capillaires à partir de II ; 6 - 8 courtes soies capillaires (guère plus du double des crochets) et 8 - 10 soies bifides dans les faisceaux dorsaux, ces dernières avec la dent supérieure fine et courte pouvant être dupliquée ; ventralement, jusqu'à 16 soies bifides avec dent supérieure très courte et fine ; pas de soies péniennes modifiées. Pores mâles en VII ; clitellum s'étendant de $\frac{1}{2}$ V à VIII. Pas de gaine pénienne.

Maghreb (Martínez-Ansemil & Giani, 1987) : Maroc (Baroudi, 1985, 1987), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b).

Références : Piguet & Bretscher, 1913 (description)

Fig. 47 (page opposée). A-E. *Aulodrilus limnobius* Bretscher, 1899. A. Habitus; **B.** Appareil génital mâle (a = atrium ; cd = canal déférent ; es = entonnoir spermatique ; m = muscle ; p = pénis ; pr = prostate ; spz = spermatozoïdes) ; **Ca-b.** Soies: a. segments antérieurs, b. segments médio-postérieurs; **Da-b.** Soies postérieures : a. vue latérale, b. vue frontale; **E.** Soies dorsales; **F-J. *Aulodrilus pigueti* Kowalewski, 1914. F.** Habitus, partie antérieure; **G.** segments postérieurs avec l'extrémité postérieure achète, transformée en tube respiratoire; **H.** Soies dorsales; **la-f** : a. soie dorsale en II, b. soie dorsale en X, c. soie dorsale dans un segment médian, d. soie ventrale en IV, e. soie ventrale dans un segment postérieur, f. soie pénienne; **J.** Appareil génital mâle (a = atrium ; cd = canal déférent ; p = pénis ; pr = prostate). Echelle C, H = 10 μ m; la-e, lf = 20 μ m; B, E = 50 μ m; F, G, I = 100 μ m. (Dessins d'après : A. Timm, 2009; B. Giani *et al.*, 1984 ; C. Kathman & Brinkhurst, 1998; D. Brinkhurst & Cook, 1966; H. Boumaiza *et al.*, 1986b; I-J. Ohtaka & Usman, 1997).



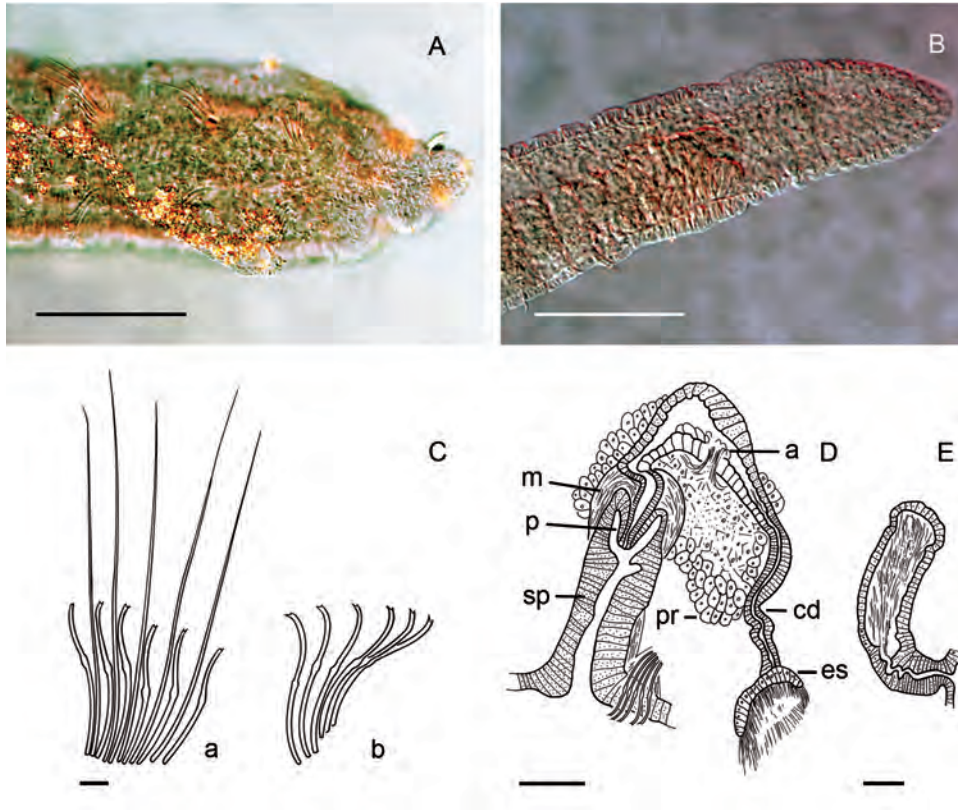


Fig. 48. A-E. *Aulodrilus pluriseta* (Piguet, 1906). **A.** Habitus (partie antérieure); **B.** Extrémité postérieure (tube respiratoire); **Ca-b.** Soies : a. faisceau dorsal, b. faisceau ventral; **D.** Appareil génital mâle (a = atrium; cd = canal déférent; es = entonnoir spermatique; m = muscle; p = pénis; pr = prostate; sp = sac pénien); **E.** Spermathèque. Echelle A, B = 200 μ m; C = 10 μ m; D, E = 50 μ m. (Dessins d'après : C. Boumaiza *et al.*, 1986b; D, E. Giani *et al.*, 1984)

***Bothrioneurum* Stolč, 1886**

Le genre est particulièrement reconnaissable par la présence d'une fossette sensorielle située sur la partie médiane de la face dorsale du prostomium. En vue latérale, la paroi du prostomium apparaît fortement épaissie au niveau de la fossette. Les coelomocytes sont abondants, arrondis et granuleux. Les spermathèques sont absentes mais il y a des spermatophores qui adhèrent extérieurement sur le tégument des concopulants. Cependant, la reproduction se fait essentiellement par fragmentation (architomie).

Le genre *Bothrioneurum* contient 9 espèces connues à l'heure actuelle, en général restreintes à une zone biogéographique. La région paléarctique ne contient qu'une seule espèce, *B. vej dovskyanum*, laquelle est cosmopolite, à l'exception de la zone antarctique.

***Bothrioneurum vej dovskyanum* Stolč, 1886 (Fig. 49)**

L = 20 – 35 mm, s = 140 - 150. Toutes les soies sont bifides. 2 – 4 soies par faisceau dans les segments antérieurs, avec la dent supérieure plus fine et jusqu'à deux fois plus longue que la dent inférieure ; le nombre de soies diminue progressivement jusqu'à 2 après le clitellum. 4 – 6 soies péniennes par faisceau en XI, disposées en forme d'éventail, avec les extrémités distales formant la base de l'éventail; extrémités proximales allongées et droites, extrémités distales avec une dent recourbée en crochet sur deux rangées d'une fine dentition. Les pores mâles s'ouvrent dans une chambre ventrale, médiane, en XI.

Maroc (El Mezdi, 1985 ; Baroudi, 1987).

Références : Chekanovskaya, 1962 ; Hrabě, 1981 (comparaison avec *B. sowerbyi*) ; Kathman & Brinkhurst, 1998 ; Timm, 2009 (descriptions).

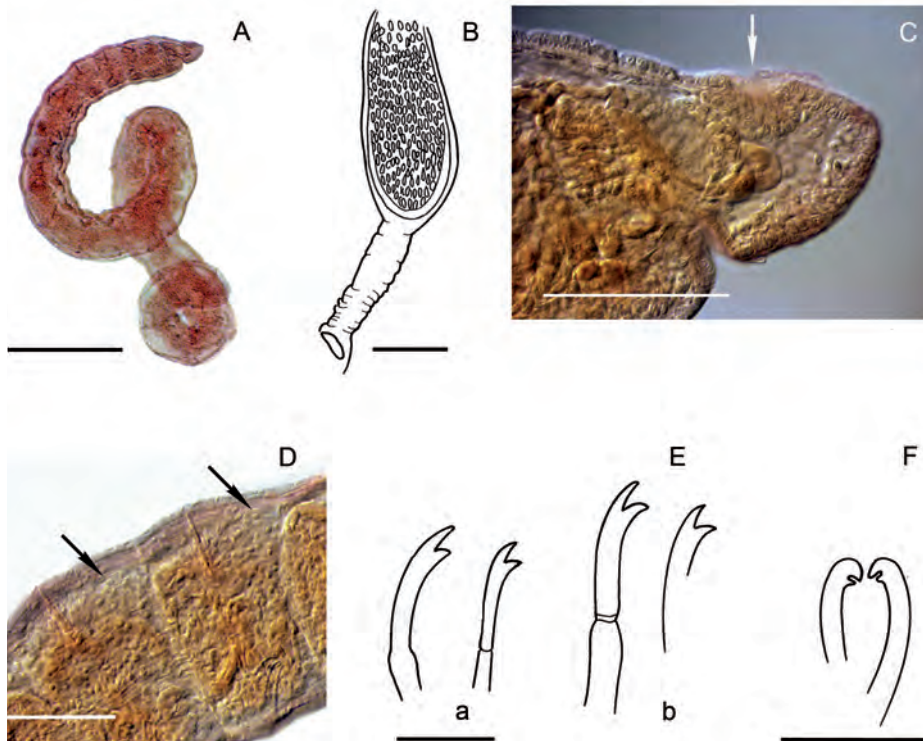


Fig. 49. *Bothrioneurum vej dovskyanum* Stolč, 1886. **A.** Habitus ; **B.** Spermatophore ; **C.** Fosselette prostomiale ; **D.** Cœlomocytes (segments V-VI) ; **Ea-b.** Soies : a. segments antérieurs ; b. segments postérieurs ; **F.** Soies péniennes. Echelle A = 500 µm ; B = 50 µm ; C, D = 100 µm ; E, F = 25 µm. (Dessins d'après : B, F. Baroudi, 1987 ; E. Kathman & Brinkhurst, 1998).

***Branchiura* Beddard, 1892**

Ver de grande taille (2 à 19 cm), avec digitations branchiales dans la région caudale ; les soies dorsales bifides peuvent paraître pectinées à l'immersion.

Ce genre monotypique est très facile à identifier par la présence de digitations branchiales dans la région caudale.

Le genre a une répartition mondiale, hormis l'Antarctique et les îles subantarctiques. Il est présent également dans les eaux souterraines mais est considéré comme stygoxène.

***Branchiura sowerbyi* Beddard, 1892 (Fig. 50)**

L = 20–185 mm, s = 74-270. 1 – 6 courtes soies capillaires et 7 – 12 soies bifides par faisceau dorsal, à dent supérieure plus fine et plus petite que l'inférieure, parfois dupliquée, donnant un aspect pectiné à la soie (observable à l'immersion) ; jusqu'à 14 soies bifides dans les faisceaux ventraux, avec la dent supérieure plus fine et plus petite que l'inférieure. Il n'y a qu'un seul pore mâle en position médiane ; pseudopénis dévaginable. Cœlomocytes absents.

Maroc (Baroudi, 1985, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987), Libye (Brinkhurst, comm. pers., in Martínez Ansemil, 1993).

Sous-écoulements; stygoxène.

Références : Martínez-Ansemil & Giani, 1987 ; Juget & Yacoubi-Khebiza, 1997.

Cette espèce peut être confondue avec *Aulodrilus pluriseta* si elle est identifiée à partir de fragments de la partie antérieure, dépourvus de branchies.

B. sowerbyi occupe une position phylogénétique mal définie au sein des Naididae. L'appareil génital est particulier par la présence de diverticules glandulaires au niveau des atriums. Ces derniers sont recouverts d'une prostate diffuse, caractère qui, chez les Rhyacodrilinae, est souvent associé à la présence de cœlomocytes abondants, ce qui n'est pas le cas ici.

L'espèce est considérée comme d'origine asiatique et sa présence ubiquiste est interprétée comme le résultat d'introductions avec acclimatation. Elle n'est connue que du Maroc, à l'heure actuelle, mais est probablement déjà présente dans tout le Maghreb.

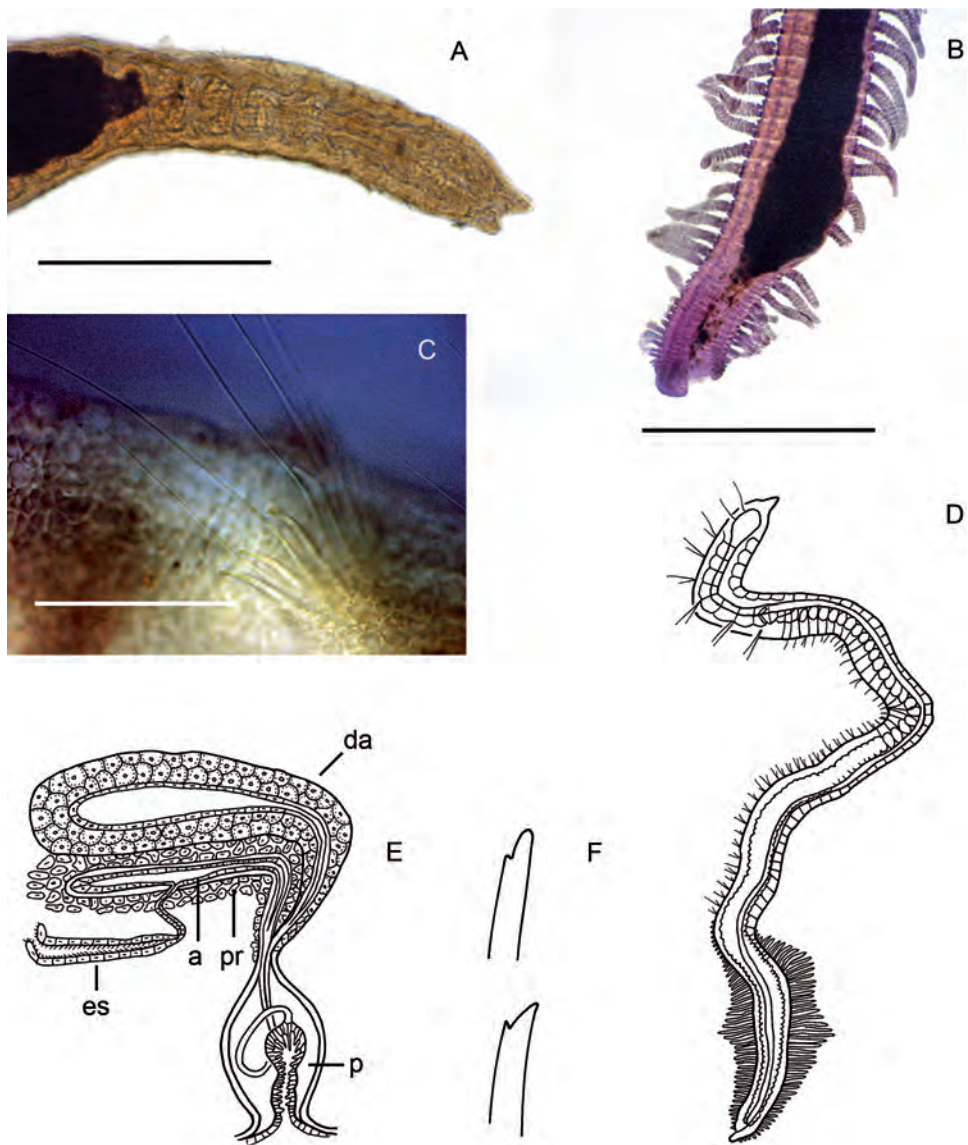


Fig. 50. *Branchiura sowerbyi* Beddard, 1892. **A.** Habitus (partie antérieure) ; **B.** Digitations branchiales (région caudale) ; **C.** Soies dans un faisceau dorsal ; **D.** Habitus ; **E.** Tractus génital mâle (a = atrium ; da = diverticule atrial ; es = entonnoir spermatique ; p = pénis ; pr = prostate) ; **F.** Soies bifides à dent supérieure réduite. Echelle A, B = 1 mm ; C = 100 μ m (Dessins d'après : D-F. Brinkhurst, 1971).

***Epirodrilus* Hrabě, 1930**

Soies capillaires présentes dans les faisceaux dorsaux, soies dorsales pectinées. Plusieurs soies péniennes présentes en XI, ou absentes ; pas de gaine pénienne. Cœlomocytes très abondants.

Ce genre comprend 8 espèces, dont 4 sont paléarctiques : *Epirodrilus michaelsoni* Hrabě, 1931, *E. moubayedi* Giani & Martínez-Ansemil, 1983, *E. pygmaeus* (Hrabě, 1935) et *E. slovenicus* Karaman, 1976. Toutes ces espèces paléarctiques sont présentes au Maghreb, à l'exception de *E. pygmaeus*. Cette dernière espèce a une distribution assez large en Europe (*E. pygmaeus* est connu de Croatie, France, Pologne, et Tchéquie) ; dès lors, bien que non signalée au Maghreb, sa présence est une possibilité à envisager. Comme *E. michaelsoni*, *E. pygmaeus* n'a pas de soies péniennes mais la partie proximale de l'atrium est tubulaire (globulaire chez *E. michaelsoni*) (Fig. 51E).

Plusieurs espèces de ce genre ont une distribution restreinte et sont rencontrées dans des milieux qui peuvent être considérés comme des refuges abritant des espèces reliques (eaux souterraines – grottes, rivières calcaires, lacs anciens – Titicaca, Tanganyika, Malawi). De ce point de vue, *Epirodrilus* peut apparaître comme un genre très ancien.

***Epirodrilus michaelsoni* Hrabě, 1931 (Fig. 51A-D)**

L = 10 mm, s = 50-55. 1 – 4 soies capillaires et 2 – 5 soies pectinées par faisceau dorsal. 4 – 8 soies ventrales dans les faisceaux antérieurs, à dent supérieure légèrement plus longue que l'inférieure ; 4 soies ventrales dans les faisceaux médians et 2 soies ventrales dans les faisceaux postérieurs, à dent supérieure plus courte que l'inférieure. Pas de soies péniennes. Cœlomocytes présents. Spermatozoïdes organisés en spermatozeugmata, avec leur tête implantée dans une masse informe, en forme de pointe de flèche.

La présence de véritables spermatozeugmata dans les spermathèques est unique au sein des Rhyacodrilinae.

Algérie (source, Oued Aïssa ; Lounaci, 1987 ; Martin & Giani, 1995).

Hormis l'Algérie, cette espèce n'est connue que de sa localité type, une source sur le littoral nord du lac Yannina (Grèce ; Hrabě, 1931).

Crénobionte.

Références : Hrabě, 1931 ; Brinkhurst, 1963 ; Martin & Giani, 1995.

***Epirodrius moubayedi* Giani & Martínez-Ansemil, 1983**

(Fig. 51F-J)

L = 7 - 9 mm, s = 55 – 70. 1 – 3 soies capillaires lisses par faisceau dorsal dans la région préclitellienne, 1 dans les premiers segments post-clitelliens et aucune dans les suivants. 3 – 4 soies pectinées à dent supérieure égale ou légèrement plus courte que l'inférieure et plus fine ; (1)2(3) soies pectinées dans les faisceaux post-clitelliens, à dent nettement plus courte que l'inférieure. 4 – 6 soies ventrales par faisceau. 5 – 6 soies péniennes en XI, à pointe simple et émoussée, et à nodule à 1/5 ou 1/6 de l'extrémité distale. Pores spermathécaux au niveau de l'entre-segment 9/10. Cœlomocytes très abondants, nucléés et à cytoplasme très granuleux.

