

Les vers polychètes et l'estuaire de la Loire au début du 20ème siècle par G. FERRONIERE (1875-1922)

Yves GRUET, Jocelyne MARCHAND & J. BAUDET

Laboratoire de Biologie Marine, 2, rue de la Houssinière
44072 Nantes Cedex 03, France

RÉSUMÉ

G. FERRONIERE, architecte de profession, réalisa des études de géologie et de biologie marine ; il fut l'un des pionniers de l'écologie expérimentale. Ses travaux de systématique (Oligochètes et Polychètes) lui ont conféré une réputation internationale. Ses études de faunistique, notamment sa cartographie biologique de l'estuaire de la Loire (1901), constituent des documents de référence pour en estimer l'évolution temporelle. Ainsi, en 90 ans, les espèces euryhalines ont progressé vers l'amont de l'estuaire : *Boccardiella ligerica* de 22 km et *Nereis diversicolor* de 11 km. Par contre, l'espèce stenohaline *Arenicola marina* conserve la même distribution spatiale.

ABSTRACT

The polychaete worms and the estuary of the river Loire at the beginning of the 20th century by G. FERRONIERE (1875-1922)

G. FERRONIERE was an architect by profession but also a scientist. He published results in the fields of geology and biology and was one of the pioneers of ecology. He remains well-known for his works of taxonomy oligochaetes and polychaetes. The biological changes in the estuary of the Loire can be estimated since his studies on the distribution patterns of benthic species (1901). In 90 years, the euryhaline species have moved up-stream in the the estuary: 22 km for *Boccardiella ligerica* and 11 km for *Nereis diversicolor* from the previous point. On the contrary, the pattern distribution of the stenohaline worm *Arenicola marina* remains as it was.

INTRODUCTION

Georges FERRONIERE est né le 5 juin 1875 à Nantes. Sa famille paternelle vivait du négoce tandis que celle de sa mère comportait plusieurs architectes. Il restera fidèle à cette tradition familiale en devenant lui aussi architecte. Son enfance passée dans le port de Nantes lui donne probablement le goût de la mer. En outre, durant les vacances, il descend la Loire en bateau pour passer une partie de l'été sur la côte du Croisic. Brillant élève, il devient bachelier ès-Sciences à dix sept ans. A l'Université Catholique d'Angers, il prépare et obtient la Licence ès-Sciences naturelles. Dès cette époque il fréquente d'illustres naturalistes et participe à la vie de Sociétés

Scientifiques et de Musées. Ses relations amicales avec le Dr. Louis BUREAU, Directeur du Muséum de Nantes, lui permettent de connaître Edouard BUREAU, Professeur de Géologie au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris qui l'aide à acquérir des compétences dans cette discipline. Parallèlement, il prépare à l'Ecole des Beaux Arts à Paris son diplôme d'architecte. En plus de ses activités professionnelles, il prépare, de 1897 à 1901, une thèse de Biologie à la Sorbonne à Paris. Il choisit un sujet de biologie marine, auquel il peut se consacrer dans le petit laboratoire qu'il s'est aménagé dans la villa familiale sur la côte battue du Croisic, à proximité de l'estuaire de la Loire et des marais salants. En 1901 il présente son mémoire intitulé : "Etudes biologiques sur la faune supralittorale de la Loire Inférieure". Son deuxième sujet de thèse comportait une étude de botanique et une étude de Géologie. Ce travail d'écologie fut jugé avec mention "Très Honorable", par Yves DELAGE, biologiste marin, Gaston BONNIER, célèbre botaniste et MUNIER-CHALMAS, géologue. En 1901, il épouse Augustine GOUIN ; ils auront sept enfants. Il consacre son énergie à sa profession d'architecte, à ses recherches en biologie et géologie ainsi qu'à plusieurs charges d'enseignement. Ainsi, il a assuré des cours de géologie à l'Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers ; il fut aussi Chargé d'enseignement de l'Histoire de l'Art à la Faculté des Lettres d'Angers et même d'un cours sur les "marchandises" ou "matières commercialisables" à l'Ecole Supérieure de Commerce de cette même ville. La variété de ces charges illustre la diversité des compétences de ce travailleur qui devait partager son temps entre Nantes, Angers et Paris. Ses qualités pédagogiques sont confirmées par les nombreuses conférences pour lesquelles il était sollicité. Il participa activement à la vie des Sociétés Scientifiques locales (BAUDET *et al.*, 1991). Il fut membre et parfois fondateur de Sociétés de Sciences Naturelles, de Géologie, d'Archéologie, d'Océanographie. Il a aussi oeuvré à la création et à l'extension de collections comme celles du Musée lapidaire de Nantes dont il fut conservateur. Il mourut subitement, à 47 ans, laissant inachevés certains travaux. C'est son ami Joseph PÉNEAU, qui prit soin de réunir ses publications et notes scientifiques et qui rédigea sa notice nécrologique. Nous présentons son activité de biologiste se rapportant aux travaux d'inventaires, d'expérimentations, de morphologie et de systématique d'Annélides.

