

BIONOMIE BENTHIQUE DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE

I. - OBSERVATIONS SUR L'ESTRAN MARITIME DE LA MER A CORDEMAIS (1)

par Jocelyne MARCHAND

Nos connaissances sur la faune de l'estuaire de la Loire correspondent au travail fondamental de G. FERRONNIÈRE réalisé de 1895 à 1901.

Depuis le début du siècle, des observations ont été faites sur l'estuaire; mais il s'agit toujours de recherches fragmentaires ne faisant pas le point sur l'ensemble de la faune. Au cours de cette longue période, les échanges commerciaux se sont intensifiés et les chenaux de l'estuaire ont été profondément modifiés. En particulier, on a assisté à un approfondissement constant du chenal nord tandis qu'il y a plutôt comblement de la rive sud.

L'importance accrue de Donges, l'implantation d'usines essentiellement sur la rive nord, la réalisation prochaine du pont reliant les deux rives sont quelques-uns des facteurs qui risquent de modifier profondément l'équilibre biologique actuel de l'estuaire.

Ces perspectives nous ont amené à entreprendre depuis 1969 l'étude bionomique de la Basse-Loire.

Dans cette première publication sur ce sujet, nous apportons des renseignements sur la faune des berges de la rive nord et de la rive sud, depuis St-Nazaire et Mindin jusqu'à Cordemais et l'île du Carnet (fig. 1).

Il n'est pas possible de parcourir entièrement chacune des deux rives; on en est empêché soit par des constructions, soit encore par des vasières. Nous avons donc été amené à conduire nos observations périodiques sur un certain nombre de localités ou stations que nous prenons comme référence.

I. - Localités étudiées.

a) *La rive nord.*

Faisant suite à la plage de sable fin de Bonne Anse, les plages de Ville-ès-Martin et du Grand Traict présentent un caractère nettement plus vaseux, l'influence des eaux turbides du chenal devenant importante. Seuls les hauts-niveaux sont sableux. Ils sont alors dépourvus de certaines espèces typiquement marines, *Nerine cirratulus* par exemple. Le substrat rocheux est représenté soit par des blocs de roches en place (Grand Traict), soit par des épis construits par l'homme, permettant l'accès aux bas-niveaux (plage en aval du Brivet à Penhouët). Devant les bourgs de Gron et Méan, s'étend une immense étendue de vase très fluide. Seuls

(1) Cette note représente la première partie d'un travail réalisé dans le cadre d'une Thèse de 3^e cycle.

les hauts-niveaux envahis par une végétation de *Phragmites* sont accessibles. Depuis les travaux de 1933, cette vasière a été comblée dans sa partie amont (la Roche de Montoir), comblement