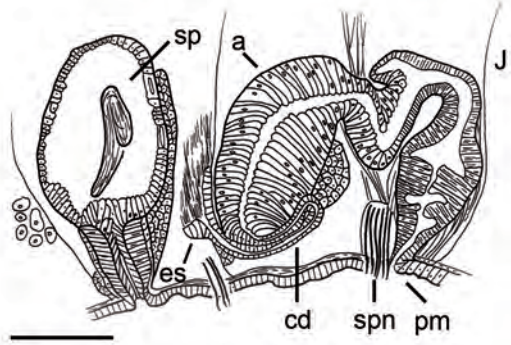
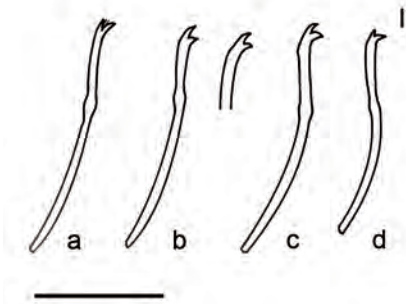
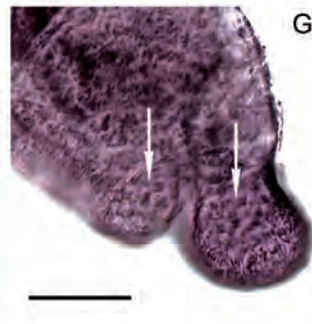
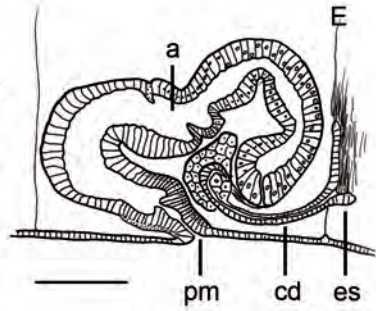
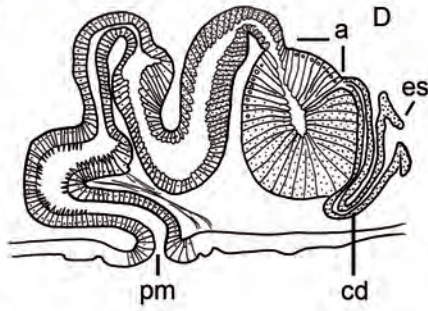
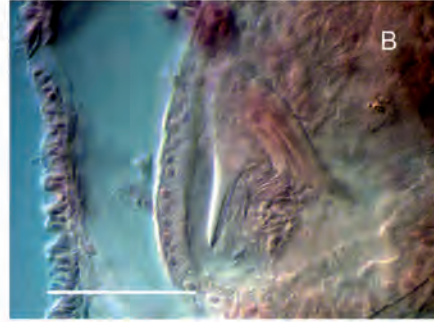
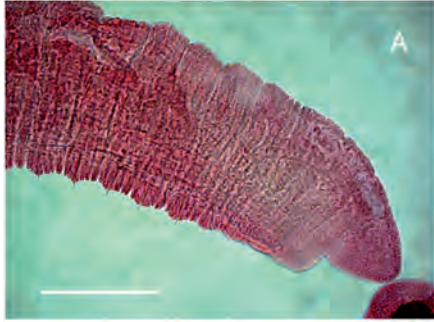
Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b).

Hormis la Tunisie, cette espèce n'est connue que du Liban (réseau hydrographique de la plaine de la Békaa ; Giani & Martínez-Ansemil, 1983).

Crénophile (sources).

Références : Giani & Martínez-Ansemil, 1983 ; Martin & Giani, 1995.

Fig. 51 (page suivante). **A-D.** *Epirodrius michaelsoni* Hrabě, 1930. **A.** Habitus (partie antérieure) ; **B.** Spermatozeugmata ; **C.** Soies ventrales. **D.** Tractus génital mâle (a = atrium ; cd = canal déférent ; es = entonnoir spermatique ; pm = pore mâle). **E.** *Epirodrius pygmaeus* Hrabě, 1935. Tractus génital mâle (a = atrium ; cd = canal déférent ; es = entonnoir spermatique ; pm = pore mâle). **F-J.** *Epirodrius moubayedi* Giani & Martínez-Ansemil, 1983. **F.** Habitus (partie antérieure) ; **G.** Petits cœlomocytes nucléés ; **H.** Soies péniennes ; **la-d.** Soies : a. soie dorsale, b. soie ventrale de la région antérieure, c. soie ventrale de la région moyenne, d. soie ventrale de la région postérieure ; **J.** Tractus génital mâle (a = atrium ; cd = canal déférent ; es = entonnoir spermatique ; pm = pore mâle ; spn = soies péniennes ; spq = spermathèque). Echelle A, F = 200µm ; G, J = 100 µm ; B, C, E, H, I = 50 µm (Dessins d'après : D. Brinkhurst & Jamieson, 1971 ; E. Giani & Martínez-Ansemil, 1981 ; H-J. Giani & Martínez-Ansemil, 1983).



***Epirodrilus slovenicus* Karaman, 1976 (Fig. 52)**

L = 5 mm, s = 52. 1 – 2 soies capillaires et 3 – 4 soies pectinées dans les faisceaux dorsaux antérieurs ; postérieurement 0 – 1 soie capillaire et 2 – 3 soies pectinées. Soies pectinées avec la dent supérieure plus fine que l'inférieure et 2 – 3 très fines dents intermédiaires. Soies dorsales absentes en XI. (3) 4 – 5 (6) soies bifides dans les faisceaux ventraux antérieurs, avec dent supérieure légèrement plus longue et plus fine que l'inférieure. 2 – 3 (4) soies ventrales bifides dans les faisceaux postérieurs, avec dent supérieure à peu près de taille similaire à l'inférieure ou légèrement plus courte. (2) 3 (4) soies péniennes en XI, à pointe simple, droites et à nodule à 1/6 de l'extrémité distale. Cœlomocytes présents dans la cavité cœlomique, nombreux, petits et nucléés.

Maroc (Martin & Giani, 1995 ; Boulal, 2002).

Hormis le Maroc, cette espèce n'est connue que de sa localité type, la grotte de Planinska (eau souterraine, Slovénie) et de Crète (source ; Martin & Giani, 1995).

Stygobie et crénophile.

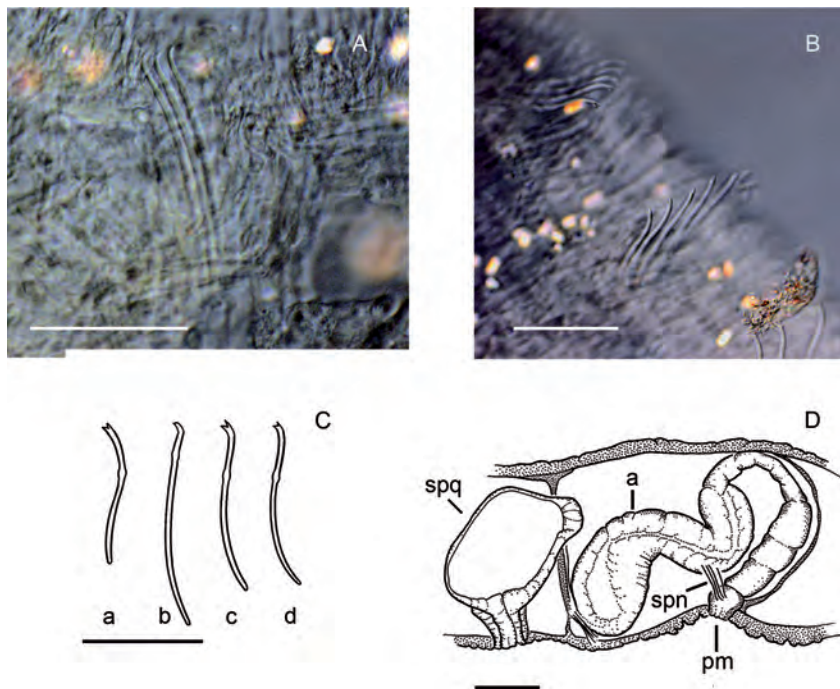


Fig. 52. A-D. *Epirodrilus slovenicus* Karaman, 1976. A. Soies péniennes ; **B.** Soies ventrales (V-VII) ; **Ca-d.** Soies : a. soie dorsale, b. soie pénienne, c. soie ventrale dans la région antérieure, d. soie ventrale dans la région postérieure ; **D.** Tractus génital mâle (a = atrium ; pm = pore mâle ; spn = soies péniennes ; spq = spermatheque). Echelle A, B, D = 100 µm ; C = 50 µm (Dessins d'après : C, D. Martin & Giani, 1995).

***Limnodrilus* Claparède, 1862**

Toutes les soies sont bifides ; gaines péniennes cuticulaires présentes, plus longues que larges, tubulaires.

Limnodrilus est un genre cosmopolite, à l'exception de la région antarctique, qui contient 18 espèces connues à l'heure actuelle. Dans la région paléarctique, il est représenté par 12 espèces, dont 3 sont endémiques au lac Baïkal. Six espèces sont présentes en Europe mais si on exclut *L. cervix*, *L. maumeensis* et *L. tortilipenis*, espèces rares et introduites en provenance d'Amérique du Nord, on peut considérer qu'avec 4 espèces, le Maghreb abrite la diversité attendue au sein du genre. Leur présence dans les eaux souterraines est possible mais elle est considérée comme accidentelle (espèces stygoxènes et créoxènes).

Hormis les gaines péniennes, les espèces ont peu de caractères qui peuvent aider à l'identification. Seul *L. udekemianus* a des soies somatiques caractéristiques. La longueur des gaines péniennes est un élément important dans la détermination mais il faut s'assurer que celles-ci aient atteint leur plein développement. Dans tous les cas, la forme de l'extrémité ectale de la gaine permet, cependant, une identification non ambiguë des espèces.

1. Gainés péniennes courtes (160 – 200 µm), crochets des segments antérieurs présentant une dent supérieure plus épaisse et plus longue que l'inférieure ; Maghreb ***L. udekemianus*** p. 149
2. Gainés péniennes 4 à 5 fois plus longues que larges, jusqu'à 300 µm de long ; crochets dorsaux présentant des dents de même taille ; Maroc ***L. profundicola*** p. 147
3. Gainés péniennes environ 7 fois plus longues que larges, généralement 300 – 700 µm de long ; crochets dorsaux avec la dent supérieure légèrement plus longue que l'inférieure ; Maghreb ***L. hoffmeisteri*** p. 147
4. Gainés péniennes 12 à 33 fois plus longues que larges, plus de 1000 µm de long à maturité complète ; Maroc, Algérie ***L. claparedeianus*** p. 147

***Limnodrilus claparedeianus* Ratzel, 1868 (Fig. 53A-E)**

L = 30-60 mm, s = 50-120. Jusqu'à 9 soies par faisceaux dans les segments antérieurs, avec la dent supérieure parfois plus longue que l'inférieure mais d'épaisseur similaire ou plus fine. Soies postérieures moins nombreuses, avec les dents de longueur subégale. Gaines péniennes extrêmement longues, supérieures à 1000 μm , parfois jusqu'à 33 fois plus longues que la largeur entale; gaine cylindrique, fine, avec un plateau distal en forme de petit triangulaire, formant un angle léger avec la hampe.

Cosmopolite.

Maroc (Baroudi, 1987 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987 ; Martínez-Ansemil *et al.*, 1987 ; Arab *et al.*, 2004).

***Limnodrilus hoffmeisteri* Claparède, 1862 (Fig. 53F-I)**

L = 20-60 mm, s = 50-95. 3-7 soies par faisceau dans les segments antérieurs, moins nombreuses dans les segments post-clitelliens, avec les dents de longueur subégale ou la dent supérieure légèrement plus longue que l'inférieure. Gaines péniennes environ 7 fois plus longues que larges, généralement 300 – 700 μm de long ; forme caractéristique de l'ouverture, en forme de cheminée coudée, formant un angle droit par rapport à la hampe, avec le plateau distal évasé et à bords parfois festonnés.

Cosmopolite.

Maghreb (Martínez-Ansemil & Giani, 1987) : Maroc (El Mezdi, 1985 ; Baroudi, 1985, 1987 ; Idbennacer, 1990), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987 ; Arab *et al.*, 2004), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b).

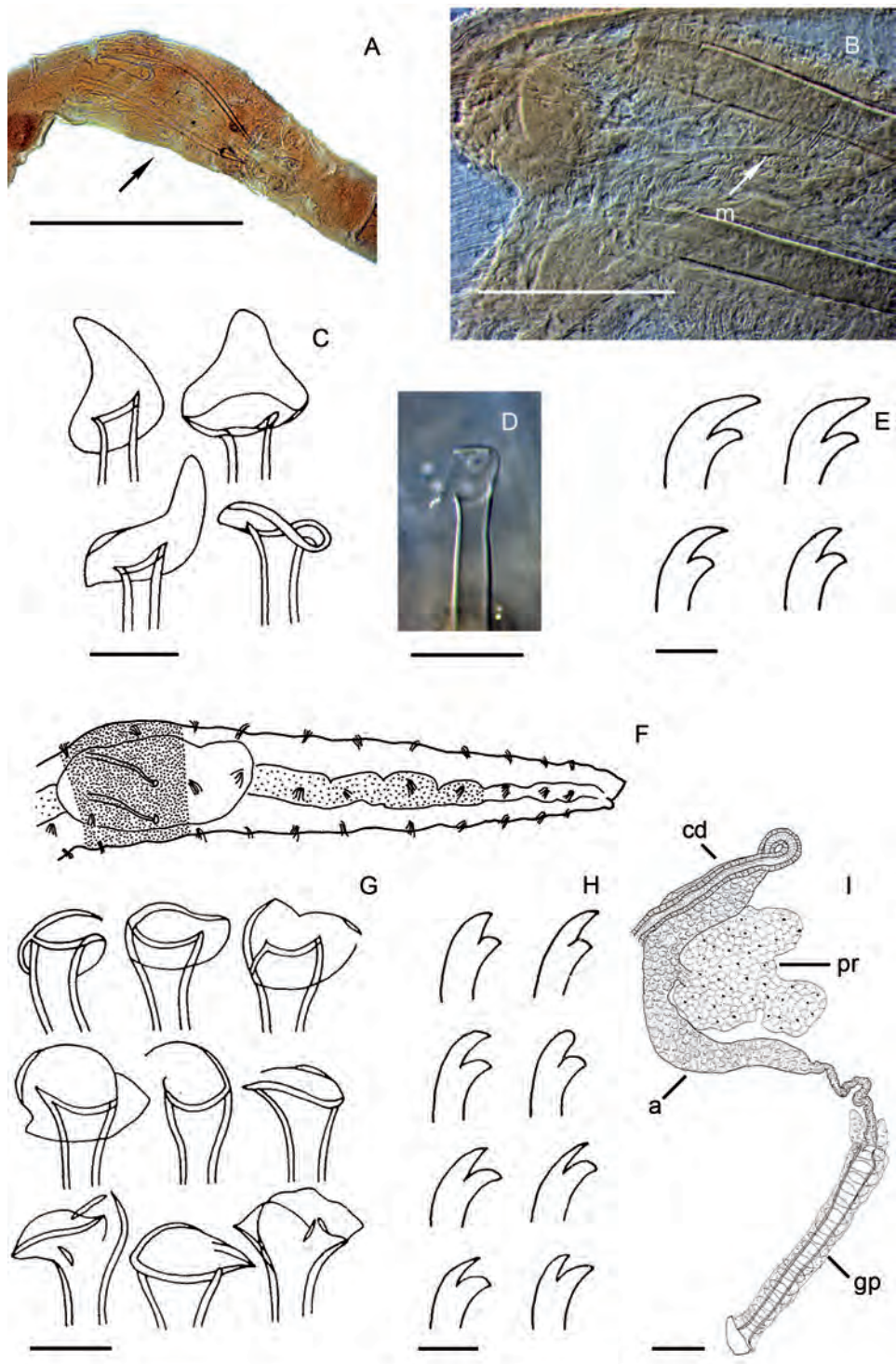
***Limnodrilus profundicola* (Verrill, 1871) (Fig. 54A-D)**

L = 20-50 mm, s = 50-90. 5-9 soies par faisceau dans les segments antérieurs, moins nombreuses dans les faisceaux post-clitelliens, avec les dents de longueur subégale. Gaines péniennes 4 à 5 fois plus longues que larges, jusqu'à 300 μm de long ; plateau distal légèrement replié sur la hampe.

Holarctique.

Maroc (Baroudi, 1987) ; Algérie (Arab *et al.*, 2004).

L'espèce n'est pas très commune. Elle semble préférer les eaux froides en haute altitude.



***Limnodrilus udekemianus* Claparède, 1862 (Fig. 54E-I)**

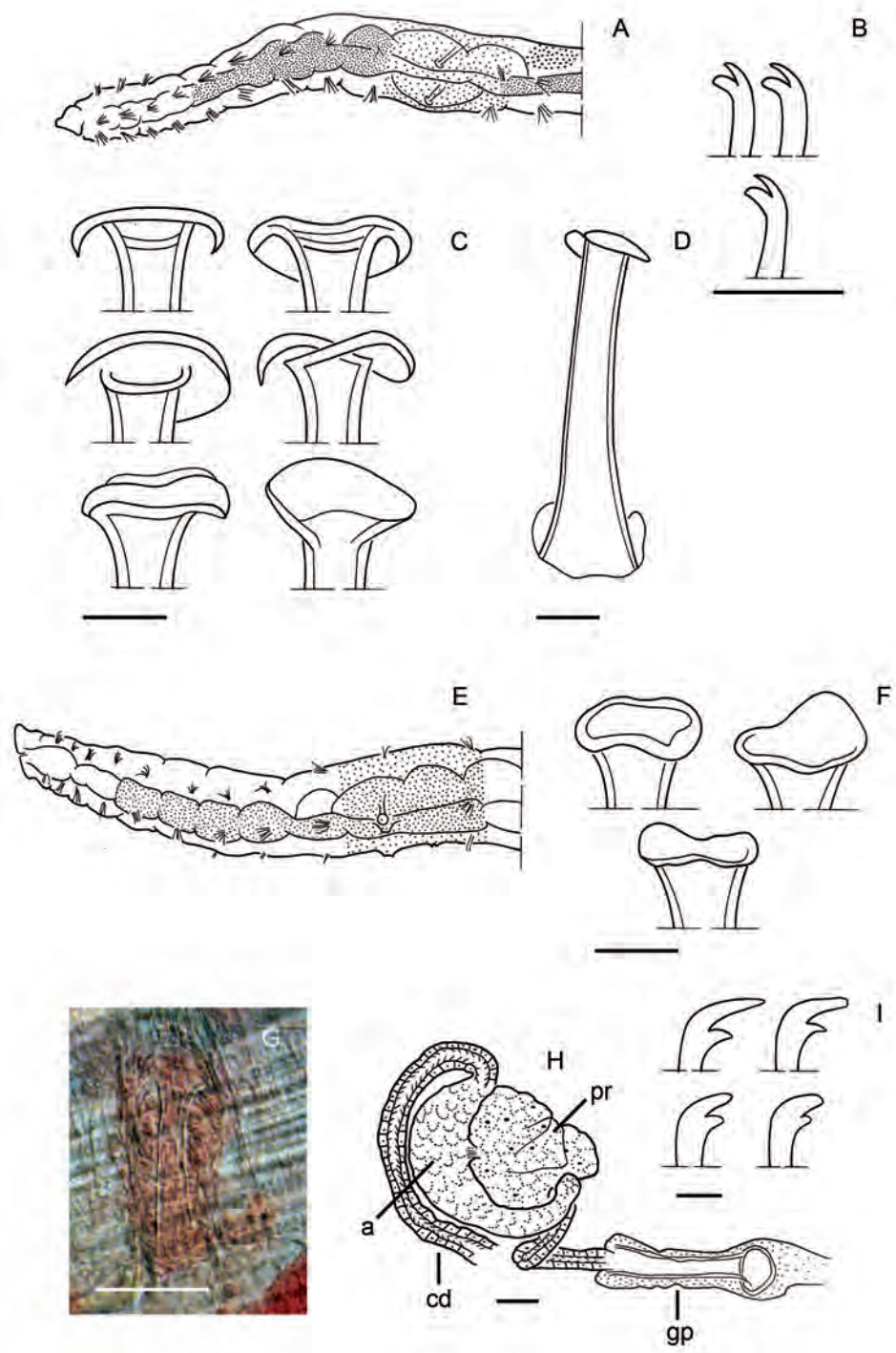
L = jusqu'à 70 mm, s = jusqu'à 160. 3-8 soies par faisceau dans les segments antérieurs, diminuant dans les segments postérieurs. Tant les soies dorsales que ventrales ont la dent supérieure nettement plus épaisse et plus longue que l'inférieure dans les segments antérieurs ; les dents deviennent progressivement de longueur similaire dans les segments post-clitelliens. Gaines péniennes courtes (160 – 200 µm), habituellement jusqu'à 4 fois plus longues que larges, avec un plateau distal légèrement replié sur la hampe.