LES TRAVAUX D'INVENTAIRE

La thèse de G. FERRONNIÈRE comporte une première partie intitulée " Etude de divers faciès de la zone supralittorale. Distribution des vers supralittoraux" avec quatre chapitres : -I- zone supralittorale dans les eaux vives ; -II- "Le traict" du Croisic ; -III- Marais salants ; -IV- Eaux saumâtres et douces. Les résultats de ses nombreuses excursions dans des milieux aussi diversifiés lui ont permis d'inventorier et cartographier de très nombreuses espèces. L'auteur s'était particulièrement attaché à leur distribution spatiale selon les gradients halins : de l'eau douce de la Loire jusqu'aux eaux marines puis de l'eau de mer jusqu'aux eaux sursalées des marais salants. Il avait relevé le fait que certaines formes aquatiques habitent aussi bien les eaux sursalées que dessalées et qu'elles sont très résistantes. Il avait également abordé la notion, particulièrement importante en estuaire, de la distribution verticale des espèces, liée à la stratification des eaux en fonction de leur salinité. Nous retiendrons sa cartographie des espèces (supralittorales) caractéristiques de la Basse Loire. Ce travail est en effet indispensable pour apprécier les changements biologiques qui sont intervenus pendant le 20ème siècle (Fig. 1). Depuis le 19ème siècle, l'estuaire de la Loire a connu de vastes travaux d'aménagement qui ont profondément modifié sa morphologie, sa bathymétrie et son hydrologie.

Dans le secteur aval (Donges), le chenal de navigation a été creusé de 4,25 m entre 1953 et 1976, puis de 3,25 m. Par ailleurs, depuis 1945, des centaines d'hectares de zones humides ont été remblayées et endiguées pour l'implantation de zones industrielles. De ce fait le linéaire de berges naturelles est passé de 300 km à 50 km et l'envasement des estrans s'est accéléré. D'un point de vue hydrosédimentaire, ces aménagements ont eu pour conséquence de provoquer la remontée de la marée dynamique de 30 km en 75 ans, celle du front de salinité (0,5 P.S.U.) de 20 km et celle du bouchon vaseux de 10 km avec un doublement du volume des matières en suspension (environ 700 000 tonnes). Depuis le début du siècle, les changements hydrosédimentaires ont entraîné la progression vers l'amont des limites de distribution d'un certain nombre d'espèces benthiques estuariennes, comparativement à ce qu'avait cartographié FERRONNIÈRE. Ainsi, depuis 1901, *Nereis diversicolor* a progressé d'environ 11 km et *Boccardiella ligERICA* de 22 km, tandis que les limites de distribution d'*Arenicola marina* n'ont pratiquement pas évolué (MARCHAND, 1972). Par ailleurs, les espèces à cycle court comme *Boccardiella ligERICA* peuvent s'implanter temporairement bien en amont de leurs limites habituelles lors des années de grande sécheresse. Il est certain que le surcreusement du chenal de l'estuaire et la destruction de nombreuses zones humides ont eu pour conséquence la perte d'une grande partie des potentialités biologiques de cet écosystème, notamment de ses potentialités nourricières.