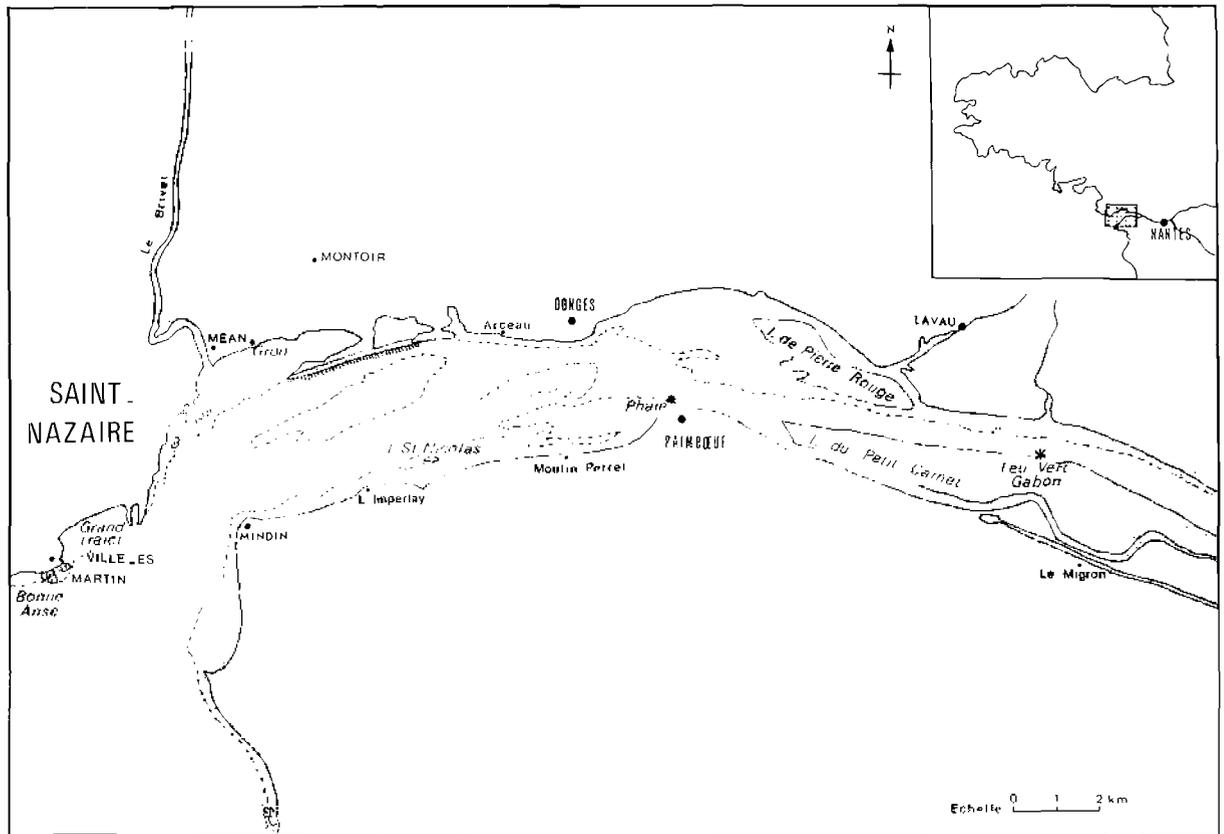


FIG. 1. — L'estuaire de la Loire.

faisant suite à la construction de la digue longeant cette étendue. Cet ouvrage se prolonge de façon continue jusqu'à Donges et il est donc facile d'étudier la répartition des espèces de faciès rocheux sur une distance de dix kilomètres. En quelques points, comme à l'appontement de l'Arceau ou au port de Donges, les hauts-niveaux sont constitués de zones de sable grossier ou de talus envahis par les *Phragmites* (fig. 2). En amont de Donges, aucun accès n'est possible, les vasières recouvrant toutes les berges. A La Taillée ou à Lavau, seules les rives des étiers peuvent être abordées.

b) La rive sud.

Dès la plage de l'embarcadère de Mindin, le sédiment est sablo-vaseux et devient franchement vaseux en amont, devant l'Hospice, où des pêcheries facilitent l'accès à la Loire. Il en est de même à la pointe de l'Imperlay où, à une haute plage de sable grossier et coquillier, fait suite une vase dont l'épaisseur est en moyenne de 30 cm. Un épi permet à cet endroit l'accès à l'eau aux grandes marées par basse mer.

En amont de la pointe de l'Imperlay, l'île St-Nicolas n'est accessible qu'en bateau. Aux hauts-niveaux recouverts de *Phragmites*, succèdent des pierres provenant des ruines de l'ancien lazaret. Les bas-niveaux sont très envasés et seuls quelques points peuvent être étudiés.

Au Moulin Perret, c'est la roche elle-même qui affleure mais sur une courte distance, une vase fluide et épaisse la prolongeant jusqu'aux plus bas-niveaux découverts.