Cosmopolite.

Maghreb (Martínez-Ansemil & Giani, 1987) : Maroc (El Mezdi, 1985 ; Baroudi, 1985, 1987 ; Idbennacer, 1990 ; Fakher El Abiari, 1995), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987 ; Arab *et al.*, 2004), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b), Libye (Martínez Ansemil, 1993).

Fig. 53 (page opposée). A-E. *Limnodrilus claparedeianus* Ratzel, 1868. A. Gaines péniennes dans la région génitale ; **B.** Extrémité entale des gaines péniennes entourées de leur manchon musculaire ; **C-D.** Variabilité de l'extrémité ectale des gaines péniennes ; **E.** Soies. **F-I. *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparède, 1862. F.** Habitus ; **G.** Variabilité de l'extrémité ectale des gaines péniennes ; **H.** Soies ; **I.** Tractus génital mâle (a = atrium ; cd = canal déférent ; gp = gaine pénienne ; pr = prostate). Echelle A = 1 mm ; B, D, I = 100 µm ; C, G = 50 µm ; E, H = 10 µm. (Dessins d'après : C, E, G, H. Kennedy, 1969 ; F. Timm, 2009 ; I. Baroudi, 1987).

Fig. 54 (page suivante). A-D. *Limnodrilus profundicola* (Verrill, 1871). A. Habitus ; **B.** Soies ; **C.** Variabilité de l'extrémité ectale des gaines péniennes ; **D.** Gaine pénienne. **E-I. *Limnodrilus udekemianus* Claparède, 1862. E.** Habitus ; **F.** Variabilité de l'extrémité ectale des gaines péniennes ; **G.** Gaine pénienne ; **H.** Tractus génital mâle (a = atrium ; cd = canal déférent ; gp = gaine pénienne ; pr = prostate) ; **I.** Soies. Echelle G = 100 µm ; C, D, F, H = 50 µm ; B = 25 µm ; I = 10 µm (Dessins d'après : A, E. Timm, 2009 ; C, F, I. Kennedy, 1969 ; B, D, H. Baroudi, 1987).



***Lophochaeta* Holmquist, 1985**

Vers très fins et exceptionnellement longs ; soies dorsales capillaires plumeuses et très longues, soies pectinées en forme de U ; pas de soies génitales différenciées ; fine gaine péniennne cuticulaire présente, plus courte que longue.

Le genre *Lophochaeta* a été récemment revalidé par Rodríguez et Achurra (2010). Il contient deux espèces, *L. ignota* Štolc, 1886 et *L. paucipilifer* Holmquist, 1985. Alors que *L. paucipilifer* est restreinte à la zone néarctique (lacs en Alaska), *L. ignota* est présente dans la plupart des zones biogéographiques, à l'exception des régions australasienne et antarctique.

***Lophochaeta ignota* Štolc, 1886 (Fig. 55)**

L = 80-100 (200 ?) mm, s = 150. Vers très longs et fins. Soies capillaires dorsales très longues pouvant atteindre plusieurs fois le diamètre du corps, en particulier dans la région moyenne ; 1 – 3 soies dorsales pectinées en forme de U, avec 1 à 2 dents intermédiaires ; 3 – 5 soies bifides ventrales, avec la dent supérieure plus longue que l'inférieure, seulement 2 soies ventrales dans les segments postérieurs, avec la dent supérieure de même longueur que l'inférieure.

Maroc (Baroudi, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987).

Eaux de surface, stygoxène et crénoxène.

Références : Boumaiza *et al.* 1986a,b ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987.

Anciennement attribuée au genre *Tubifex* Lamarck, 1816, sous la forme *T. ignotus*.

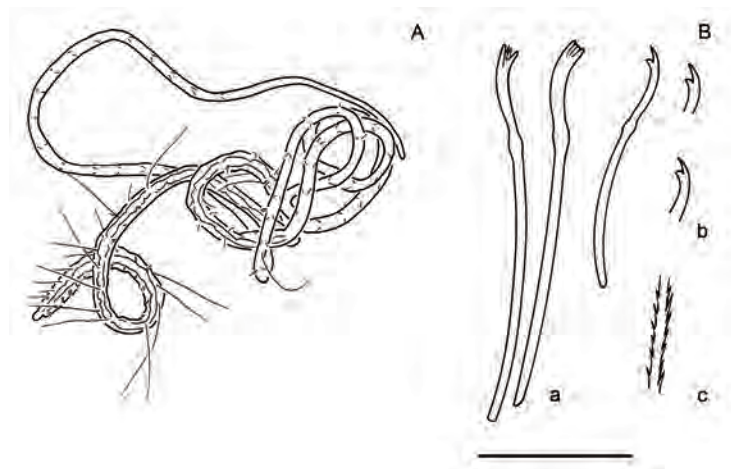


Fig. 55. A-C. *Lophochaeta ignota* Štolc, 1886. A. Habitus ; Ba-c. Soies : a. crochets pectinés dorsaux (VIII), b. soies ventrales antérieures, c. détail d'une soie capillaire plumeuse. Echelle B = 50 μ m (Dessins d'après : A. Timm, 2009 ; B. Boumaiza *et al.*, 1986b).

Potamothrix Vejdovský et Mrázek, 1902

Soies capillaires présentes dans les faisceaux dorsaux, soies dorsales pectinées. Soies spermathécales présentes en X ; pas de gaine péniennne

Le genre comprend 20 espèces dont la majorité est essentiellement présente dans la zone paléarctique, certaines ayant une distribution très locale (*Potamothrix ochridanus* (Hrabě, 1931) – lac Ohrid, ou *P. caspicus* (Lastockin, 1937) – mer Caspienne). Deux espèces sont présentes sur tous les continents, à l'exception de l'Antarctique : *P. bavaricus* (Öschmann, 1913) et *P. hammoniensis* (Michaelsen, 1901). Ces deux espèces sont également présentes au Maghreb. Elles sont tolérantes à la pollution organique (en particulier *P. hammoniensis*) et à l'appauvrissement en oxygène du milieu, deux paramètres qui vont souvent de pair.

***Potamothrix bavaricus* (Öschmann, 1913) (Fig. 56A-D, G-H)**

L = 15 – 35 mm, s = 55 – 80. 1 – 5 soies capillaires lisses et 2 – 5 soies pectinées, avec dents de longueur similaire dans les faisceaux dorsaux antérieurs. Soies pectinées ou bifides dans les faisceaux dorsaux postérieurs, avec dent supérieure de longueur subégale ou légèrement plus longue que l'inférieure ; soies capillaires absentes. 3 – 5 soies bifides dans les faisceaux ventraux, avec la dent supérieure légèrement plus longue et plus fine que l'inférieure. Une soie spermathécale modifiée en X, à extrémité distale très élargie, en forme de fer de lance, à hampe courte. Glande prostatique absente.

Répartition mondiale sauf l'Antarctique, bien que peu fréquente.

Maghreb (Martínez-Ansemil & Giani, 1987) : Maroc (Baroudi, 1985, 1987 ; El Mezdi, 1985), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b).

Eau de surface, stygoxène et crénoxène.

Références : Martínez-Ansemil & Giani, 1987 ; Gagneur *et al.*, 1986 ; Boumaiza *et al.*, 1986 ; Arab *et al.*, 2004.

***Potamothrix hammoniensis* (Michaelsen, 1901) (Fig. 56E-F)**

L = 15 – 45 mm, s = 75. 1 – 4 soies capillaires et 2 – 4 soies pectinées dans les faisceaux dorsaux antérieurs ; 1 – 2 soies capillaires et 1 – 2 soies bifides, non pectinées dans les segments postérieurs. 3 – 5 soies bifides dans les faisceaux ventraux antérieurs, 2 – 4 soies bifides dans les segments postérieurs. Une soie spermathécale modifiée en X, extrémité distale à bords externes plus ou moins parallèles, à hampe longue. Petites glandes prostatiques présentes.

Répartition mondiale sauf l'Antarctique, bien que peu fréquente.

Maroc, Sahara du nord-est (bassin de Saguiat El Hamra ; De Henau & Dumont, 1976) ; Algérie (Arab *et al.*, 2004).

Eau de surface, stygoxène et crénoxène.

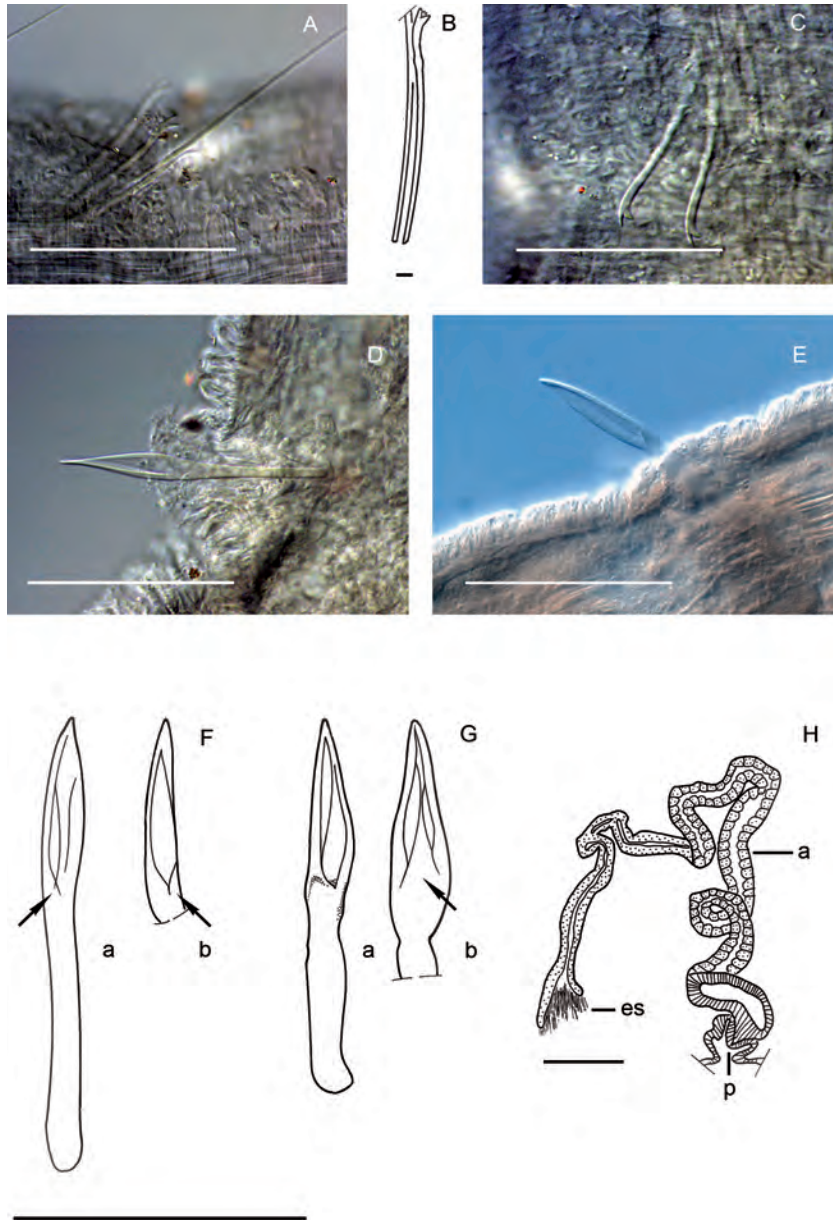


Fig. 56. A-D. *Potamothenis bavaricus* (Öschmann, 1913). **A-B.** Soies dorsales ; **C.** Soies ventrales ; **D.** Soie spermathecale ; **E.** *Potamothenis hammoniensis* (Michaelsen, 1901). Soie spermathecale ; **F-G.** Soies spermathecales de *P. hammoniensis* (F) et de *P. bavaricus* (G) en vue trois-quarts face (a) et frontale (b) ; **H.** *P. bavaricus*. Tractus génital mâle (a = atrium ; es = entonnoir spermatique ; p = pénis). Echelle A, C-H = 100 µm, B = 10 µm (Dessins d'après : B. Boumaiza *et al.*, 1986b; F, G. Martin, 1991).

***Psammoryctides* Hrabě, 1964**

Soies capillaires présentes dans les faisceaux dorsaux, accompagnées de soies palmées ; soies spermathécales en X.

Le genre comprend 11 espèces, à répartition holarctique bien que la majorité des espèces soient exclusivement paléarctiques (9 espèces si on inclut *Psammoryctides barbatus*, présent en Amérique du Nord mais considéré comme introduit) : *P. albicola* (Michaelsen, 1901), *P. barbatus* (Grube, 1861), *P. deserticola* (Grimm, 1877), *P. hadzii* Karaman, 1974, *P. hrabei* Karaman, 1971, *P. longicapillatus* Martínez-Ansemil & Giani, 1983, *P. moravicus* (Hrabě, 1934), *P. ochridanus* (Hrabě, 1931) et *P. stankoi* Karaman, 1974. Parmi ces espèces, *P. barbatus* est aisément reconnaissable par la présence unique de soies dorsales palmées dans les segments antérieurs.

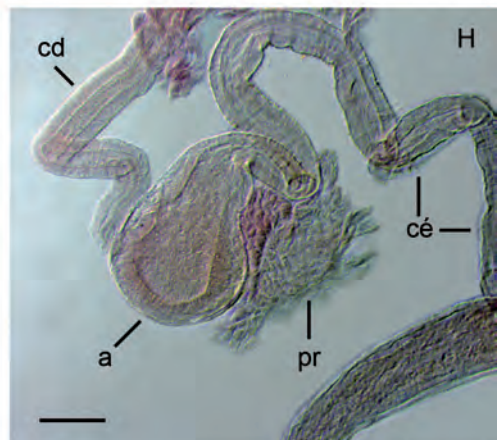
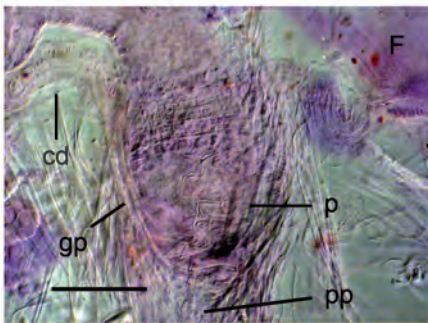
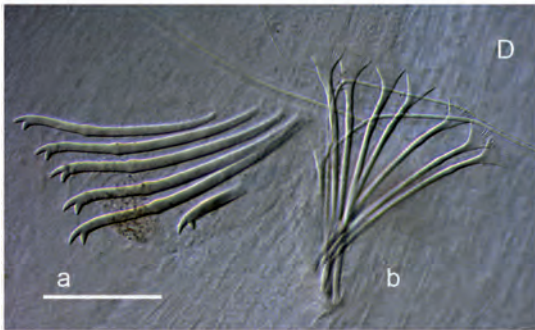
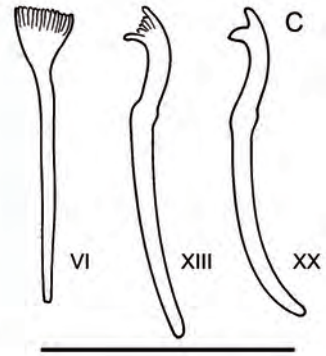
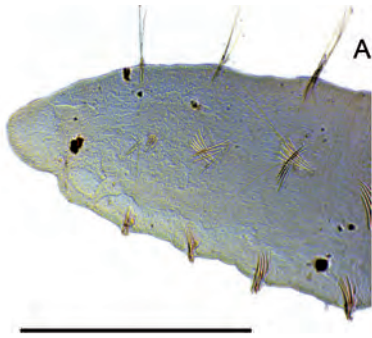
***Psammoryctides barbatus* (Grube, 1861) (Fig. 57)**

L = 30-60 mm, s = 85 – 100. Faisceaux dorsaux contenant 2-3 soies capillaires lisses ou plumeuses, et 3-8 soies palmées jusqu'à X ; au-delà de X, soies capillaires accompagnées de 2-3 soies bifides, avec dent supérieure plus petite et plus fine que l'inférieure, et parfois légèrement pectinées. Faisceaux ventraux contenant 3-5 soies ventrales bifides, avec dent supérieure plus longue et plus fine que l'inférieure. 1 soie spermathécale par faisceau en X, longue, fine, à extrémité distale évidée. Ampoule atriale petite et globulaire ; long canal éjaculateur s'élargissant pour déboucher sur un pénis recouvert d'une très fine gaine pénienne cuticulaire, parfois difficile à observer, dévaginable, plissé de façon typique en position rétractée.

Maroc (Baroudi, 1985, 1987), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987 ; Lounaci, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987), Libye (Martínez Ansemil, 1993).

Stygophile et crénoxène (grottes, sous-écoulements, sources).

Fig. 57 (page opposée). *Psammoryctides barbatus* (Grube, 1861). **A.** Région antérieure ; **B.** Soie spermathécale ; **C.** Soies dorsales ; **D.** Soies ventrales (a) et dorsales (b) d'un segment de la région antérieure ; **E.** Spermatozeugmata (spzg) dans la spermathèque ; **F.** Pénis (cd = canal déférent ; gp = gaine pénienne ; p = pénis ; pp = pore pénien) ; **G.** Pore spermathécal et soie spermathécale ; **H.** Tractus génital mâle (partie ; a = atrium ; cd = canal déférent ; cé = canal éjaculateur ; pr = prostate). Echelle A-H = 100 µm.