TABLEAU 1. — Évolution des distributions spatiales de trois espèces de polychètes dans l'estuaire de la Loire, depuis 1901.

		Saint-Nazaire 0 km	Méan 2 km	Donges 10 km	Lavau 18 km	Cordemais 26 km	Couëron 38 km
<i>Arenicola marina</i>	1901	+	-	-	-	-	-
	1980	+	-	-	-	-	-
<i>Boccardiella ligERICA</i>	1901	+	+	+	+	-	-
	1980	+	+	+	+	+	+
<i>Hediste (Nereis) diversicolor</i>	1901	+	+	+	+	-	-
	1980	+	+	+	+	+	+

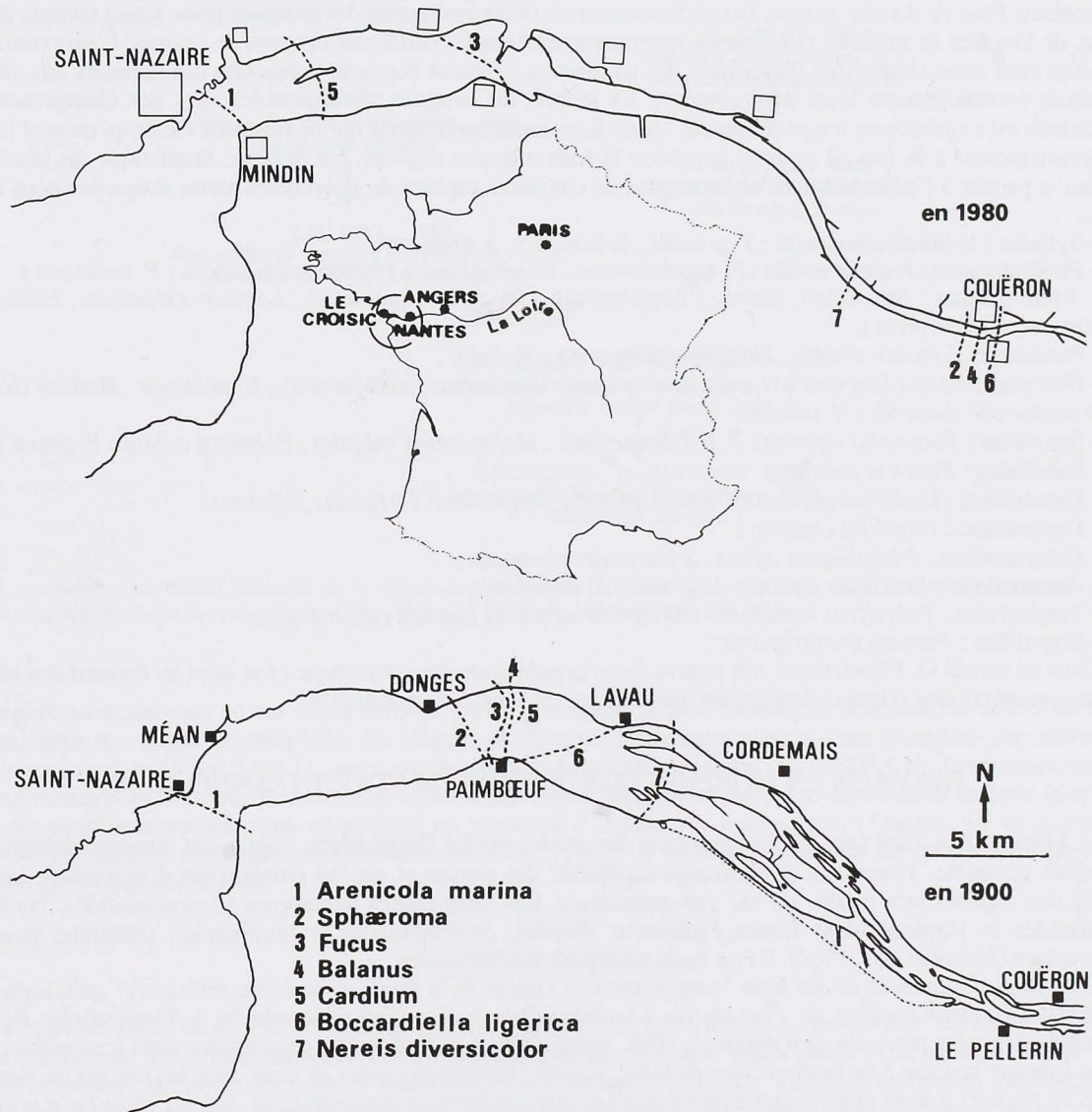


FIG. 1. — Carte de France situant les lieux de travail de Georges FERRONNIÈRE et cartes comparant la distribution de quelques espèces en 1900 d'après FERRONNIÈRE et en 1980 d'après MARCHAND.

LES EXPÉRIMENTATIONS

G. FERRONIERE voulait démontrer que la répartition des espèces intertidales dépend des facteurs du milieu et de leurs variations : "Il nous reste maintenant à reproduire expérimentalement ces changements de milieux et à étudier les conséquences qui en découlent pour chaque espèce.". Pour prouver que certaines espèces sont adaptées aux changements cycliques de conditions (marées, cycles de marées, saisons) et qu'elles ont été sélectionnées par les contraintes environnementales, il a expérimenté dans quatre domaines. La seconde partie de sa thèse : "Etude expérimentale de quelques conditions de milieu agissant sur les animaux supralittoraux" comporte quatre chapitres principaux traitant de : I- la dessiccation ; II- le passage de l'eau de mer à l'eau douce ; III- le passage de l'eau de mer à l'eau sursalée ; IV- l'influence de la lumière. Ces thèmes se prêtaient à une expérimentation simple, réalisable dans son petit laboratoire et caractérisaient bien la zone des marées (dessiccation, variation de la lumière) et le gradient halin croissant de l'estuaire de la Loire, à la mer, jusqu'aux marais salants. De nombreux groupes de vers marins, dulçaquicoles et même terrestres ont été testés : Planaires, Némertes, Oligochètes et surtout Polychètes. Pour ce dernier groupe, l'expérimentateur récoltait sur l'estran des animaux frais, tenait compte de leur taille, de leur état de maturité et même de leur provenance sur les différents niveaux de l'estran. L'expression des résultats était aussi simple que l'évaluation des paramètres ; l'auteur décrivait la réaction des animaux aux stimuli, dessinait éventuellement leurs déplacements. La plupart du temps la résistance des vers aux changements de conditions est exprimée en temps de survie. Grâce à ses expérimentations qui ne faisaient varier qu'un seul facteur environnemental à la fois, il pouvait apprécier la tolérance des espèces. La richesse faunistique de la côte du Croisic a permis à G. FERRONIERE de tester plus de cinquante espèces de Polychètes parmi lesquelles nous avons noté :