Comme à Donges, au Bas-Paimboeuf, une digue artificielle (de 3 m de hauteur) permet

d'atteindre l'eau facilement et d'étudier la vase qu'elle délimite (fig. 3). Quant aux plages du Haut-Paimbœuf, elles sont constituées de galets et de roches qui reposent sur un sable



FIG. 2. — Plage au niveau de l'apponement de l'Arceau.

grossier. Ce dernier est recouvert d'une couche de vase dont l'épaisseur varie de 1 à 15 cm



FIG. 3. — Digue en aval du phare du Haut-Paimbœuf.

selon les saisons (fig. 4 et 5). Le long de l'île du Petit Carnet, une digue facilite, là encore, l'étude de la faune; la partie haute est formée de talus recouverts de *Phragmites* au pied desquels une vase fluide s'est déposée. Cet empierrement de la berge n'a été fait que sur la rive nord de l'île, la rive sud restant très vaseuse. Il se prolonge au-delà du Migron bordant ainsi le chenal de navigation.

En résumé, de St-Nazaire à Lavau, sur une distance de 21 km, le nombre de stations étudiées s'élève à 10 alors qu'il est de 9 sur la rive sud, entre Mindin et Le Migron, soit 15 km de berges.



FIG. 4 et 5. — Plage du Bas-Paimbœuf, janvier 1969 (en haut), août 1970 (en bas).

II. - Inventaire faunistique des deux berges.

A. - Cnidaires hydrozoaires.

1) *Dynamena pumila* LINNÉ (non signalé antérieurement).

Dynamena pumila, dont le support est le *Fucus*, disparaît en amont de St-Nazaire; plus précisément, sa limite de pénétration se trouve à la pointe de Ville-ès-Martin, où les colonies atteignent une hauteur de 3 à 4 cm. Cette limite est également celle du *Fucus platycarpus*, signalée par G. FERRONNIÈRE (1901).

2) *Clava multicornis* (= *C. squamata*) FORSKAL (non signalé antérieurement).

Cet hydraire, très abondant à Mindin, en aval de l'embarcadère, disparaît complètement en amont de ce point. Il vit fixé sur tout support dur mais en particulier, en ce lieu, sur les murailles des *Balanus improvisus* vivantes ou envasées.

3) *Laomedea gelatinosa* PALLAS (non signalé antérieurement).

Cet hydraire euryhalin est très commun à l'embouchure de l'estuaire où les colonies forment des amas très denses. Sa limite d'extension est une ligne passant par la Bouée de Gron (digue de Montoir) et l'île St-Nicolas. Il occupe les bas-niveaux et se fixe sur les pierres ou sur les nasses disposées sur la vase par les pêcheurs. Les colonies épaisses et rugueuses servent de support aux jeunes *Mytilus edulis* à la fin de leur phase pélagique (stade « pédivéligère »). On ne retrouve pas de moules fixées sur cet hydraire en amont d'une ligne Mindin - St-Nazaire. Au cours des nombreuses récoltes que nous avons effectuées en Loire, *Laomedea loveni* ALLMAN n'a pas été trouvé alors qu'il est signalé dans de nombreuses eaux saumâtres européennes.

4) *Laomedea dichotoma* LINNÉ.

Quelques exemplaires ont été trouvés dans les flaques des bas-niveaux de la plage de l'île St-Nicolas. Les colonies ont une hauteur ne dépassant pas 3 cm.

5) *Cordylophora caspia* = *C. lacustris* LINNÉ.

Cordylophora caspia est une espèce largement répandue dans les eaux saumâtres. Il est remarquable que l'on trouve généralement *C. caspia* avec *Rhithropanopeus harrisii tridentatus* MAITLAND (Crustacé, Décapode, Brachyoure). En France, *C. caspia* a été signalé dans le canal



FIG. 6. — Envasement de la plage du Bas-Paimbœuf (août 1970).

de Tancarville et dans le canal de Caen à la mer, et le *R. harrisii tridentatus* a été trouvé dans ces deux canaux. En Loire, *C. caspia* correspond à la forme *typica* quelle que soit sa répartition dans l'estuaire. Son aire d'extension est importante et recoupe celle de *Laomedea gelatinosa* en trois zones : à Méan (où l'arrivée des eaux du Brivet diminue la salinité), sur la digue de Montoir à la Bouée du Village et sur la rive sud à l'île St-Nicolas et à la pointe de l'Imperlay.