***Rhyacodrilus* Bretscher, 1901**

Soies péniennes modifiées en XI ; soies ventrales avec la dent supérieure plus fine que la dent inférieure ; coelomocytes abondants.

Rhyacodrilus est l'un des rares genres à avoir une distribution réellement cosmopolite, étant présent dans toutes les zones biogéographiques, dont l'Antarctique (îles subantarctiques). Il est constitué de 44 espèces dont la plupart, soit 38 espèces, sont presque exclusivement rencontrées dans la zone paléarctique. Les espèces semblent préférer les eaux froides et bien oxygénées, ce qui pourrait expliquer la quasi absence du genre dans les régions afrotropicale et néotropicale (1 espèce par région).

Près de la moitié des espèces connues sont présentes dans les eaux souterraines et la majorité de celles-ci sont considérées comme de réels stygobies (Creuzé des Châtelliers *et al.*, 2009). Au Maghreb, il n'est connu, à l'heure actuelle, que par une espèce, *Rhyacodrilus falciformis*, espèce stygophile et crénophile. Il n'est donc pas exclu de trouver d'autres espèces du genre au Maghreb mais, selon toute vraisemblance, uniquement en milieu souterrain, compte tenu des exigences de température et d'oxygénation des espèces, rarement rencontrées dans les eaux de surface du Maghreb.

***Rhyacodrilus falciformis* Bretscher, 1901 (Fig. 58)**

L = 8-10 mm, s = 38-48. Toutes les soies sont bifides, avec la dent supérieure plus longue et plus fine que l'inférieure ; 2-4 soies dorsales et 3-4 soies ventrales dans les faisceaux précitelliens, 2 soies dorsales et ventrales au-delà du clitellum ; 1(2) soies péniennes par faisceau, en forme de faucille, deux fois plus longues que les soies somatiques, et beaucoup plus épaisses.

Algérie (niveau supérieur de l'Oued Aïssi ; température fraîche, granulométrie grossière et abondance de Bryophytes ; Lounaci, 1987).

***Rhyacodrilus* sp.**

Maroc (Idbennacer, 1990 ; Yacoubi-Khebiza, 1990, 1996 ; Fakher El Abiari, 1995 ; Boulal, 2002).

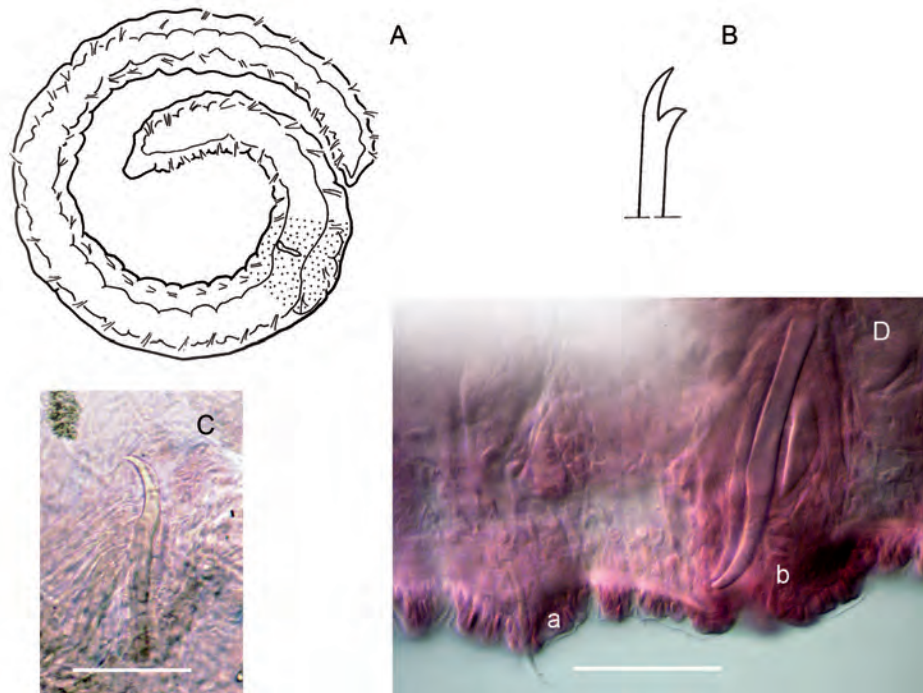


Fig. 58. *Rhyacodrilus falciformis* Brestcher, 1901. **A.** Habitus ; **B.** Soie somatique ; **C.** Soie pénienne ; **D.** Soies somatique (a) et pénienne (b). Echelle C, D = 100 µm (Dessins d'après : A, B. Timm, 2009).

***Tubifex* Lamarck, 1816**

Espèces avec soies dorsales capillaires et pectinées (absentes chez *Tubifex blanchardi*); pas de soies génitales différenciées, fine gaine pénienne cuticulaire présente, plus large que longue

Le genre *Tubifex* comprend 13 espèces dulçaquicoles. Parfois considéré comme un genre holarctique, *Tubifex* est, en fait, essentiellement paléarctique avec 12 espèces recensées dans cette zone, soit *T. acuticularis* Martínez-Ansemil, 1983 ; *T. blanchardi* Vejdovský, 1891 ; *T. kryptus* Bülow, 1955 ; *T. minor* Sokol'skaja, 1961 ; *T. montanus* Kowalewski, 1919 ; *T. natalensis* Brinkhurst, 1967 ; *T. nerthus* Michaelsen, 1908 ; *T. newaensis* (Michaelsen, 1903) ; *T. pescei* (Dumnicka, 1981) ; *T. pomoricus* Timm, 1978 ; *T. smirnowi* Lastočkin, 1927 ; *T. tubifex* (Müller, 1774). Parmi celles-ci, 10 sont exclusivement présentes dans la zone paléarctique et seulement 2 espèces ont une distribution holarctique.

Des trois espèces connues au Maghreb, *Tubifex tubifex* est la seule espèce présente sur tous les continents, à l'exception de l'Antarctique, mais des études récentes ont montré qu'elle était, en fait, un complexe d'espèces cryptiques.

***Tubifex blanchardi* Vejdovský, 1891 (Fig. 59A-C)**

Soies dorsales et ventrales bifides, pas de soies capillaires ni pectinées.

Longtemps considéré comme un variant de *Tubifex tubifex* dont elle ressemble en tous points, hormis la formule sétale, cette espèce a été revalidée récemment (voir *Tubifex tubifex*).

Maroc (El Mezdi, 1985 ; Baroudi, 1987), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986 ; Martínez-Ansemil & Giani, 1987), Libye (Martínez-Ansemil, 1993).

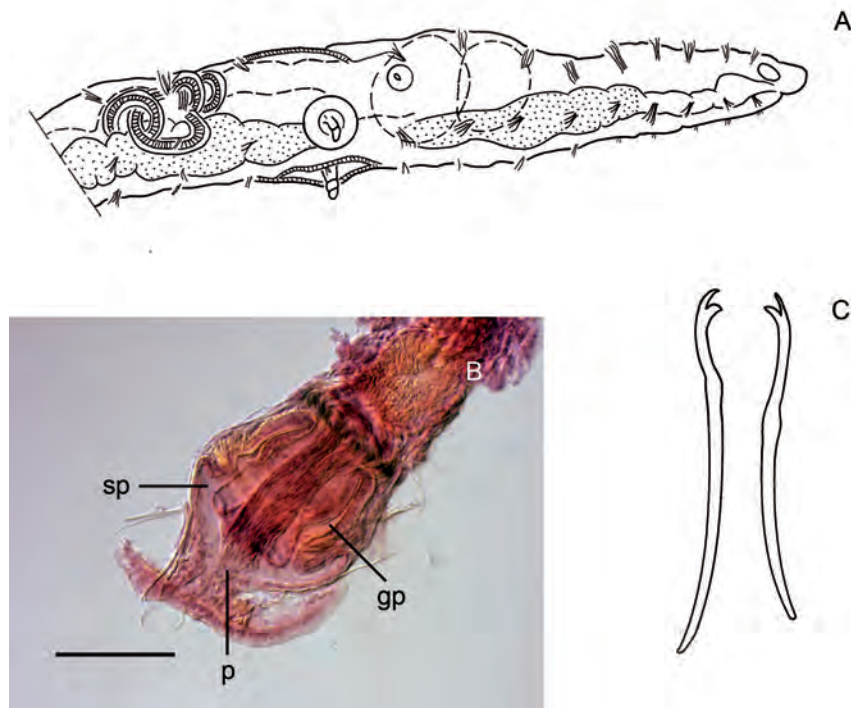


Fig. 59. A-C. *Tubifex blanchardi* Vejdovský, 1891. **A.** Habitus ; **B.** Complexe pénien (gp = gaine pénienne ; p = pénis ; sp = sac pénien) ; **C.** Soies. Echelle B = 100 μ m, C = 50 μ m (Dessins d'après : A, C. Timm, 2009).

***Tubifex tubifex* (Müller, 1774) (Fig. 60)**

L = 20 mm, s = 73. (1)2 – 4(5) soies pectinées et (1)2 – 3(4) soies capillaires, parfois plumeuses, dans les faisceaux dorsaux. (2)4(5) soies ventrales dans les faisceaux antérieurs, diminuant jusqu'à 1 – 2 dans les segments postérieurs ; dent supérieure plus fine que l'inférieure et subégale, plus courte que l'inférieure dans les segments postérieurs avec rarement une petite dent intermédiaire. Gaine

pénienne cylindrique, à aspect finement granuleux.

Cosmopolite.

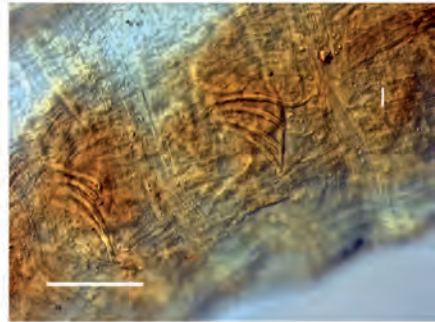
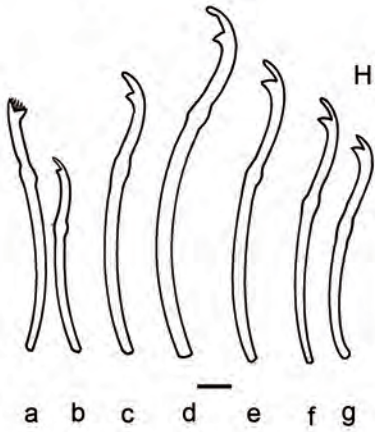
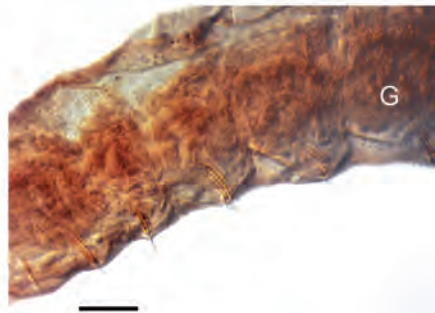
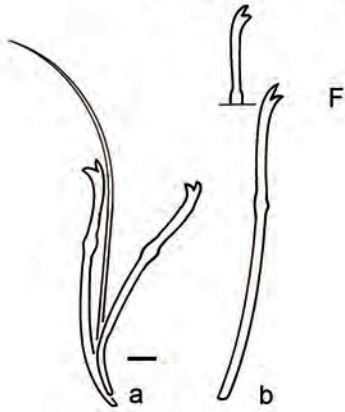
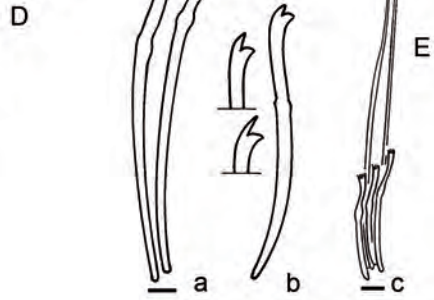
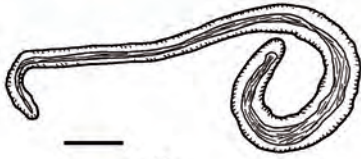
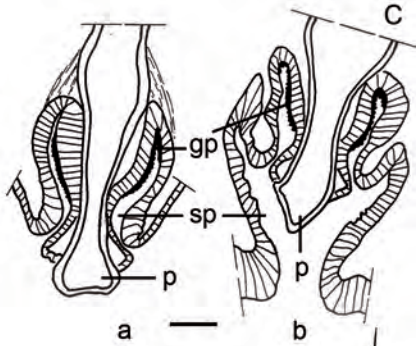
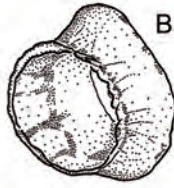
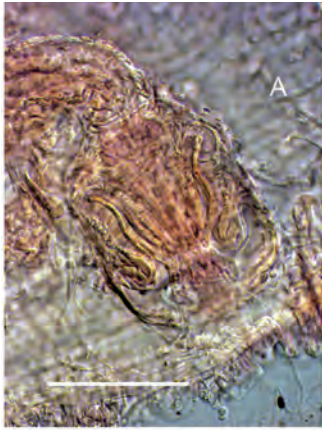
Maghreb (Martínez-Ansemil & Giani, 1987) : Maroc (De Henau & Dumont, 1976 ; Baroudi, 1985, 1987 ; Yacoubi-Khebiza, 1990, 1996 ; Fakher El Abiari, 1995 ; Boulal, 2002), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987 ; Arab *et al.*, 2004), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b), Libye (Martínez Ansemil, 1993).

Eau de surface, stygoxène et crénoxène.

Références : Holmquist, 1983.

On distingue, habituellement, plusieurs formes de statut incertain au sein de cette espèce. Celles-ci diffèrent essentiellement par la présence (forme « *typica* »), ou l'absence (forme « *blanchardi* »), et le nombre (forme « *bergi* ») des soies capillaires et pectinées, ou par la présence de soies ventrales géantes (forme « *grandiseta* »). Les variations liées aux soies capillaires et pectinées ont pu être recréées artificiellement dans des conditions particulières de pH et de salinité, suggérant que cette variation sétale peut dépendre des conditions du milieu (Chapman & Brinkhurst, 1987). Cependant, des études génétiques récentes ont montré que *Tubifex tubifex* était un complexe d'espèces cryptiques ayant des réponses physiologiques et toxicologiques différentes aux modifications mésologiques, ainsi que des sensibilités différentes aux infections par le protozoaire *Myxobolus cerebralis* Hofer, 1903 (parasite des poissons salmonidés et responsable de la maladie du tournis – « Whirling disease » ; Sturmbauer *et al.*, 1999 ; Beauchamp *et al.*, 2001, 2006). Cette observation jette un doute sur le statut taxonomique des formes habituellement distinguées au sein de *T. tubifex* et suggère que ces formes pourraient retrouver (forme *bergi*), ou acquérir (forme *grandiseta*), un statut d'espèce. *T. blanchardi* a souvent été confondu avec la forme de *Tubifex tubifex* sans soies capillaires et pectinées, mais son statut spécifique a été reconfirmé, sur la base d'une étude enzymatique (Di Chiara *et al.*, 1999). Le complexe *Tubifex tubifex* nécessite clairement une étude approfondie, faisant notamment appel aux techniques moléculaires les plus récentes.

Fig. 60 (page suivante). A-E. *Tubifex tubifex* f. *typica* (Müller, 1774). **A.** Complexe pénien ; **B.** Gaine pénienne ; **Ca-b.** Complexe pénien : a. pénis en extension, b. pénis rétracté (gp = gaine pénienne ; p = pénis ; sp = sac pénien). **D.** Spermatozeugmata ; **Ea-c.** Soies : a. crochets pectinés dorsaux, b. soies ventrales antérieures, c. faisceau de soies dorsales. **F.** *T. tubifex* f. *bergi* (Hrabě, 1935). **Fa-b.** Soies : a. faisceau de soies dorsales dans la région postérieure, b. soies ventrales (V). **G-I.** *T. tubifex* f. *grandiseta* Rodríguez, 1986. **G.** Soies ventrales en II-VII, incluant les soies géantes. **Ha-g.** Soies : a. crochet pectiné dorsal (VI), soies ventrales en II (b), III (c), IV (d), V (e), VI (f), XI (g). **I.** Soies ventrales géantes (IV-V). Echelle D, G, I = 100 µm ; B, C = 50 µm, Ec = 20 µm ; Ea-b, F, H = 10 µm (Dessins d'après : B. Martin, 1991 ; C-F, H. Boumaiza *et al.*, 1986b).



Les deux « formes » actuellement présentes au Maghreb se distinguent selon les caractères suivants :

1. Une soie capillaire courte dans les segments postérieurs, parfois présente en V – VIII ; soies dorsales bifides à légèrement pectinées. Soies ventrales de taille normale. ***Tubifex tubifex f. bergi*** (Fig. 60F)
2. Augmentation rapide de la taille des soies ventrales dans les segments antérieurs ; présence de soies géantes dans les faisceaux ventraux III à V ***Tubifex tubifex f. grandiseta*** (Fig. 60G-I)

Tubifex tubifex f. bergi : Maroc (Baroudi, 1987), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Lounaci, 1987), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b).

Tubifex tubifex f. grandiseta : Maroc (Baroudi, 1987), Algérie (Gagneur *et al.*, 1986 ; Rodríguez *et al.*, 1986), Tunisie (Boumaiza *et al.*, 1986a,b).

17. Phreodrilidae

Vers de taille moyenne. Yeux absents. Soies ventrales à partir de II, 2 soies sigmoïdes par faisceau, à pointe simple et/ou bifide, à dent supérieure plus courte et plus fine que la dent inférieure. Soies dorsales à partir de III. Soies capillaires parfois présentes dorsalement et accompagnées de 2 soies latérales de support, placées de part et d'autre de la soie capillaire, et qui ne se projettent pas hors des sacs sétoux. Proboscis et branchies parfois présents. Pores spermathécaux en XIII, postérieurs aux pores mâles, en XII. Soies spermathécales souvent présentes.

***Astacopsidrilus* Goddard, 1909**

Vestibules spermathécaux profonds et musculaires, rattachés à la paroi dorsale par des faisceaux musculaires, et à l'intérieur desquels s'ouvrent les orifices génitaux femelles. Pénis pendants, bien développés.

Le genre *Astacopsidrilus* est défini par des caractères internes très difficiles à appréhender par un non-spécialiste. De plus, ce genre a un statut taxonomique incertain. Selon Pinder (2008), *Astacopsidrilus* pourrait être, dans le futur, mis en synonymie avec un autre genre de Phreodrilidae, *Insulodrilus* Brinkhurst, 1991, ou, cas le plus probable, fragmenté en une multitude de genres de plus petite taille.