- Syllidae : *Syllis alternosetosa* ; *S. gracilis* ; *S. prolifera* ; *S. vivipara* ;
- Phyllodocidae : *Eulalia viridis* ; *E. quadrilineata* ; *E. rubiginosa* ; *Phyllodoce bilineata* ; *P. laminosa* ;
- Aphroditidae : *Sthenelais idunae* ; *Lepidonotus clava* ; *L. squamatus* ; *Lagisca extenuata* ; *Halosydna gelatinosa* ; *Eteone picta* ;
- Eunicidae : *Lysidice ninetta* ; *Marphysa sanguinea* ; *M. bellii* ;
- Nereidae : *Nereis longipes* ; *N. cultrifera* (y compris la forme *Heteronereis*) ; *N. pelagica* ; *Hediste (Nereis) diversicolor* ; *N. dumerili* ; *N. irrorata* ;
- Spionidae : *Boccardia ligérica* ; *B. polybranchiata* ; *Malacoceros vulgaris* ; *Polydora ciliata* ; *P. caeca* ;
- Sabellidae : *Fabricia sabella* ;
- Cirratulidae : *Dodecaceria concharum* ; *Audouinia tentaculata* ; *Cirratulus filiformis* ;
- Capitellidae : *Capitella capitata* ;
- Chloraemidae : *Flabelligera affinis* ; *Stylarioides plumosus* ;
- Arenicolidae : *Arenicola marina* ; *A. grubei* ; *A. ecaudata* ;
- Terebellidae : *Polycirrus hematodes* ; *Terebella lapidaria* ; *Lanice conchylega* ;
- Serpulidae : *Pomatoceros triqueter* .

Dans ce travail G. FERRONIERE fait preuve d'une grande curiosité scientifique et se tient au courant des travaux de ses contemporains (chaque chapitre est introduit par un "état de la question").

TRAVAUX EN MORPHOLOGIE ET SYSTÉMATIQUE D'ANNÉLIDES

G. FERRONIERE avait tout d'abord entrepris des études sur les Oligochètes, s'appuyant sur une bibliographie mondiale complète. Travaillant sur la frange supérieure des estrans et sur des points d'eau douce temporaires, il étudia des espèces aux modes de vie sub-aquatiques. Les Oligochètes aquatiques (Aelosomatidés, Naididés, Tubificidés et Haplotaxidés) furent également abordés. Systématicien et faunisticien renommé pour les Oligochètes (BRINKHURST, 1963), il l'est également pour les Polychètes.

C'est dans la première de ses trois "contributions à l'étude de la faune de la Loire-Inférieure" qu'il reprend la description de deux espèces de *Protodrilus* (Archiannélides). Son nom reste attaché à *Boccardiella ligérica* (Spionidae), espèce nouvelle qu'il décrit en 1898. Jeune chercheur, il découvre cette espèce dans les vasières de la Basse Loire et la dédie à ce fleuve (*Liger* en latin). Ce ver "habitait des tubes de vase, sous les pierres ou dans des fentes de rochers à demi envahis par la boue noire et fine qui forme, presque partout, le fond, dans cette partie de l'embouchure de la Loire". Dans sa description, l'auteur s'attache aux détails qui différencient cette espèce de *Polydora ciliata* et de *Polydora (Boccardia) polybranchiata*. La publication illustrée permet d'identifier avec certitude l'espèce, mais le fait qu'il n'y ait apparemment pas eu dépôt de type ou de paratype peut, en partie,

expliquer les confusions et redescriptions que d'autres auteurs firent par la suite (Fig. 2). Ainsi, R. HORST décrit en 1920 *Polydora redeki* du Zuiderzee (Pays-Bas) et en 1927, P. FAUVEL, reconnaît l'existence de deux espèces différentes *P. ligERICA* et *P. redeki* dans sa faune des "Polychètes Sédentaires". En 1960, F. RULLIER, à partir d'échantillons de Normandie (France), reprend la morphologie de *Polydora (Boccardia) redeki*, sans faire le rapprochement avec *B. ligERICA* de la Loire. Ce n'est qu'en 1971 que BLAKE & WOODWICK réexaminent l'ensemble des échantillons et démontrent la synonymie entre *P. redeki* Horst, 1920 et *B. ligERICA* Ferronnière, 1898. Selon la règle d'antériorité, la seconde dénomination est la seule valide. Avec la révision des genres de Spionidés, publiée par BLAKE & KUDENOV en 1978, apparaît *Boccardiella* gen. nov. auquel ces auteurs rattachent *Boccardia ligERICA* qui désormais devient *Boccardiella ligERICA* (Ferronnière, 1898)