Jamais ces deux hydraires ne sont trouvés au même endroit, *Cordylophora caspia* occupant un niveau inférieur à celui de *Laomedea gelatinosa*. Au-delà de Donges, les berges étant très vaseuses, *C. caspia* disparaît. Au contraire, sur l'île du Petit Carnet, le long du chenal, il abonde jusqu'au Feu Vert Gabon, le milieu étant rocheux. Sur la rive sud de l'estuaire, au-delà de Paimbœuf, l'envasement est trop important pour que cette espèce puisse vivre. La plus grande densité des colonies se trouve sur la plage du Haut-Paimbœuf où leur cycle a été suivi avec plus de précision. Les hydrocaules très ramifiés atteignent une hauteur de 6 à 9 cm. Chaque polype possède un nombre de tentacules oscillant autour de 16. La reproduction débute en mai et atteint un taux maximum au cours du même mois ; dès juin, les gonophores qui étaient au nombre de 3 à 5 par branche latérale pendant le mois précédent, deviennent

beaucoup moins nombreux. Le nombre d'œufs par gonophores varie entre 5 et 12 mais peut atteindre 18 ou 20 pour une salinité moyenne de 2‰, et une température de 15 à 19°C. Faisant suite à cette période d'intense reproduction, un envasement rapide des berges modifie leur évolution (fig. 6 et 7). De nombreux individus sont alors recouverts par une épaisseur de 2 ou 3 cm de vase provoquant leur mort, il ne reste plus alors que les hydrothèques chitineuses dépourvues de polypes. Dès le mois d'octobre, à la suite des précipitations, la vase a généralement disparu et de nouveau, les *Cordylopha* survivants se développent. C'est à cette époque que se logent entre les rameaux de l'hydraire les *Rhithropanopeus harrisii tridentatus* de stades mégalope et jeune crabe; ils y trouvent une nourriture abondante et une protection contre l'hydrodynamisme. En 1901, G. FERRONNIÈRE avait déjà signalé la présence



FIG. 7. — *Envasement des Cordylophora caspia* (août 1970).

de *Cordylophora caspia* en Loire, mais il exprimait des doutes quant à l'exactitude de sa détermination. En revanche, cet auteur ne signalait pas la présence de *Laomedea gelatinosa* qui est cependant très abondant; il est donc fort probable que *L. gelatinosa* fut introduit en Loire après 1901.

B. - Bryozoaires.

A Mindin, en aval de l'embarcadère, de nombreuses colonies de *Conopeum seurati* CANU vivent sur les murailles de *Balanus improvisus*, avec l'hydraire *Clava multicornis*. Ces colonies meurent lorsque l'envasement des berges devient important. En revanche, nous n'avons pas trouvé de *Membranipora membranacea* LINNÉ sur les rochers, ni sur les algues.

C. - Annélides.

1) Annélides polychètes.

a) *Polydora ciliata* JOHNSTON (non signalé antérieurement).

Particulièrement commun sur certaines côtes, *P. ciliata* est mal représenté sur notre littoral. Cependant, nous l'observons en grandes quantités à l'embouchure de l'estuaire. La limite d'extension de ce Spionidae est une ligne passant par Ville-ès-Martin et Mindin (embarcadère). Il est particulièrement abondant au niveau des *Mytilus edulis* et des *Balanus improvisus* dont il occupe les murailles vides.

b) *Polydora redeki* HORST (non signalé antérieurement).

Contrairement aux données de G. FERRONNIÈRE, *Polydora ligERICA* semble avoir disparu de la Loire et être remplacé par *Polydora redeki*. Cette espèce d'eaux saumâtres a une aire

de répartition en Loire allant du Feu du Pinard au port de Donges sur la rive nord et de la pointe de l'Imperlay au Feu Vert Gabon sur la rive sud. L'abondance de *Polydora redeki* varie selon les saisons : en hiver, la couche de vase qui recouvre les rochers ayant une faible épaisseur, la densité des populations est réduite (fig. 8). Au contraire, en été, lorsque les berges sont entièrement recouvertes de vase, ces populations s'accroissent beaucoup, occupant toutes les surfaces disponibles. Seul, *Corophium volutator* cohabite dans ces vases durcies



FIG. 8. — Détail de rocher couvert de *Balanus improvisus* et de *Polydora redeki* (janvier 1969).

par la construction des tubes. La teneur en matière organique totale d'un massif à *Polydora* peut atteindre 25 % du poids du sédiment sec. La période de reproduction de ce Spionidae se situe en mai-juin, les capsules contenant de nombreux œufs restant dans les tubes des femelles.

c) *Nerine cirratulus* DELLE CHIAJE (non signalé antérieurement).