Dans l'état actuel des connaissances, *Astacopsidrilus* contient 12 espèces qui sont toutes, à l'exception de *A. naceri* au Maroc, endémiques à l'Australie et/ou à ses îles subantarctiques. Pour cette raison, la présence de *A. naceri* au Maroc est exceptionnelle. D'une part, elle est la seule espèce du genre présente en dehors de la région australasienne ou antarctique. D'autre part, elle est le seul oligochète connu au Maghreb, à l'heure actuelle, appartenant à la faune afro-tropicale. Sa présence, jusqu'à Marrakech, témoigne de ce que l'Afrique du Nord,

et en particulier le Maroc, est une zone de transition où peuvent se superposer deux zones biogéographiques, la zone paléarctique et la zone afro-tropicale (voir également le genre *Trichodrilus*).

***Astacopsidrilus naceri* Giani & Martin, 1995 (Fig. 61)**

L = 9 mm, s = supérieur à 39. Annulation secondaire présente à partir de II. 1(2) soies capillaires en III, entourées de deux soies de support ; 7-9 soies capillaires dans les autres segments ; soies dorsales absentes en XII. 2 soies ventrales par segment, l'une bifide, sigmoïde avec un léger nodule et avec la dent supérieure plus courte et plus fine que l'inférieure, l'autre à pointe simple, avec un nodule indiscernable ; soies ventrales absentes en XII. Spermatozoïdes organisés en longs faisceaux spiralés dans les spermathèques.

A. naceri vit à la limite nord de la distribution géographique des Phreodrilidae. On le trouve dans les eaux souterraines (puits et sous-écoulements), un milieu qui est souvent considéré comme un refuge aux conditions arides présentes et passées.

Maroc : puits et sous-écoulements, région de Guelmim, Tiznit et de Marrakech (oued N'Fis, oued Tensift, vallée du Zat) (Idbennacer, 1990 ; Giani *et al.*, 1995 ; Yacoubi-Khebiza, 1996 ; Juget & Yacoubi-Khebiza, 1997 ; Boulal, 2002).

Références : Giani *et al.*, 1995 (description).

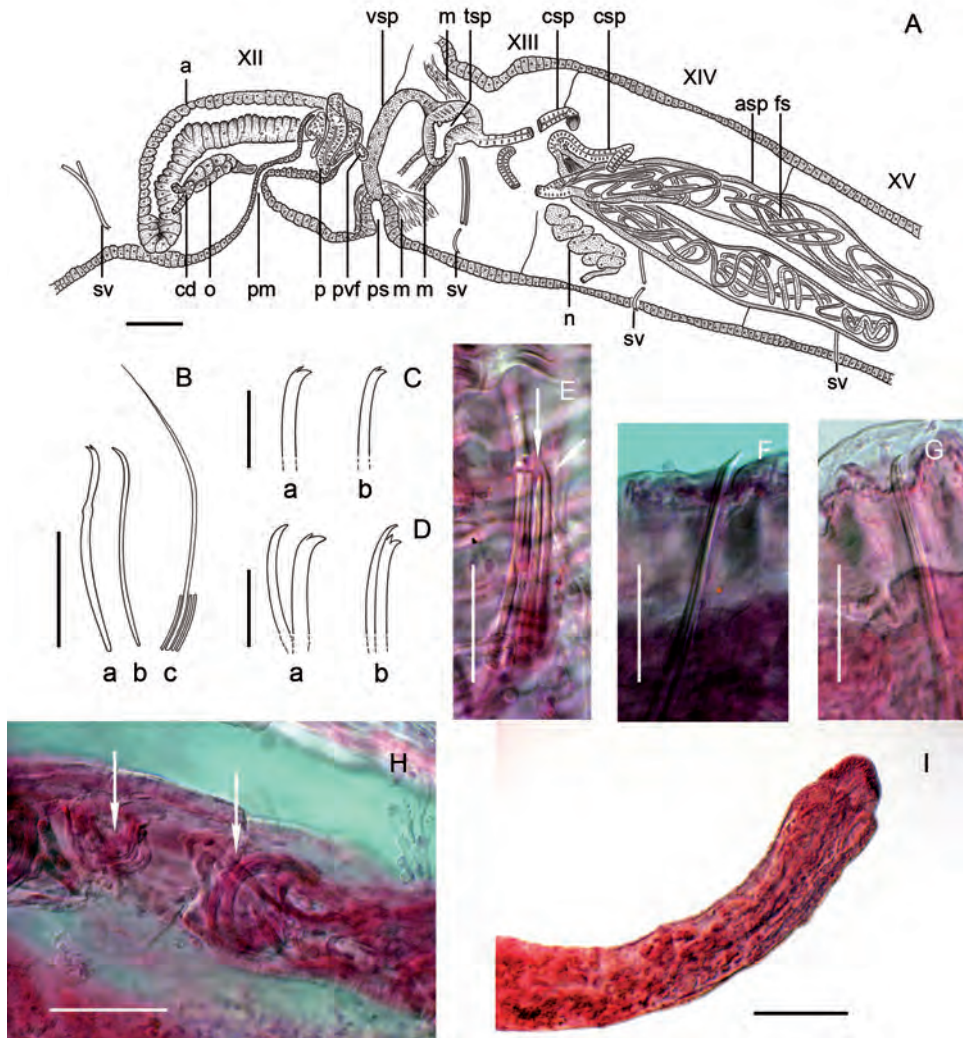


Fig. 61. *Astacopsidrilus naceri* Giani & Martin, 1995. **A.** Genitalia (a = atrium ; asp = ampoule spermathéciale ; csp = canal spermathécal ; cd = canal déférent ; fs = faisceau de spermatozoïdes ; m = muscle ; n = néphridie ; o = ovaire ; p = pénis ; pvf = pavillon femelle ; pm = pore mâle ; ps = pore spermathécal ; sv = soie ventrale ; tsp = trappe spermathéciale ; vsp = vestibule spermathécal) ; **Ba-c.** Soies : a. soie ventrale bifide, b. soie ventrale à pointe simple, c. soies capillaires avec soies de soutien ; **Ca-b.** Soies ventrales bifides : a. en VIII, b. en XXV ; **Da-b.** Soies ventrales bifides et à pointe simple : a. en V, b. en XX ; **E.** Soies dorsales de soutien des soies capillaires ; **F.** Soie ventrale à pointe simple ; **G.** Soie ventrale bifide ; **H.** faisceaux de spermatozoïdes dans la spermathèque ; **I.** Région antérieure. Echelle I = 200 µm ; A-B = 100 µm ; E, H = 50 µm ; C-D = 25 µm. (Dessins : Giani *et al.*, 1995).

18. Références

- ADOUTTE, A., G. BALAVOINE, N. LARTILLOT, O. LESPINET, B. PRUD'HOMME & R. DE ROSA, 2000. The new animal phylogeny : reliability and implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 97: 4453-4456.
- AGOUMI, A., 2003. *Vulnérabilité des pays du Maghreb face aux changements climatiques. Besoin réel et urgent d'une stratégie d'adaptation et de moyens pour sa mise en œuvre*. Institut international du développement durable (IISD), 8 pp. Disponible via http://www.iisd.org/cckn/pdf/north_africa_fr.pdf (dernier accès : 6 février 2012).
- AÏT BOUGHROUS, A., 2007. *Biodiversité, écologie et qualité des eaux souterraines de deux régions arides du Maroc : le Tafilalet et la région de Marrakech*. Thèse de Docteur en Sciences, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 207 pp.
- AÏT BOUGHROUS, A., YACOUBI-KHEBIZA, M. & P. MARTIN, 2009. Identification of cryptic diversity in *Trichodrilus* Latreille (Clitellata, Lumbriculidae) in Moroccan ground waters. 11th International Symposium on Aquatic Oligochaeta, 5-12 October 2009, Alanya – Antalya, Turkiye. Abstract book: 42.
- AÏT BOUGHROUS, A., YACOUBI-KHEBIZA, M., MARTIN, P., BEN SALEMA. & M. MESSOULI, 2010. Menaces climatiques sur les écosystèmes aquatiques souterrains de la Réserve de la biosphère des oasis du Sud marocain. In Barbault, R. & Foucault, A., *Changements climatiques et biodiversité*. Vuibert – AFAS, Paris : 111-122.
- ARAB, A., LEK, S., LOUNACI, A. & Y. S. PARK, 2004. Spatial and temporal patterns of benthic invertebrate communities in an intermittent river (North Africa). *Annales de Limnologie* 40: 317-327.
- AVEL, M., 1959. *Classe des Annélides Oligochètes*. In Grassé, P.-P. (éd.), *Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie*. Masson et Cie, Paris: 224-470.
- BAROUDI, M., 1985. *Contribution à l'étude des oligochètes d'un cours d'eau pollué : systématique, écologie*. Mémoire de fin d'études, Université Paul Sabatier, Toulouse, 63 pp.
- BAROUDI, M., 1987. *Contribution à l'étude des Oligochètes : I – Etude taxonomique de quelques genres d'Enchytraeida. II – Etude faunistique des Oligochètes aquatiques du Maroc*. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle, Université Paul Sabatier, Toulouse, 269 pp.
- BEAUCHAMP, K. A., KATHMAN, R. D., MCDOWELL, T. S. & R. P. HEDRICK, 2001. Molecular phylogeny of tubificid oligochaetes with special emphasis on *Tubifex tubifex* (Tubificidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 19: 216-224.
- BEAUCHAMP, K. A., EL-MATBOULI, M., GAY, M., GEORGIADIS, M. P., NEHRING B. & R. P. HEDRICK, 2006. The effect of cohabitation of *Tubifex tubifex* (Oligochaeta: Tubificidae) populations on infections to *Myxobolus cerebralis* (Myxozoa: Myxobolidae). *Journal of Invertebrate Zoology* 91: 1-8.

BLAKEMORE, R. J., 2007. *A list of valid, invalid and synonymous names of Criodrilidae and Lumbricoidea (Annelida: Oligochaeta: Criodrilidae, Sparganophilidae, Ailoscolecidae, Hormogastridae, Lumbricidae, Lutodrilidae)*. In: A Series of Searchable Texts on Earthworm Biodiversity, Ecology and Systematics from Various Regions of the World - 2nd Edition Supplement. Eds: N. Kaneko & M.T. Ito. COE Soil Ecology Research Group, Yokohama National University, Japan. CD-ROM. [Published 31st Aug, 2006 with Online Supplement updated 28th March 2007: <http://bio-eco.eis.ynu.ac.jp/eng/database/earthworm/> Accessed on 6th Feb 2012]

BLAKEMORE, R. J., 2008. Review of Criodrilidae (Annelida: Oligochaeta) including *Biwadrilus* from Japan. *Opuscula Zoologica* 37: 11-22.

BOU, C. & R. ROUCH, 1967. Un nouveau champ de recherches sur la faune aquatique souterraine. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 265(4) : 369-370.

BOU, C., 1974. Les méthodes de récolte dans les eaux souterraines interstitielles. *Annales de Spéléologie* 29 : 611-619.

BOUCHÉ, M. B., 1972. *Lombriciens de France. Ecologie et Systématique*. Institut national de la Recherche agronomique, Paris, 671 pp.

BOULAL, M., 2002. *Recherches phréatobiologiques dans le Souss et les régions voisines du Maroc occidental : Qualité de l'eau, Biodiversité, Ecologie et Biogéographie Historique des espèces stygobies*. Thèse de doctorat d'Etat es-Science, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 443 pp.

BOUMAIZA, M., MARTÍNEZ-ANSEMIL, E. & N. GIANI, 1986a. Les Oligochètes et Aphanoneura des eaux courantes de Tunisie. I - Données faunistiques. *Annales de Limnologie* 2 : 231-237.

BOUMAIZA, M., GIANI, N. & E. MARTÍNEZ-ANSEMIL, 1986b. Les Oligochètes et Aphanoneura des eaux courantes de Tunisie. II. Clé pour la détermination des espèces actuellement recensées. *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis* 63 : 299-323.

BOUMEZZOUGH A., 1988. *Contribution à la connaissance des invertébrés ripicoles épigés et endogés en zone méditerranéenne : Étude des peuplements ripicoles de deux réseaux hydrographiques du Haut-Atlas marocain*. Thèse de doctorat es-Sciences, Université Aix Marseille III, 181 pp.

BRINKHURST, R. O. & D. G. COOK, 1966. Studies on the North American aquatic Oligochaeta. III: Lumbriculidae and additional notes and records of other families. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 118:1-33.

BRINKHURST, R. O., 1971. *A guide for the identification of the British aquatic Oligochaeta*. Freshwater Biological Association, Scientific Publication No 22, 2nd ed. revised, 55 pp.

BRINKHURST, R. O., 1982a. Oligochaeta. In: *Synopsis and Classification of Living Organisms*, Mc Graw-Hill Book Company: 50-61.

- BRINKHURST, R. O., 1982b. Evolution in the Annelida. *Canadian Journal of Zoology* 60: 1043-1059.
- BRINKHURST, R. O., 1984. The position of the Haplotaxidae in the evolution of oligochaete annelids. *Hydrobiologia* 115: 25-36.
- BRINKHURST, R. O. & K. A. COATES. 1985. The genus *Paranais* (Oligochaeta: Naididae) in North America. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 98: 303-313.
- BRINKHURST, R. O., 1988. A taxonomic analysis of the Haplotaxidae (Annelida, Oligochaeta). *Canadian Journal of Zoology* 66: 2243-2252.
- BRINKHURST, R. O., 1989. A phylogenetic analysis of the Lumbriculidae (Annelida, Oligochaeta). *Canadian Journal of Zoology* 67: 2731-2739.
- BRINKHURST, R. O. & K. A. COATES, 1985. The genus *Paranais* (Oligochaeta: Naididae) in North America. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 98: 303-313.
- BRINKHURST, R. O. & JAMIESON, B. G., 1971. *Aquatic Oligochaeta of the world*. Edinburgh: Oliver and Boyd, 860 pp.
- CHAPMAN, P. M. & R. O. BRINKHURST, 1987. Hair today, gone tomorrow: induced chaetal changes in tubificid oligochaetes. *Hydrobiologia* 155: 45-55.
- CHEKANOVSKAYA, O. V., 1962. *Aquatic Oligochaeta of the USSR (Vodnye Maloshchetinkovyе Chervy Fauny SSSR)*. Amerind Publishing Co., New Delhi, 513 pp.
- ČERNOSVITOV, L., 1928. Die Oligochaetenfauna der Karpathen. *Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere* 55, 1-28.
- ČERNOSVITOV, L., 1933. Note sur les Oligochètes d'Algérie. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de l'Afrique du nord* 24: 255-258.
- CHALUPSKÝ, J., 1986. Czechoslovak enchytraeids (Oligochaeta, Enchytraeidae) I. Enchytraeids from an apple orchard by Bavorov in South Bohemia. *Věstník Československé Společnosti Zoologické* 50: 13-21.
- COLLADO, R. & R. M. SCHMELZ, 2000. *Pristina silvicola* and *Pristina terrena* spp. nov., two new soil-dwelling species of Naididae (Oligochaeta, Annelida) from the tropical rain forest near Manaus, Brazil, with comments on the genus *Pristinella*. *Journal of Zoology, London* 251: 509-516.
- COOK, D. G., 1967. Studies on the Lumbriculidae (Oligochaeta) in Britain. *Journal of Zoology* 153: 353-368.
- COOK, D. G., 1971. Family Dorydrilidae. In: Brinkhurst, R. O. & B. G. M. Jamieson, *Aquatic Oligochaeta of the world*. Edinburgh: Oliver and Boyd, chap. 11: 647-653.
- CREUZÉ DES CHÂTELLIERS, M., JUGET, J., LAFONT, M. & P. MARTIN, 2009. Subterranean aquatic Oligochaeta. *Freshwater Biology*, 54: 678-690.

- CUADRADO, S. & E. MARTÍNEZ-ANSEMIL, 2001. External structures used during attachment and sperm transfer in tubificids (Annelida, Oligochaeta). *Hydrobiologia*, 463: 107-113.
- CVETKOV, L. (1968) Un filet phréatobiologique. *Bulletin de l'Institut de Zoologie et Musée. Académie bulgare des Sciences Section Biologie*, XXVII, 215-218.
- DE HENAU, A.-M. & H. DUMONT, 1976. A note on some aquatic Oligochaeta from Rio de Oro (North-Western Sahara). *Bulletin de l'Institut fondamental d'Afrique noire* 38 : 836-840.
- DI CHIARA, A. P., PAGANI, M. & B. LEONI, 1999. Enzymatic variability in sympatric species of *Tubifex* (Clitellata: Tubificidae). *Hydrobiologia* 406: 83-86.
- EL ALAMI EL FILALI, A., 2010. *Biodiversité aquatique souterraine du Maroc : base de données, répartition et implications en termes de conservation*. Thèse de Docteur en Sciences, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 122 pp.
- EL MEZDI, Z., 1985. *Etude hydrobiologique des khetaras de la région de Marrakech*. Thèse de 3^{ème} cycle, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 115 pp.
- ENVALL, I., M. KÄLLERSJÖ & C. ERSÉUS, 2006. Molecular evidence for the non-monophyletic status of Naidinae (Annelida, Clitellata, Tubificidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 40: 570-584.
- ENVALL, I., 2009. *Evolutionary perspectives on Naidinae (Annelida, Clitellata, Naididae): molecular and morphological revelations*. PhD, Stockholm University, Stockholm, 48 pp.
- ERSÉUS, C., 1992. A generic revision of the Phalloporinae (Oligochaeta, Tubificidae). *Zoologica Scripta* 21: 5-48.
- ERSÉUS, C. & M. KÄLLERSJÖ, 2004. 18S rDNA phylogeny of Clitellata (Annelida). *Zoologica Scripta* 33: 187-196.
- ERSÉUS, C., 2005. Phylogeny of oligochaetous Clitellata. *Hydrobiologia* 535/536: 357-372.
- ERSÉUS, C., GUSTAVSSON, L. M. & R. O. BRINKHURST. 2005. Tubificidae Vejdovsky, 1876 (annelida, clitellata) : proposed precedence over Naididae Ehrenberg, 1828. *Bulletin of Zoological Nomenclature* 62: 226-231.
- ERSÉUS, C., WETZEL, M. J. & L. M. GUSTAVSSON. 2008. ICZN rules - a farewell to Tubificidae (Annelida, Clitellata). *Zootaxa* 1744: 66-68.
- EYMAN, J., DEGREEF, J., HÄUSER, CH., MONJE, J. C., SAMYN, Y. & D. VANDENSPIEGEL (Eds), 2010. *Manual on field recording techniques and protocols for All Taxa Biodiversity Inventories and Monitoring*. Abc Taxa, vol. 8, part 1, 1-330.
- FAKHER EL ABIARI, A., 1999. *Influence des facteurs abiotiques sur la répartition de la faune aquatique souterraine du Maroc : cas des Crustacés pécararides stygobies*. Thèse de doctorat, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 208 pp.