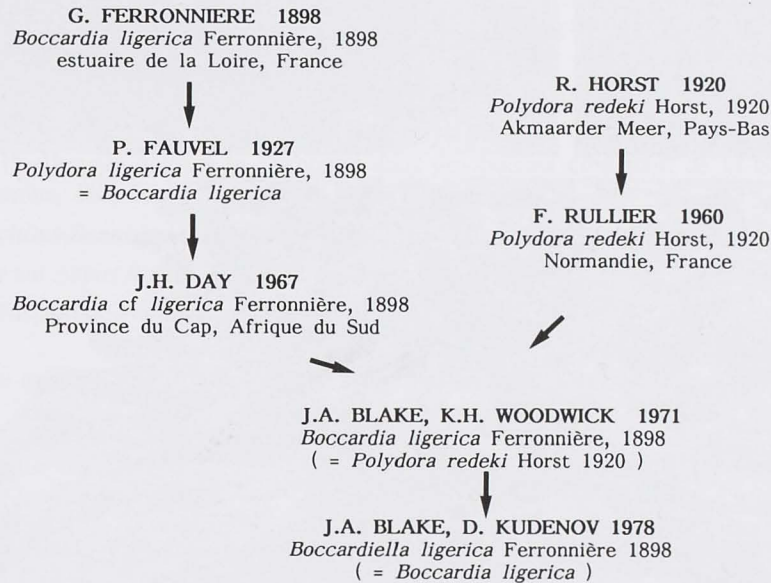


FIG. 2. — Schéma résumant l'histoire de la nomenclature du Ver Polychète Spionidé *Boccardia ligERICA* Ferronnière, 1898, devenu *Boccardiella ligERICA* (Ferronnière, 1898) en 1978 (BLAKE & KUDENOV, 1978).

Espèce suspensivore, ce ver serait favorisé par l'envasement. Il peut former des revêtements denses de tubes sur les blocs, au bas de l'estran (Fig. 3). D'après ROBINEAU, 1986, cette espèce d'eau saumâtre s'accommode de salinités variant de 18 à 0,5 P.S.U., avec un développement maximum entre 11 et 7,7 P.S.U.. Longtemps connue du seul estuaire de la Loire, *Boccardiella ligERICA* présente actuellement une large distribution en zone tempérée, dans des stations envasées, souvent associée au Serpuliné *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel). On la trouve aux Etats-Unis (côte est), mais aussi en Afrique du Sud (DAY, 1967). Il est probable que les transports maritimes aient favorisé cette large répartition.

CONCLUSION

Le sujet de thèse de G. FERRONNIÈRE se situe tout à fait dans dans les idées "modernes" de la fin du 19ème siècle : le but est d'expliquer la distribution géographique des animaux, d'élucider les questions d'origine de la faune, de montrer comment les espèces s'acclimatent aux différents milieux... Le choix de l'estran a l'avantage de présenter une très grande diversité de faciès écologiquement bien différenciés. Par ailleurs, il a fait preuve d'innovation en abordant l'étude des zones sursalées des marais salants et les secteurs dessalés de l'estuaire de la Loire. La cartographie des espèces caractéristiques de la Basse-Loire, effectuée en 1901, reste une référence régionale et constitue un "état initial" essentiel pour apprécier l'évolution écologique de l'estuaire suite aux