- FERRAGUTI, M., GRASSI, G., & ERSÉUS, C. 1989. Different models of tubificid spermatozeugmata. *Hydrobiologia* 180: 73-82.
- FERRAGUTI, M. 1997. EUCLITELLATA. IN B. G. M. JAMIESON & R. G. ADIYODI (Eds) *Progress in male gamete ultrastructure and phylogeny* pp. 125-182. New Delhi, Calcutta: Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd.
- GAGNEUR, J., GIANI, N. & E. MARTÍNEZ-ANSEMIL, 1986. Les Oligochètes aquatiques d'Algérie. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse* 122 : 119-124.
- GAUTHIER, H., 1928. *Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie*. Imprimerie Minerva, Alger, 419 pp. 3 pl. hors-texte.
- GIBERT, J., CULVER, D. C., DOLE-OLIVIER, M. J., MALARD, F., CHRISTMAN, M. C. & L. DEHARVENG, 2009. Assessing and conserving groundwater biodiversity: synthesis and perspectives. *Freshwater Biology* 54: 930-941.
- GIANI, N. & E. MARTÍNEZ-ANSEMIL, 1981. Contribution à la connaissance des oligochètes aquatiques du bassin de l'Argens (Var, France). *Annales de Limnologie* 17 : 121-141.
- GIANI, N. & E. MARTÍNEZ-ANSEMIL, 1983. Les Oligochètes aquatiques du Liban. IV. *Epirodilus moubayedii* n. sp. (Tubificidae, Rhyacodrilinae). *Annales de Limnologie* 19 : 87-92.
- GIANI, N., 1984. *Contribution à l'étude de la faune d'eau douce et plus particulièrement des Oligochètes. II – Les oligochètes aquatiques : taxonomie, répartition et écologie*. Thèse de doctorat d'Etat, Université Paul Sabatier, Toulouse, 190 pp. + figs.
- GIANI, N., MARTÍNEZ-ANSEMIL, E. & BRINKHURST, R. O., 1984. Revision du statut taxonomique des Aulodrilinae (Tubificidae, Oligochaeta). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse* 120 : 17-22.
- GIANI, N. & P. RODRÍGUEZ, 1994. New species of the genus *Trichodrilus* (Oligochaeta, Lumbriculidae). *Zoologica Scripta* 23: 33-41.
- GIANI, N., MARTIN, P. & JUGET, J., 1995. A new species of Phreodrilidae (Oligochaeta), *Astacopsidrilus naceri* sp. nov., from Morocco (North Africa), with notes on the biogeography of the family. *Canadian Journal of Zoology* 73: 2375-2381.
- GIANI, N. & P. RODRÍGUEZ, 1988. Description de quelques espèces nouvelles de Tubificidae (Oligochaeta) de grottes et de sources karstiques de la péninsule ibérique. *Stygologia* 4: 121-137.
- GRASSÉ, P.-P. *Traité de zoologie. Anatomie, systématique, biologie*. Tome V, fasc. 1. *Annélides, Myzostomides, Sipunculiens, Echiuriens, Priapulien, Endoproctes, Phoronidiens*. Masson et Cie, Paris, 1016 pp.
- GRIMM, R., 1985. Beiträge zur Systematik der afrikanischen Naididae (Oligochaeta). II. *Dero raviensis* (Stephenson, 1914) und *Aulophorus furcatus* Michaelsen, 1914 – zwei verbreitete afrikanische Arten. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut* 82: 109-117.

- GUNN, R. J. M., A. M. PINDER & B. M. WALKER, 2003. Phreodrilidae (Annelida : Oligochaeta), a family new to Europe. *Irish Naturalists Journal* 27: 315-317.
- GUSTAFSSON, D. R., PRICE, D. A. & C. ERSÉUS, 2009. Genetic variation in the popular lab worm *Lumbriculus variegatus* (Annelida: Clitellata: Lumbriculidae) reveals cryptic speciation. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 51: 182-189.
- HEBERT, P. D. N., A. CYWINSKA, S. L. BALL & J. R. DEWAARD, 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London B* 270: 313-321.
- HEBERT, P. D. N. & T. R. GREGORY, 2005. The promise of DNA Barcoding for taxonomy. *Systematic Biology* 54: 852-859.
- HRABĚ, S., 1937. Etudes biospéologiques (1). V. Contribution a l'étude du genre *Trichodrilus* (Oligoch., Lumbriculidae) et description de deux espèces nouvelles. *Bulletin du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique* 13 : 1-23.
- HRABĚ, S. 1981. Vodní Máloštětinatci (Oligochaeta) Československa. *Acta Universitatis Carolinae, Biologica*, 1979: 1-167 (« Aquatic annelids (Oligochaeta) of Czechoslovakia » ; Canadian Translation of Fisheries and Aquatic Sciences No 4856 ; 1982).
- HILTUNEN, J. K. & D. J. KLEMM, 1980. *A guide to the Naididae (Annelida: Clitellata: Oligochaeta) of North America*. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Cincinnati, OH. EPA 600/4-80-031, 58 pp.
- HOLMQUIST, C., 1983. What is *Tubifex tubifex* (O. F. Müller) (Oligochaeta, Tubificidae)? *Zoologica Scripta* 12: 187-201.
- IDBENNACER, B., 1990. *Recherches écologiques, biogéographiques et démographiques sur la faune aquatique souterraine de la région de Guelmim (Sud-Ouest de l'Anti-Atlas marocain)*. Thèse de troisième cycle, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 275 pp.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON ZOOLOGICAL NOMENCLATURE, 1999. International Code of Zoological Nomenclature. Fourth Edition. The Natural History Museum, London, 306 pp.
- JAMIESON, B. G. M., S. TILLIER, A. TILLIER, J.-L. JUSTINE, E. LING, S. JAMES, K. MCDONALD & A. F. HUGALL, 2002. Phylogeny of Megascolecidae and Crassiclitellata (Annelida, Oligochaeta): combined versus partitioned analysis using nuclear (28S) and mitochondrial (12S, 16S) rDNA. *Zoosystema* 24: 707-734.
- JAMIESON, B. G. M. & FERRAGUTI, M. 2006. Non-leech clitellata. In G. Rouse & F. Pleijel (Eds) *Reproductive biology and phylogeny of annelida* pp. 235-392. Enfield: Science Publishers.
- JONES, B., 1946. Impregnating Polyvinyl Alcohol with Picric Acid for the Simultaneous Staining and Permanent Mounting of Acarina. *Proceedings of the Royal Entomological Society of London, Series A, General Entomology* 21: 85-86.

- JUGET, J. & YACOUBI-KHEBIZA, M., 1997. Contribution à l'écologie de l'espèce *Astacopsidrilus naceri* Giani & Martin, 1995 (Phreodrilidae, Oligochaeta) en provenance des eaux souterraines du Maroc. *Annales de Limnologie* 33 : 149-161.
- KASPRZAK, K., 1973. *Nais christinae*, a new species of Naididae (Oligochaeta) found in Poland. *Bulletin de l'Académie polonaise des Sciences, Série des sciences biologiques Cl. II* 21: 535-539.
- KASPRZAK, K., 1981. *Skąposzczety wodne, I. Rodziny: Aeolosomatidae, Potamodrilidae, Naididae, Tubificidae, Dorydriidae, Lumbriculidae, Haplotaxidae, Glossoscolecidae, Branchiobdellidae*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 226 pp.
- KASPRZAK, K., 1986. *Skąposzczety wodne i glebowe, II. Rodzina: Wazonkowce (Enchytraeidae)*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 366 pp.
- KATHMAN, R. D. & R. O. BRINKHURST, 1998. *Guide to the freshwater oligochaetes of North America*. Aquatic Resources Center, Tennessee, USA, 264 pp.
- KENNEDY, C. R. , 1969. The variability of some characters used for species recognition in the genus *Limnodrilus* Claparède (Oligochaeta : Tubificidae). *Journal of Natural History* 3: 53-60.
- LAFONT, M., 1983. Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. 3. Annélides Oligochètes. *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 4 : 108-135.
- LECOINTRE, G. & H. LE GUYADER, 2001. *Classification phylogénétique du vivant*. Belin, Paris, 543 pp.
- LODEN, M. S. & W. J. HARMAN, 1980. Ecophenotypic variation in setae of Naididae (Oligochaeta). In Brinkhurst, R. O. & D. G. Cook (eds). *Aquatic oligochaete biology*, New York, Plenum Press, pp. 33-39.
- LOUNACI, A., 1987. *Recherches hydrobiologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'oued Aïssi (Grande – Kabylie)*. Thèse de Magister, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger, 133 pp.
- MALARD, F., DOLE-OLIVIER, M.-J., MATHIEU, J. & F. STOCH, 2002. *Sampling manual for the assessment of regional groundwater biodiversity*. European Project PASCALIS (Protocols for the Assessment and Conservation of Aquatic Life in the Subsurface), Fifth Framework Programme, Key Action 2: Global Change, Climate and Biodiversity, 2.2.3 Assessing and conserving biodiversity, Contract No EVK2-Ct-2001-00121 [Published online: <http://pascalis.univ-lyon1.fr/results/samplingmanual.html> Last access: 6th February 2012]
- MARTIN, P., 1991. *Potamothrix* Vejdovský et Mrázek, 1902 (Oligochaeta, Tubificidae) : un genre d'oligochète dulçaquicole nouveau pour la faune belge. *Belgian Journal of Zoology* 121 : 315-320.
- MARTIN, P. & N. GIANI, 1995. Two new species of *Epirodilus* (Oligochaeta, Tubificidae) from Lake Nyasa and Tanganyika (East Africa), with redescriptions of *E. slovenicus* and *E. michaelsoni*. *Zoologica Scripta* 24 : 13-19.

- MARTIN, P., 2001. On the origin of the Hirudinea and the demise of the Oligochaeta. *Proceedings of the Royal Society of London B* 268: 1089-1098.
- MARTIN, P. & I. KAYGORODOVA, 2008. A new species of *Pseudorhynchelmis* Hrabě, 1982 (Clitellata: Lumbriculidae) from Lake Baikal, with redescriptions of *P. parva* and *P. olchonensis*. *Zootaxa* 1938: 23-39.
- MARTIN, P. & A. OHTAKA, 2008. A new phreodrilid species (Annelida: Clitellata: Phreodrilidae) from Lake Biwa, Japan. *Species Diversity* 13: 221-230.
- MARTIN, P., MARTÍNEZ-ANSEMIL, E., PINDER, A., TIMM, T. & M. J. WETZEL, 2008. Global diversity of oligochaetous clitellates ("Oligochaeta"; Clitellata) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 117-127.
- MARTIN, P., MARTÍNEZ - ANSEMIL, E. & B. SAMBUGAR, 2010. The Baikalian genus *Rhyacodriloides* in Europe : phylogenetic assessment of Rhyacodriloidinae subfam. n. within the Naididae (Annelida). *Zoologica Scripta* 39: 462-482.
- MARTÍNEZ-ANSEMIL, E. & N. GIANI, 1987. The distribution of aquatic oligochaetes in the south and eastern Mediterranean area. *Hydrobiologia* 155: 293-303.
- MARTÍNEZ-ANSEMIL, E., 1990. Etude biologique et écologique des Oligochètes aquatiques de la rivière Tambre et de ses milieux associés (Galice, Espagne). *Annales de Limnologie* 26: 131-151.
- MARTÍNEZ-ANSEMIL, E., 1993. *Etudes sur les oligochètes aquatiques des pays du pourtour de la Méditerranée : taxonomie, phylogénie, biogéographie et écologie*. Thèse de Docteur d'Etat (Sciences), Université Paul Sabatier, Toulouse, 616 pp.
- MARTÍNEZ-ANSEMIL, E., CREUZÉ DES CHÂTELLIERS, M., MARTIN, P. & B. SAMBUGAR, 2012. The Parvidrilidae – a diversified groundwater family: description of six new species from southern Europe, with clues as to its phylogenetic position within Clitellata (Annelida). *Zoological Journal of the Linnean Society*.
- MICHAELSEN, W., 1928. *Dritte Klasse der Vermes Polymera (Annelida) Clitellata - Gürtelwürmer*. In Hükenthal, W. & T. Krumbach (eds.), *Handbuch der Zoologie. Vermes Polymera : Archiannelida, Polychaeta, Clitellata, Priapulida, Sipunculida, Echiurida*. De Gruyter, W, Berlin und Leipzig 1928 bis 1934: 1-118.
- NIELSEN, C. O. & B. CHRISTENSEN, 1959. The Enchytraeidae. Critical revision and taxonomy of European species. *Natura Jutlandica* 8-9: 1-160.
- OHTAKA, A. & R. USMAN, 1997. Records of Tubificid Oligochaetes from Padang, West Sumatra, Indonesia, with Description of a New Species of *Aulodrilus* Bretscher. *Species Diversity* 2: 145-154.
- OMODEO, P., 1960. Oligocheti della Sicilia. *Memorie del Museo civico di Storia naturale di Verona* 8: 69-78.
- OMODEO, P., ROTA, E. & M. BAHA, 2003. The megadrile fauna (Annelida: Oligochaeta) of Maghreb: a biogeographical and ecological characterization. *Pedobiologia* 47: 458-465.

- OUAHSINE H., 1993. *Les biocénoses d'invertébrés benthiques dans un torrent du Haut Atlas (Maroc) : le Tiferguine. Structure et répartition du peuplement – régime alimentaire, dynamique des populations et reproduction des espèces dominantes.* Thèse d'État, Faculté des Sciences Semlalia, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 217 pp.
- PIGUET, E. & K. BRETSCHER, 1913. Catalogue des Invertébrés de la Suisse. Oligochètes. *Muséum d'Histoire naturelle de Genève*, Fascicule 7, Genève, 215 pp.
- PINDER, A. M. & R. O. BRINKHURST, 1997. The family Capilloventridae (Annelida, Clitellata) in Australia, with descriptions of two new species of *Capilloventer*. *Zoologica Scripta* 26: 255-265.
- PINDER, A. M., EBERHARD, S. M. & W. F. HUMPHREYS, 2006. New phallodrilines (Annelida: Clitellata: Tubificidae) from Western Australian groundwater. *Zootaxa* 1304: 31-48.
- PINDER, A. M., 2008. Phreodrilidae (Clitellata : Annelida) in north-western Australia with descriptions of two new species. *Records of the Western Australian Museum* 24: 459-468.
- POLICARD, A., BESSIS, M. & M. LOCQUIN, 1957. *Traité de microscopie. Instruments et techniques.* Masson & Cie, Paris, 608 pp.
- POP, V., 1976. Ist *Potamothrix thermalis* (Pop) synonym mit *Potamothrix heuscheri* (Brestcher) (Tubificidae, Oligochaeta, Annelida)? *Zoologischer Anzeiger* 196: 196-200.
- RODRÍGUEZ, P. & J. C. ARMAS, 1983. Contribution à la connaissance de la faune d'Oligochètes aquatiques du pays basque et zones limitrophes. *Annales de Limnologie* 19: 93-100.
- RODRÍGUEZ, P., 1986. Nuevos resultados acerca de la fauna de oligoquetos acuáticos del País Vasco y cuenca alta del Ebro. 1. Haplotaxidae, Naididae y Tubificidae. *Munibe* 38: 75-80.
- RODRÍGUEZ, P. & N. GIANI, 1986. Description de trois espèces nouvelles d'Oligochètes aquatiques du Pays Basque (Espagne). *Hydrobiologia* 139 : 269-276.
- RODRÍGUEZ, P., 1988. Sur certaines espèces de Lumbriculidae (Annelida : Oligochaeta) du nord de la péninsule ibérique. *Annales de Limnologie* 24 : 203-211.
- RODRÍGUEZ, P. & N. GIANI, 1994. A preliminary review of the taxonomic characters used for the systematics of the genus *Trichodrilus* Claparède (Oligochaeta, Lumbriculidae). *Hydrobiologia* 278: 35-51.
- RODRÍGUEZ, P. & T. B. REYNOLDSON, 2011. *The pollution biology of aquatic oligochaetes.* Springer, Dordrecht, 265 pp.

- ROTA, E., 2001. Oversized enchytraeids (Annelida, Clitellata): a comparative study with revised description of *Lumbricillus maximus* (Michaelson). *Organisms Diversity & Evolution* 1: 225-238.
- ROTA, E., MARTIN, P. & C. ERSÉUS, 2001. Soil-dwelling polychaetes : enigmatic as ever? Some hints on their phylogenetic relationships as suggested by a maximum parsimony analysis of 18S rRNA gene sequences. *Contributions to Zoology* 70: 127-138.
- SAMBUGAR, B., GIANI, N. & E. MARTÍNEZ-ANSEMIL, 1999. Groundwater oligochaetes from southern-Europe. Tubificidae with marine phyletic affinities: new data with description of a new species, review and consideration on their origin. *Mémoires de Biospéologie* 26: 107-116.
- SAMYN, Y., VANDENSPIEGEL, D. & C. MASSIN, 2006. *Taxonomie des holothuries des Comores*. Abc Taxa, vol. 1, 130 pp.
- SAWYER, R. T., 1986. *Leech Biology and Behaviour. Volume II Feeding Biology, Ecology, and Systematics*. Clarendon Press, Oxford, 793 + 33 pp.
- SCHMELZ, R. M., 2003. *Taxonomy of Fridericia (Oligochaeta, Enchytraeidae). Revision of species with morphological and biochemical methods*. Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg, (NF) 38, Goecke & Evers, Keltern-Weiler, 415 pp. + 73 Fig.
- SCHMELZ, R. M., & TIMM, T., 2007. Advocating paraphyletic taxa in systematics of Clitellata. *Acta Hydrobiologica Sinica* 31: 99-115.
- SCHMELZ, R. M. & COLLADO, R., 2010. A guide to European terrestrial and freshwater species of Enchytraeidae (Oligochaeta). *Soil Organisms* 82: 1-176.
- SIDDALL, M. E., K. APAKUPAKUL, E. M. BURRESON, K. A. COATES, C. ERSÉUS, S. R. GELDER, M. KÄLLERSJÖ & H. TRAPIDO-ROSENTHAL, 2001. Validating Livanow : molecular data agree that leeches, branchiobdellans, and *Acanthobdella peledina* form a monophyletic group of Oligochaetes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 21: 346-351.
- SPERBER, C., 1948. A taxonomical study of the Naididae. *Zoologiska Bidrag Från Uppsala* 28: 1-296.
- SPERBER, C., 1950. A guide for the determination of European Naididae. *Zoologiska Bidrag Från Uppsala* 29: 45-81.
- STEPHENSON, J. M. B., 1914. On a collection of Oligochaeta mainly from Northern India. *Records of the Indian Museum* 10: 321-369.
- STEPHENSON, J. M. B., 1923. *The fauna of British India, including Ceylon and Burma. Oligochaeta*. Taylor & Francis, London, 518 pp.
- STEPHENSON, J. M. B., 1930. *The Oligochaeta*. Clarendon Press, Oxford, 978 pp.
- STOFFEL, M., MONBARON, M. & D. MASSELLI, 2002. *Montagne et plaines : adversaires ou partenaires ? Exemple du Haut Atlas, Maroc*. Une contribution au « Sommet de Johannesburg 2002 – Sommet mondial sur le développement

durable » et à l' « Année internationale de la montagne 2002 ». Schlaefli & Maurer AG, Interlaken, 32 pp. (ISBN 3-9522536-2-6).

STURMBAUER, C., OPADIYA, G. B., NIEDERSTÄTTER, H., RIEDMANN, A. & R. DALLINGER, 1999. Mitochondrial DNA reveals cryptic oligochaete species differing in cadmium resistance. *Molecular Biology and Evolution* 16: 967-974.

TIMM, T., & POPČENKO, V. 1978. The aquatic Oligochaeta from lakes of the Murmansk region. *Gidrobiologičeskiye issledovaniya [Hydrobiological Researches, Institute of Zoology and Botany of the Estonian Academy of Sciences]* 7: 77-111.

TIMM, T. & P. RODRÍGUEZ, 1994. Description of a new *Lumbriculus* species (Oligochaeta, Lumbriculidae) from the Russian Far-East. *Annales de Limnologie* 30: 95-100.

TIMM, T., 2009. A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. *Lauterbornia* 66: 1-235.

TRONTELJ, P., DOUADY, C. J., FIŠER, C., GIBERT, J., GORIČKI, Š., LEFÉBURE, T., SKET, B. & V. ZAKŠEK, 2009. A molecular test for cryptic diversity in ground water: how large are the ranges of macro-stygobionts? *Freshwater Biology* 54: 727-744.

YACOUBI-KHEBIZA, M., 1990. *Ecologie, biogéographie des biocénoses aquatiques des nappes alluviales de quelques vallées du Haut-Atlas de Marrakech (Maroc). Paléobiogéographie des Crustacés phréatobies*. Thèse de Diplôme d'études supérieures, Université Cadi Ayyad Marrakech, 246 pp.

YACOUBI-KHEBIZA, M., 1996. *Biocénoses aquatiques interstitielles des vallées du Haut-Atlas de Marrakech : Microdistribution, Dynamique de répartition, Ecologie et Biogéographie*. Thèse de Docteur d'Etat Es-Sciences, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 374 pp.

19. Lexique

Achète. Dépourvu de soies (du grec *a-*, sans et *chaitè*, soie, cheveu).

Aquamégadrile. (Aquamegadrili Jamieson, 1988) Cohorte au sein des mégadriles (ou Crassiclitellata), regroupant 4 familles ayant un mode de vie aquatique ou semi-aquatique (du latin *aqua*, eau et mégadrile, voir ce mot).

Architomie. Modalité de multiplication asexuée par fragmentation suivie de régénération (du grec *arch-*, le commencement et *tom-*, je coupe). Contrairement à la paratomie (voir ce mot) où la régénération a débuté avant la séparation, la totalité des phénomènes de régénération se déroule après la division.

Bande génitale. Chez les lombriciens, repli cutané longitudinal en forme de gouttière située entre les soies dorsales et ventrales, qui participe au transport du sperme du pore mâle aux pores spermathécaux. Se différencie, le plus souvent, en deux parties spécialisées, la première étant la nervure génitale qui conduit le sperme du pore mâle à la deuxième partie, le puberculum (voir ce mot). Absente chez les animaux à accouplement direct.

Bioturbateur. Responsable de la bioturbation, phénomène de mélange actif des couches de sol ou de sédiment par les espèces vivantes.

Cf. (du latin *confer*, compare) Se dit d'un spécimen qui ressemble très fort à une espèce nommée mais qui présente des différences mineures, absentes sur les spécimens types. Pour savoir si ces différences relèvent de la variation intraspécifique ou non, auquel cas il faudrait créer une nouvelle espèce, il est nécessaire de pousser les recherches plus loin que ne l'a fait l'auteur de la description.

Clade. Taxon strictement monophylétique, c'est-à-dire qui contient un ancêtre et l'ensemble de ses descendants (du grec *clados*, branche). Les Clitellata forment un clade mais, dans la vision traditionnelle, les « Oligochaeta » ne forment pas un clade à moins d'y inclure les Hirudinea et les Branchiobdellida.

Clitellum. Epaissement glandulaire, en forme d'anneau ou de selle, présent sur les individus sexuellement matures, couvrant plusieurs segments, soit dans la région des pores génitaux, soit à une courte distance au-delà de ceux-ci (du latin *clitellae*, bât, selle à l'usage des bêtes de somme). Il est parfois fait référence à cet organe pour désigner certaines parties du corps (« segments pré- et postclitelliens »).

Code-barres moléculaires. Méthode taxonomique qui utilise un court marqueur génétique dans l'ADN d'un organisme (en général un fragment du gène de la cytochrome oxydase – COI) pour identifier son appartenance à une espèce particulière (en anglais *DNA barcoding*).

Cœlomocytes. Cellules de formes variées, flottant librement dans le liquide cœlomique, dont certaines interviennent dans la défense de l'organisme par leur pouvoir phagocytaire (du grec *coilos*, cavité et *cytos*, cellule).

Commensal. Se dit d'une espèce animale qui se nourrit des déchets produits par une autre mais sans causer préjudice à cette dernière (du latin *co*, avec et *mensa*, table).

Crénobionte. Organisme exclusivement présent dans les sources ou exurgences (du grec *crene*, source et *bios*, vie).

Crénoxène. Organisme dont la présence dans une source est accidentelle ; - opposé à « crénobionte » (du grec *crene*, source et *xenos*, étranger).

Dentelé. Désigne une rangée de fines dents sur les soies capillaires.

Détritivore. Régime alimentaire des espèces qui se nourrissent de détritus organiques d'animaux et/ou de végétaux.

Dissépiment. Paroi de séparation entre deux cavités cœlomiques, sur le plan transversal (du latin *dissepimentum*, cloison).

Distal. Situé le plus loin du point d'origine de la structure (« extrémité distale du canal déférent », partie du canal déférent proche de l'atrium, c.-à-d. la plus éloignée de l'origine mésodermique de la structure) ; - opposé à « proximal ». Le point d'origine cor-

respondant souvent au point d'attache de la structure, peut aussi désigner, par extension, la partie la plus loin du point d'attache. Synonyme de « ectal » dans certains cas particuliers (ex : soies).

Ectal. Appartenant à, ou situé près de, la surface ; externe ; - opposé à « ental » (« partie ectale d'une soie » : partie de la soie qui pointe à l'extérieur du corps). Synonyme de « distal » dans certains cas particuliers (ex : soies).

Ental. Appartenant à, ou situé près de la, partie interne du corps ; éloigné de la paroi du corps, vers le centre du corps ; - opposé à « ectal » (« extrémité entale d'une soie » : partie de la soie qui pointe à l'intérieur du corps). Synonyme de « proximal » dans certains cas particuliers (ex : soies).

Epibenthos. Organismes aquatiques qui vivent au fond, à la surface du substrat (du grec *epi*, au-dessus, et *benthos*, profondeur).

Epiphyte. Organisme qui vit à la surface des végétaux (du grec *epi*, au-dessus, et *phytos*, végétal).

Espèces cryptiques. Espèces qu'il est impossible de distinguer par leur morphologie mais qui, d'un point de vue génétique, présentent des différences notables. Elles correspondent, la plupart du temps, à des espèces sœurs, trop peu différenciées pour pouvoir être reconnues comme telles par les taxinomistes. Dans certains cas, elles désignent des espèces non apparentées, qui se ressemblent par suite d'une évolution convergente, ou parallèle, résultant d'une forte sélection directionnelle, dans un environnement contraignant, tel que le milieu souterrain.

Eurytherme. Organisme qui supporte de grandes variations de température (du grec *eury*, large et *thermos*, chaleur ; s'oppose à sténotherme).

Gaine pénienne. Chez les tubificides, épaissement de la cuticule chitineuse du pénis, formant un tube autour de celui-ci, à extrémité distale parfois modifiée en une structure particulière (en forme de flèche, de plateau festonné, d'ourlet, etc.)

Hexagonadal. Schéma d'organisation des gonades correspondant à 6 gonades, 2

paires mâles précédent 1 paire femelle (voir aussi « Octogonadal »).

Hyporhéique. Qui a trait au milieu limnique existant dans les interstices des alluvions le long d'un cours d'eau, au voisinage immédiat du cours d'eau superficiel, ou dans les alluvions des cours d'eau à sec qui conservent, souvent, un cours d'eau souterrain qui coule plus lentement. Sous-écoulement des cours d'eau (du grec *hypo*, sous, et *rheos*, fleuve).

Limnique. Qui a trait aux eaux superficielles continentales ou intérieures (eaux stagnantes ou mouvantes, dans les lacs, rivières, marécages). Originellement restreinte aux eaux stagnantes (du grec *limne*, lac), cette définition, dérivée de la « limnologie », la science qui étudie ce milieu, a été étendue aux eaux courantes afin de rendre compte de la solidarité du réseau hydrographique de surface.

Méiobenthos. Voir « Méiofaune ».

Méiofaune. Ensemble des animaux benthiques de petite taille, qui passent au travers d'un tamis de mailles de 1 mm (500 µm pour certains auteurs) et qui sont retenus par un tamis de mailles de 42 µm (du grec *meios*, plus petit). Synonyme de « méiobenthos ».

Mégadriles. Désigne les « vers de terre », oligochètes dont la taille est habituellement nettement plus grande (plusieurs centimètres) que la plupart des oligochètes aquatiques (- opposé à « microdriles ») (du grec *megas*, grand et *drilos*, ver de terre). Contrairement aux microdriles, les mégadriles forment un groupe monophylétique, dont les membres sont caractérisés par la possession d'un clitellum constitué de plusieurs couches cellulaires, et sont désignés en systématique par le terme « Crassiclitellata » (Jamieson *et al.*, 2002). Bien qu'essentiellement terrestres, 4 familles, sur les 14 familles constitutives du groupe, contiennent des espèces aquatiques ou semi-aquatiques (p. ex. *Criodrilus lacuum*). Elles sont habituellement attribuées au groupe des « aquamégadriles » (par opposition aux « terrimegadriles » – voir ces termes).

Microdriles. Désigne les oligochètes aquatiques dont la taille est habituellement très petite (1 mm à quelques centimètres), en comparaison avec les vers de terre « vrais »

(du grec *micros*, petit et *drilos*, ver de terre). Au contraire des mégadriles, les microdriles ne forment pas un groupe naturel, certains genres, à allure de vers de terre, pouvant aisément être considérés comme mégadriles, sur le critère unique de la taille.

Monophylétique. Groupe de taxons comprenant un ancêtre et tous ses descendants (voir aussi « para- » et « polyphylétique ») (du grec *monos*, un seul et *phûlon*, tribu).

Monotypique. Un taxon est dit monotypique s'il ne comporte qu'un seul sous-taxon immédiatement subordonné. Par exemple, le genre *Criodrilus* est monotypique parce qu'il ne correspond qu'à une seule espèce, *C. lacuum* (on dit également que le genre est « monospécifique »).

Octogonadal. Schéma d'organisation des gonades correspondant à 8 gonades. Dans le schéma évolutif des oligochètes développé par Brinkhurst (1982b, 1984), il correspond à 4 paires de gonades, 2 paires mâles et 2 paires femelles, disposées dans les segments successifs, avec les testicules précédant les ovaires. De ce schéma octogonadal dériveraient les dispositions tétra-gonales et hexagonadales (voir ces mots).

Opisthopore. Pore sexuel (mâle ou femelle) situé au minimum dans le deuxième segment, ou plus loin, qui suit le segment gonadal où débute le canal, via un pavillon (mâle ou femelle), qui mène à ce pore (du grec *opisthen*, en arrière et *poros*, passage). Condition habituellement rencontrée chez les mégadriles.

Paraphylétique. Groupe de taxons comprenant un ancêtre et une partie seulement de ses descendants (voir aussi « mono- » et « polyphylétique ») (du grec *para*, auprès de et *phûlon*, tribu).

Paratomie. Modalité de multiplication asexuée par séparation d'individus secondaires (schizozoïtes), formés au sein d'un individu primaire, précédée par une régénération plus ou moins poussée (du grec *para*, auprès de et *tom-*, je coupe). Dans l'architomie (voir ce mot), la totalité des phénomènes de régénération se déroule seulement après la division.

Parthénogenèse. Type de reproduction uniparentale où un œuf donne naissance à un jeune normal, sans insémination croisée

(du grec *parthenos*, vierge et *genesis*, naissance, origine).

Peristomium. Premier segment du soma qui entoure la bouche (du grec *peri*, autour et *stoma*, bouche). Fusionné au prostomium, il est dépourvu de soies.

Plésiopore. Pore sexuel (mâle ou femelle) situé sur le premier segment qui suit le segment gonadal où débute le canal, via un pavillon (mâle ou femelle), qui mène à ce pore (du grec *plesios*, proche de et *poros*, passage). Pour le conduit mâle, le canal est le canal déférent et le pavillon est l'entonnoir spermatique. Ce canal débouche à l'extérieur via un simple pore ou une structure plus ou moins complexe (pseudo-pénis, vrai pénis).

Polyphylétique. Groupe de taxons comprenant des membres sans ancêtre commun au groupe (voir aussi « mono- » et « paraphylétique ») (du grec *polys*, plusieurs et *phûlon*, tribu).

Porophore. Papille plus ou moins saillante et étendue, glandulaire ou non, qui comporte en son centre une cavité en fente, en cône, etc., au fond de laquelle se situe le pore mâle proprement dit (du grec *poros*, passage et *phorein*, porter).

Post-clitellien. Voir « clitellum ».

Préclitellien. Voir « clitellum ».

Proboscis. Chez les Clitellata, prostomium allongé en forme de trompe, capable ou non de rétraction, très innervé, à fonction sensorielle (du grec *pro*, en avant et *bosko*, paître). Le terme proboscis fait référence à un organe développé en forme de tube utilisé chez certains invertébrés pour se nourrir. Dans le cas présent, il fait plus allusion à une trompe d'éléphant (Pachyderme proboscidien).

Prosopore. Pore sexuel (mâle ou femelle) situé dans le même segment que celui où débute le canal sexuel, c'est-à-dire le segment gonadal proprement dit (du grec *proso*, en avant et *poros*, passage).

Prostomium. Région antérieure du corps chez les clitellés, dépourvue de cavité cœlomique et fusionnée au premier segment du soma (ou péristomium), qu'il prolonge dorsalement à la bouche (du grec *pro*, devant et *stoma*, bouche). Souvent très

riche en cellules sensorielles qui en font un important organe sensoriel.

Proximal. Situé près du point d'origine de la structure (« partie proximale du canal déférent » : partie du canal déférent faisant suite à l'entonnoir spermatique, c.-à-d. correspondant à l'origine mésodermique de la structure) ; - opposé à « distal ». Le point d'origine correspondant souvent au point d'attache de la structure, peut aussi désigner, par extension, la partie la plus proche du point d'attache. Synonyme de « ental » dans certains cas particuliers (ex : soies).

Pseudopénis. Type de pénis formé par la saillie des cellules, de forme allongée, du revêtement ectodermique de la partie proximale de l'atrium. Au repos, ces cellules forment des coussinets. En extension, elles apparaissent sous forme d'un morceau de tissu tombant, externe (Cook, 1967).

Pygidium. Région postérieure du corps chez les clitellés, dépourvue de cavité coelomique et qui porte l'anus (du grec *pygê*, fesse). Souvent très court chez les oligochètes.

Puberculum. Partie de la bande génitale (voir ce mot), chez les lombriciens, qui injecte le liquide séminal dans les spermathèques du conjoint (du latin *pubertas*, puberté et *culus*, suffixe diminutif). Le puberculum est toujours associé au segment clitellien, au moins partiellement, de sorte que la bande génitale s'étend en arrière du pore mâle jusqu'au clitellum.

Riparien. Relatif à la rive d'une rivière (du latin *ripa*, rive). La zone riparienne est l'interface entre le cours d'eau et les terres environnantes ; elle correspond à un milieu terrestre saturé en eau.

Ripicole. Qui vit en bordure des eaux courantes (du latin *ripa*, rive et *colo*, habiter).

Sagittal. Chez les animaux à symétrie bilatérale, plan qui divise le corps en deux moitiés symétriques, droite et gauche.

Scissure. Repli tégumentaire profond marquant extérieurement la limite d'un segment.

Schizozoïte. Chez les oligochètes, individu secondaire résultant de la scission du corps d'un individu dans le mode de multiplication

asexuée (du grec *skhizein*, diviser et *ontos*, être). Désigné aussi par « zoïde ».

Semi-prosopore. Forme particulière de conduit mâle chez les Lumbriculidae et les Branchiobdellida, qui désigne un système mâle constitué de deux segments testiculaires successifs et de deux canaux déférents. Les canaux débouchent à l'extérieur via le pore mâle situé au niveau du second segment testiculaire. Il y a donc deux pavillons spermatiques, l'un dans le premier segment testiculaire, l'autre dans le second segment testiculaire. Le premier canal passe d'un segment gonadal à l'autre, le second canal reste dans son propre segment gonadal, ou y revient après avoir effectué une boucle dans le segment postérieur adjacent.

Soie somatique. En théorie, toute soie appartenant au soma. En pratique, le terme est utilisé pour faire la distinction avec les soies génitales, modifiées.

Soma. Région du corps chez les clitellés, nettement métamérisée, correspondant à la quasi-totalité du corps, à l'exception du prostomium et du pygidium (du grec *soma*, corps).

Spermatophores. Formations chitinoïdes contenant des spermatozoïdes, observables sur la paroi du corps chez certains oligochètes (aussi dénommés « ecto-spermatophores »), probablement déposées par le partenaire sexuel. Ils ont, en général, une longueur inférieure à 1 mm et sont constitués d'une base aplatie et d'une enveloppe chitineuse qui contient une petite quantité de spermatozoïdes (du grec *sperma*, *spermatos*, semence, et *phorein*, porter). Ils forment un substitut aux spermathèques chez les espèces où les spermathèques sont absentes ou très réduites (Ferraguti, 1997). Parmi les oligochètes du Maghreb, présents chez *Bothrioneurum* et *Criodrilus*. A ne pas confondre avec « spermatozeugmata » (voir ce mot).

Spermatozeugmata. Agrégats de spermatozoïdes fixés dans la spermathèque du concopulant, caractérisés par une disposition des spermatozoïdes selon un ordre répétitif et la présence d'une sorte d'agent liant, mais qui ne possèdent pas leur propre capsule (Ferraguti *et al.*, 1989) (du grec *sperma*, *spermatos*, semence, et *zeug-*

ma, lien, union). A ne pas confondre avec « spermatophore » (voir ce mot).

Sténotherme. Organisme qui ne supporte pas de grandes variations de température (du grec *stenos*, étroit et *thermos*, chaleur ; s'oppose à eurytherme). On distingue les sténothermes froids pour des températures inférieures à 14 °C et les sténothermes tempérés et chauds pour des températures comprises, respectivement, entre 14 et 18 °C, et entre 18 et 43 °C.

Stygobionte. Organisme strictement inféodé aux eaux souterraines où il accomplit la totalité de son cycle de vie (du nom du *Styx*, un des fleuves des Enfers de la mythologie grecque et *bios*, vie). Présente très souvent des spécialisations à ce milieu, sous forme de caractères morphologiques, biologiques et physiologiques particuliers (dépigmentation, régression oculaire, hypertrophie des organes sensoriels, allongement des cycles de vie, augmentation de la longévité, etc.).

Stygophile. Organisme ayant de grandes affinités avec les eaux souterraines (exploitation des ressources, recherche de protection) mais où il n'accomplit pas la totalité de son cycle de vie (du nom du *Styx*, un des fleuves de l'Enfer de la mythologie grecque et du grec *philos*, l'ami).