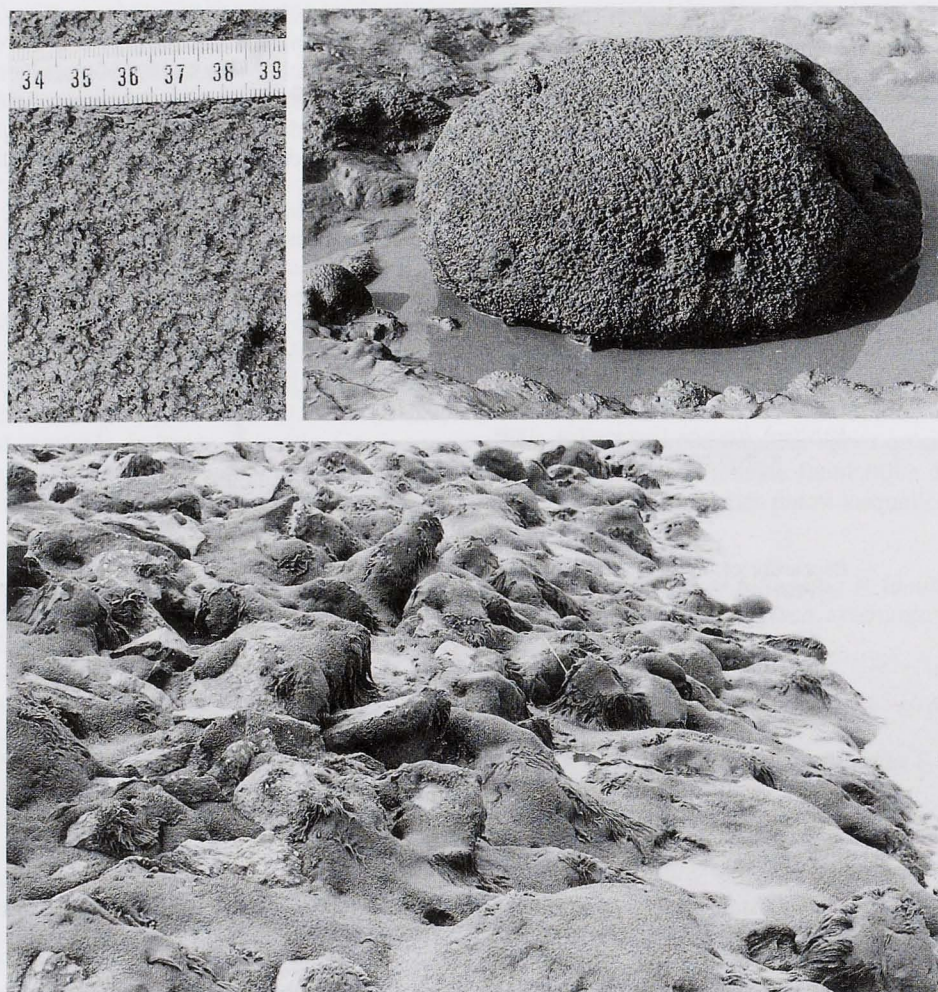


FIG. 3. — Quelques aspects des populations de *Boccardiella ligERICA* dans l'estuaire de la Loire. Certains blocs sont recouverts d'un tapis continu de tubes (Photo LE MAGUERESSE & GRUET).

profondes modifications physiques (chenalisation) qu'il a subies. Le chercheur G. FERRONNIÈRE partagea son énergie et sa passion entre la biologie, la géologie et sa profession d'architecte. Son oeuvre scientifique n'en fut pas moins remarquable ; elle est toujours consultée et cet auteur reste reconnu, notamment en systématique, comme un "spécialiste" ; à ce titre, il figure toujours dans les bibliographies. Son nom restera lié à celui de l'espèce nouvelle qu'il découvrit en Loire.

LISTE DES TRAVAUX DE G. FERRONNIÈRE EN BIOLOGIE

- 1898 a — 1ère contribution à l'Étude de la faune de la Loire-Inférieure (Polygordiens, Spionidien, Némertien). *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, Nantes, (3-4) : 101-115.
- 1898 b — Quelques vers récoltés au Croisic. Polychètes, Polygordiens, Némertiens. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, Nantes, (3-4), : XXI-XXIII.