Stygoxène. Organisme n'ayant pas d'affinité avec les eaux souterraines dont la présence dans ce milieu est accidentelle (du nom du *Styx*, un des fleuves de l'Enfer de la mythologie grecque et du grec *xenos*, l'étranger).

Taxon. Regroupement d'organismes reconnu en tant qu'unité formelle (du grec *taxis*, placement) et correspondant à un niveau hiérarchique donné (espèce, genre, famille, etc.). *Nais communis* est un taxon de rang spécifique ; *Nais* est un taxon de rang générique ; les Naididae forment un taxon de rang familial, etc.

Terrimégadrile. (Terrimegadrili Jamieson, 1988) Cohorte au sein des mégadriles (ou Crassicitellata), regroupant 10 familles ayant un mode de vie terrestre (vers de terre « vrais ») (du latin *terra*, terre et mégadrile, voir ce mot).

Tetragonadal. Schéma d'organisation des gonades correspondant à 4 gonades, 1 paire mâle précédent 1 paire femelle (voir aussi « Octogonadal »).

Valence écologique. Capacité d'une espèce à supporter les variations plus ou moins grandes d'un facteur écologique et à coloniser ou repeupler un biotope donné.

20. Remerciements

Cet ouvrage n'aurait pu voir le jour sans le dynamisme du Point focal belge pour l'Initiative taxonomique mondiale et son investissement dans cette belle série de manuels *Abc Taxa*. Les auteurs sont reconnaissants aux éditeurs pour avoir suggéré la rédaction de ce volume et pour leur intérêt constant à ce projet.

Patrick Martin tient à remercier particulièrement Narcisse Giani (Université Paul Sabatier, Toulouse, France) pour avoir mis à sa disposition sa collection d'oligochètes d'Afrique du nord et pour l'avoir aidé à identifier les structures dignes d'être illustrées par des photos et à réaliser l'essentiel des photos prises au microscope reproduites dans ce guide.

Les auteurs sont reconnaissants à Enrique Martínez Ansemil (Universidade da Coruña) pour les avoir autorisés à utiliser ses données relatives au statut écologique des différentes espèces d'oligochètes reprises dans ce guide, dans le milieu souterrain, ainsi que pour sa lecture critique du manuscrit. Claudine Devries-Duchène (IRScNB) est également remerciée pour la mise au net des figures.

Enfin, nous tenons à remercier Mohammed Yacoubi Khebiza et son équipe de la Faculté des Sciences Semlalia (Marrakech) pour sa collaboration dans l'étude des oligochètes des eaux souterraines du Maroc.

21. A propos des auteurs



Patrick Martin (°1962) est chef de travaux à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique (IRScNB), dans la section Biologie des Eaux douces, et est spécialisé dans l'étude des oligochètes aquatiques. L'activité principale de ses recherches s'articule autour de deux axes complémentaires, la taxonomie (description, identification, classification et attribution d'un nom aux organismes) et la systématique (étude de la diversité du vivant par sa structure et son histoire), appliquées à ce groupe, en utilisant les caractères morphologiques et moléculaires (séquences d'ADN), et les méthodes de la phylogénie moléculaire, en particulier dans les milieux extrêmes (anciens lacs – Baïkal, Tanganyika, Malawi, Biwa) et les eaux souterraines. Son expertise lui a permis d'orienter ses activités de recherche les plus récentes vers des problématiques qui touchent à la biodiversité et à sa conservation, ainsi que le renforcement des capacités taxonomiques dans les pays en voie de développement.



Ali Aït Boughrou (°1978) a obtenu son doctorat (2007) à l'Université Cadi Ayyad (Marrakech) en défendant une dissertation originale sur la biodiversité, l'écologie et la qualité des eaux souterraines de deux régions arides du Maroc. Il a récemment effectué une recherche sur la biodiversité des oligochètes dulçaquicoles dans les eaux souterraines du Maroc, et son utilité comme marqueur biologique des nappes phréatiques. Aujourd'hui, il est professeur assistant de l'enseignement supérieur à l'Ecole nationale des Sciences appliquées (ENSA) de Al Hoceima (Maroc) où il forme à l'hydrobiologie des ingénieurs spécialisés en ingénierie de l'environnement.

22. Index taxonomique

A

Achaeta 35, 54, 59, **65**
achaetus, *Lamprodrilus* 54
acuticularis, *Tubifex* 157
aequiseta f. *aequiseta*, *Pristina* 122, 123
aequiseta f. *foreli*, *Pristina* 122, 123
aequiseta, *Pristina* 34, 121, **122**, 123
africana, *Buchholzia*.. 35, 63, 66, 67, **68**
Aktedrilus..... 20, **132**, 133
albicola, *Psammoryctides*..... 154
albidus, *Enchytraeus* 35, **76**, 77
allobrogum, *Trichodrilus* .. 35, 93, 94, **95**
Alma 22, 23
Almidae..... 8, 13, **22**, 23, 35, 53, 57
alpina, *Nais*..... 107
americanus, *Aulodrilus* 135
amphibiotica, *Pristina* 121
Amphichaeta..... 11, 29, 49
andreae, *Henlea*..... 63, 79
Aphanoneura..... 49, 51, 52
appendiculata, *Buchholzia*.... 35, 66, 67, **68**, 69
appendiculata, *Slavina* .. 19, 34, 98, **127**
Aquamegadriili..... 22, 175
arenarius, *Limnodrilus* 59
argatxae, *Aktedrilus*..... 132, 133
argentea, *Marionina*..... 35, 59, **84**
armatus, *Mesenchytraeus*..... 35, 86, **87**
ascaridooides, *Haplotaxis*..... 88
Astacopsidrilus **161**
Aulodrilus..... 5, 13, 19, 32, **135**

B

barbata, *Nais* 34, 108, **109**
barbatus, *Psammoryctides* 4, 14, 15, 35, 128, 129, **154**
bavaricus, *Potamothrax*. 15, 31, 35, 130, **152**, 153
behningi, *Nais*..... 107
bihorensis, *Nais*..... 107
bilobata, *Pristina*..... 121
birsteini, *Paranais*..... 5, 118
birsteini var. *maghrebensis*, *Paranais* **118**, 119
Biwadrilidae 51
blanchardi, *Tubifex* 4, 35, 132, 157, **158**, 159
Bothrioneurum..... **138**

brachycephala, *Rhynchelmis*..... 27
Branchiobdellida..... 7, 17, 175, 178
Branchiura **140**
bretschleri, *Nais*..... 34, 108, **109**
Buchholzia..... 11, 60, 62, **66**, 67, 68, 70
buchholzi, *Enchytraeus* .. 35, 60, 64, **76**, 77

C

Capilloventridae..... 11, 12, 13, 48
caspicus, *Potamothrax* 152
Cernosvitoviella 60, 62, **72**
cervix, *Limnodrilus*..... 146
Chaetogaster..... 9, 29, 97, **99**
christinae, *Nais*..... 34, 108, **111**, 112
claparedeianus, *Limnodrilus*..... 34, 146, **147**, 149
claparedei, *Trichodrilus*.... 35, 93, 94, **95**
Cognettia 35, 59, 60, 62, **74**
cognettii, *Cognettia*..... 64, 74
communis, *Nais* 34, 101, 106, 108, 109, **111**, 112, 114
Crassiclitellata 8, 13, 15, 35, 52, 175, 176, 179
Criodrilidae 23, 57
Criodrilus 22, 57

D

Dero 5, 19, 21, 28, 29, 49, 98, **100**, 101
deserticola, *Psammoryctides*..... 154
diaphanus, *Chaetogaster* **99**
diastrophus, *Chaetogaster* ... 34, 97, 99, 100
digitata, *Dero* 34, 101, **102**, 103
Diplostepiculata 33, 35
dorsalis, *Dero* 101
Dorydrilidae 51, 53
dubius, *Haplotaxis* 88

E

Eiseniella **90**
elinguis, *Nais* 5, 34, 109, **112**
Enchytraeidae..... 5, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 17, 18, 19, 20, **23**, 24, 25, 35, 40, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 58, 59, 60, 63, 65, 81, 84
Enchytraeus..... 59, **76**, 77

Epirodriulus..... 5, 32, **142**

F

falciformis, *Rhyacodrilus*..... 14, 15, 34, 132, **156**, 157

fallax, *Buchholzia*..... 35, 66, **70**, 71

flavus, *Mesenchytraeus*..... 63

foreli, *Pristina*..... 122, 123

frici, *Paranais*..... 34, 117, **118**, 119

Fridericia..... 24, 35, 60, 64, **79**

furcata, *Dero*..... 34, 98, 101, **102**, 103

G

gastrochaetus, *Haplotaxis* 88

genitosetosus, *Thinodrilus*..... 15

glandulosa, *Cognettia*..... 74

glandulosus, *Propappus*..... 55

gordioides, *Haplotaxis* 9, 25, 26, 35, **88**, 89

grandis, *Mesenchytraeus* 23

H

hadzii, *Psammoryctides*..... 154

hammoniensis, *Potamothrix* 15, 35, 130, **152**, 153

Haplotaxidae..... 8, 9, 13, 17, **25**, 26, 33, 35, 52, 88

Haplotaxis..... 9, 25, **88**

Henlea 35, 58, 59, 60, 62, **81**

heringianus, *Stylodrilus* 9, 27

Hirudinea 7, 17, 175

hoffmeisteri, *Limnodrilus*..... 31, 34, 146, **147**, 149

hrabei, *Psammoryctides*..... 154

I

ignota, *Lophochaeta*.... 30, 35, 129, **151**

ignotus, *Tubifex* 151

immota, *Cernosvitoviella* .. 5, 35, 63, **72**, 73

Insulodrilus 161

J

japonicus, *Aulodrilus*..... 135

jenkinae, *Pristina* 34, **122**, 123

K

kessleri kessleri, *Tasserkidrilus* 21

kryptus, *Tubifex* 157

L

lacuum, *Criodrilus*. 8, 14, 18, 22, 23, 35, 53, 56, **57**, 176, 177

langi, *Chaetogaster* 99

leeuwinensis, *Aktedrilus* 132

lemanii, *Stylodrilus* 91

limnaei, *Chaetogaster*..... 99

limnobius, *Aulodrilus*... 14, 34, 128, 131, **135**, 136

Limnodriloidinae 28, 30

Limnodrilus 5, 17, 21, 32, 132, **146**

lineatus, *Lumbricillus* 64, 82

litoralis, *Paranais* 34, 118, **119**

longicapillatus, *Psammoryctides* 154

longipenis, *Trichodrilus*..... 15

longiseta, *Pristina* 34, 121, **123**

Lophochaeta..... **151**

Lumbricidae..... 9, 13, **26**, 35, 53, 90

Lumbricillus..... 24, 59, 60, 62, **81**, 82

Lumbriculidae..... 4,

8, 9, 13, 15, 17, 18, 19, 20, **27**, 31,

35, 48, 50, 51, 53, 54, 91, 92, 178

Lumbriculus **92**

lusitanicus, *Mesenchytraeus* 86

M

macroporophorus, *Trichodrilus*... 35, 93, 94, **95**

Marionina..... 23, 24, 59, **84**, 86

maumeensis, *Limnodrilus*..... 146

menoni, *Pristina*..... 34, 121, **125**, 126

Mesenchytraeus 59, 60, 62, **86**

michaelseni, *Epirodriulus*..... 18, 34, 128, **142**, 143

minor, *Tubifex* 157

molleri, *Allolobophora* 90

montanus, *Tubifex* 157

moravicus, *Psammoryctides*..... 154

moubayedi, *Epirodriulus*. 14, 15, 34, 130, 142, **143**

N

nacerei, *Astacopsidrilus*..... 4, 13, 33, 35, 101, 161, **162**, 163

Naididae . 5, 8, 9, 13, 15, 18, 19, **28**, 29,

30, 31, 34, 48, 49, 50, 53, 54, 97,

99, 128, 132, 140, 179

Naidinae 5, 9, 11, 12, 14, 15, 19, **28**, 29,
30, 31, 34, 48, 49, 50, 53, 97, 167
Nais ... 19, 20, 97, 98, 101, 106, **107**, 108
nasuta, *Henlea* 79
natalensis, *Tubifex*..... 157
neapolitana, *Eiseniella*..... 90
nerthus, *Tubifex*..... 157
newaensis, *Tubifex*..... 157
Nicodrilus..... 90
nilotica, *Alma* 23
nivea, *Dero* 34, 101, **104**
notopora, *Pristina* 121

O

obtusa, *Dero*..... 34, 101, **104**
ochridanus, *Potamoithrix*..... 152, 154
oculatus, *Helodrilus* 90
Ophidonais 19, **116**
Opistocystidae 13
osborni, *Pristina*..... 121

P

Paranais 29, 98, **117**, 119
pardalis, *Nais*..... 34, 108, 111, **112**, 114
Parvidrilidae... 11, 12, 13, 48, 49, 50, 51,
52
paucipilifer, *Lophochaeta*..... 151
pectinatus, *Aulodrilus* 135
perpusilla, *Henlea*..... 63
perrieri, *Fridericia*..... 79
pescei, *Tubifex*..... 157
Phalodrilinae.... 4, 5, 13, 20, 28, 30, 32,
34, 36, 50, 129, 132, 133
Phreodrilidae 4, 8, 11, 12, 13, 18, **32**,
33, 35, 49, 54, 101, 161, 162, 170
pigueti, *Aulodrilus* . 14, 15, 34, 128, 131,
135, 136
pluriseta, *Aulodrilus* .. 34, 131, 135, **136**,
138, 140
podeilema, *Aktedrilus* 132
pomoricus, *Tubifex* 157
Potamoithrix 5, **152**
Pristina... 15, 28, 29, 50, 51, 97, 98, **121**
Pristinella 121
Pristininae..... 14, 15, 19, **28**, 29, 30, 34,
48, 49, 50, 53, 97
profundicola, *Limnodrilus*.. 35, 146, **147**,
149
Propappidae 17, 51, 54, 55
Psammoryctides..... **154**
pseudobtusa, *Nais*..... 108

pygmaeus, *Epirodrilus*..... 142, 143

R

raviensis, *Dero*..... 34, 101, **106**, 107
Rhyacodrilinae 5, 18, 19, 28, 29, 30, 34,
129, 131, 140, 142
Rhyacodriloidinae 28, 30, 171
Rhyacodrilus..... 31, **156**
Rhynchelmis 19
rifensis, *Helodrilus* 90
riparia, *Marionina* . 35, 62, 63, 64, 84, **86**
rivalis, *Lumbricillus* 35, **81**, 82
rosea, *Pristina*..... 34, 122, **125**, 126
ruffoi, *Aktedrilus*..... 132
ryuteki, *Astacopsidrilus*..... 33

S

serpentina, *Ophidonais* 14, 34, 98, **116**,
117
sima, *Pristina* 34, 121, **125**, 126
simplex, *Nais* 67, 107
Slavina..... 19, **127**
slovenicus, *Epirodrilus* 34, 130, 142, **145**
smirnowi, *Tubifex*..... 157
sowerbyi, *Branchiura*.... 4, 5, 13, 19, 28,
31, 32, 34, 49, 131, 139, **140**, 141
Sparganophilidae..... 53
sphagnetorum, *Cognettia* 74
Spirosperma 19
stankoi, *Psammoryctides*..... 154
stolci, *Nais* 34, 108, **114**
striata, *Fridericia* 79
stuhlmanni, *Alma* 23
Stylo-drilus..... 20, 21, 91
synclites, *Pristina*..... 121

T

Telmatodrilinae 28, 30
Terrimegadriili 26, 179
tetraedra, *Eiseniella*.... 4, 26, 35, 53, 56,
90, 91
tortilipenis, *Limnodrilus*..... 146
Trichodrilus 5, 13, 15, 20, 27, 28, 31, 51,
91, **93**, 94, 95, 162
Tubifex..... 32, 151, **157**
tubifex f. *bergi*, *Tubifex* 35, 132, 159, **161**
tubifex f. *grandiseta*, *Tubifex*.... 35, 159,
161
tubifex f. *tubifex*, *Tubifex*..... 35
tubifex f. *typica*, *Tubifex*..... **159**

tubifex, *Tubifex* . 4, 5, 9, 17, 31, 35, 129,
130, 132, 157, 158, 159
Tubificidae 7, 8, 28, **30**
Tubificinae.. 5, 9, 13, 15, 18, 19, 28, 30,
34, 129

U

udekemianus, *Limnodrilus*.... 4, 35, 146,
149
Uncinaiis..... 29

V

variabilis, *Nais* 34, 109, 111, **114**

variegatus, *Lumbriculus*.. 13, 20, 27, 35,
91, **92**, 93
vejdovskyanum, *Bothrioneurum* . 15, 18,
31, 34, 131, 138, **139**
ventriculosa, *Henlea* 79
villiersi, *Haplotaxis*..... 88
volki, *Propappus*..... 51, 54, 55

Y

yacoubii, *Aktedrilus*.... 4, 5, 32, 34, 132,
133, 134
yuannensis, *Glyphidrilus*..... 23

Titres déjà parus dans la série

Taxonomie des holothuries des Comores

Y. Samyn, D. VandenSpiegel and C. Massin
Abc Taxa Vol 1 - 2006

Détérioration des collections de coquilles

R. De Prins and E. Rour (traduction)
Abc Taxa Vol 2 - 2007

Taxonomy of the *Cryptocarya* species of Brazil

P.L.R. De Moraes.
Abc Taxa Vol 3 - 2007

Guia taxonomica de los anfibios de Cuba (with Audio CD)

L.M. Diaz and A. Cadiz
Abc Taxa Vol 4 - 2008

Introduction to the taxonomy of the amphibians of Kaieteur National Park, Guyana

P.J.R. Kok and M. Kalamandeen
Abc Taxa Vol 5 - 2008

Sri Lankan Seaweeds – Methodologies and field guide to the dominant species

E. Coppejans, F. Leliaert, O. Dargent, R. Gunasekara and O. De Clerck
Abc Taxa Vol 6 - 2009

The Bee Genera and Subgenera of sub-Saharan Africa

C. Eardley, M. Kuhlmann and A. Pauly
Abc Taxa Vol 7 - 2010

Manual on field recording techniques and protocols for All Taxa Biodiversity Inventories and Monitoring.

J. Eymann, J. Degreef, Ch. Häuser, J.C. Monje, Y. Samyn and D. VandenSpiegel, (eds) 2010.
Abc Taxa Vol 8 (part 1 & 2) - 2010

Les genres et sous-genres d'abeilles de l'Afrique subsaharienne

Eardley C., Kuhlmann M. and Pauly A
Abc Taxa Vol 9 - 2010

Champignons comestibles des forêts denses d'Afrique centrale. Taxonomie et identification

Hugues Eyi Ndong, Jérôme Degreef and André De Kesel
Abc Taxa Vol 10 - 2011

Naturalised and invasive succulents of southern Africa

M. Walters, E. Figueiredo, N.R. Crouch, P.J.D. Winter, G.F. Smith, H.G. Zimmermann and B.K. Mashope

Abc Taxa Vol 11 - 2011