- 1898 c — Quelques vers de Loire-Inférieure. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, Nantes, (3-4): 31-42.
- 1899 a — 2ème contribution à l'Étude de la faune de Loire-Inférieure (Pseudo-scorpions, Myriapodes, Annélides), *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, Nantes, (2) : 137-146.
- 1899 b — 3ème contribution à l'Étude de la faune de la Loire-Inférieure (Oligochètes littoraux et supralittoraux). *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, Nantes, (3) : 229-298.
- 1900 a — Sur *Gryllotalpa vulgaris*, courtillière variété foncée des Marais salants. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, Nantes, : 15.
- 1900 b — Une Annélide intermédiaire entre les Spionidiens et les Cirrhatulidiens. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, Nantes : 16.
- 1901 a — Études biologiques sur la faune supralittorale de la Loire-Inférieure. Première thèse, Faculté des Sciences de Paris, Série A, n° 392, n° d'ordre : 1063, 453 pages. Imprimeur-Éditeur R. Guist'hau, A. Dugas, Nantes.
- 1901 b — Études biologiques sur les zones supralittorales de la Loire-Inférieure. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, Nantes, (1-2) : 1-453.
- 1902 a — Sur un Phyllopode éclos à la Sorbonne dans des bocaux contenant de la boue provenant de la République Argentine. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, Nantes, (1-4) : 25.
- 1902 b — Sur *Aepophilus Bonnairei*, *Anurida maritima*, etc.. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, Nantes, (1-4) : 26.
- 1906 — Observation sur *Aepus Robini*. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, Nantes, (1-4) : 34.
- 1907 — Envoi au Muséum de Nantes d'une Epinoche pêchée à la Bernerie. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, Nantes, (3-4) : 5.
- 1910 — A propos du travail du Dr Horst : De Anneliden der Zuiderzee. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, Nantes, (3-4) : 8.

RÉFÉRENCES

- BAUDET, J., GRUET, Y., LEBEL, A., MAILLARD, Y., MARCHAND, J., 1991. — Georges Henri Joseph FERRONNIÈRE. Son oeuvre en Biologie marine. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, Nantes, suppl. hors série : 50-75.
- BLAKE, J.A. & KUDENOV, D., 1978. — The Spionidae (Polychaeta) from southeastern Australia and adjacent areas with a revision of the genera. *Mem. Nat. Mus. Vic.*, **39** : 171-280.
- BLAKE, J.A. & WOODWICK, K.H., 1971. — A review of the genus *Boccardia* Carazzi (Polychaeta: Spionidae) with descriptions of two new species. *Bull. So. Calif. Acad. Sci.*, **70** : 31-42.
- BRINKHURST, R.O., 1963. — Taxonomical study on the Tubificidae (Annelida Oligochaeta). *Inst. Rev. Ges. Hydr.*, suppl., **2** : 1-83.
- DAY, J.H., 1967. — *A Monograph on the Polychaeta of Southern Africa*. Part 2. Sedentaria. Trustees of the Brit. Mus. (Nat. Hist.), London, 878 pp.
- FAUVEL, P., 1927. — *Polychètes Sédentaires*. Faune Fr. **16** : 1-494.
- HORST, R., 1920. — Polychaete Anneliden uit het Alkmaarder Meer door Dr. R. Horst. *Zool. Meded.*, Leiden, **5** : 110-111.
- MARCHAND, J., 1972. — Bionomie benthique de l'estuaire de la Loire I. Observations sur l'estran maritime de la mer à Cordemais. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **36** : 47-67.
- ROBINEAU, B., 1986. — *Les peuplements benthiques dans l'estuaire de la Loire*. Thèse de Doctorat, Université de Bretagne occidentale, 330 pp.
- RULLIER, F., 1960. — Morphologie et développement du Spionidae (Annélide : Polychète) *Polydora (Boccardia) redeki* Horst. *Cah. Biol. mar.*, **1** : 231-244.