Au-delà de la pointe de Ville-ès-Martin, ce Spionidae disparaît des rives, malgré la nature favorable du sédiment au niveau de la rupture de pente de la plage du Grand Traict. Cette espèce est également absente à Mindin. La diminution de salinité est certainement en relation avec la disparition de cette espèce en amont.

d) *Arenicola marina* LINNÉ.

G. FERRONNIÈRE considérait, en 1895, que le milieu océanique s'arrêtait avec la limite d'extension d'*Arenicola marina* dans l'estuaire. En comparant les répartitions données par G. FERRONNIÈRE et celles que nous observons, seule la rive sud présente un changement. Ce n'est plus à St-Brévin, mais sur la plage de l'embarcadère de Mindin que sont présents les derniers individus. Quant à la rive nord, la limite d'extension est la plage du Grand Traict. En amont, de ces lieux, le changement de nature du substrat, qui de sableux devient vaseux, est certainement responsable de la disparition d'*A. marina*. Cette espèce peut, en effet, supporter de faibles salinités allant jusqu'à 8‰.

e) *Nereis diversicolor* MÜLLER.

Ce Nereidae, caractéristique des eaux saumâtres, est très abondant dans toutes les zones étudiées. Il vit aussi bien dans les vases grises et fluides à *Macoma balthica* et *Scrobicularia plana* que dans les vases compactes et noires dépourvues d'autres espèces.

f) *Nereis succinea* LEUCKART (non signalé antérieurement).

Cet autre Nereidae dont les exigences sont plus strictes (salinité entre 10 et 15‰) a une répartition plus limitée dans l'estuaire. Son aire ne dépasse pas la Bouée du Village (digue

de Montoir) et la plage de l'Imperlay. Très souvent, *N. diversicolor* et *N. succinea* vivent dans les mêmes vases mais dans des proportions qui varient selon les lieux :

	Mindin	pointe de l'Imperlay	Paimbœuf
<i>N. diversicolor</i>	32 %	75 %	100 %
<i>N. succinea</i>	68 %	25 %	0 %

g) *Eteone longa* FABRICIUS, *Nephtys hombergii* AUDOUIN et M. EDWARDS (non signalé antérieurement).

Ces deux espèces, absentes de la rive sud de l'estuaire, ont leur limite d'extension à Bonne-Anse pour *Eteone longa* et à Ville-ès-Martin pour *Nephtys hombergii*, le sédiment n'étant plus sableux en amont de ces points.

2) Annélides oligochètes.

Les espèces trouvées sur les rives de l'estuaire appartiennent essentiellement aux Naididae et aux Tubificidae. Le plus abondant est *Tubifex costatus* CLARAPÈDE dont l'aire de répartition s'étend jusqu'à Donges et au Feu Vert Gabon. Lui succèdent alors *Tubifex tubifex* et *Branchiura sp.* Sur la plage du Haut-Paimbœuf, parmi les *Cordylophora caspia*, vivent de nombreux *Nais elinguis* MÜLLER. A Gron-Méan, dans le sable vaseux, quelques *Clitellio arenarius* MÜLLER vivent avec *Nereis diversicolor* et *Corophium volutator*.

D. - Mollusques.

1) Mollusques gastéropodes.

a) *Littorina littorea* LINNÉ et *Littorina obtusata* LINNÉ.

L'aire de répartition de ces deux espèces ne dépasse pas la plage du Grand Trait à St-Nazaire. Elles vivent au même niveau que *Mytilus edulis* et *Balanus improvisus* mais y sont en très petites quantités.

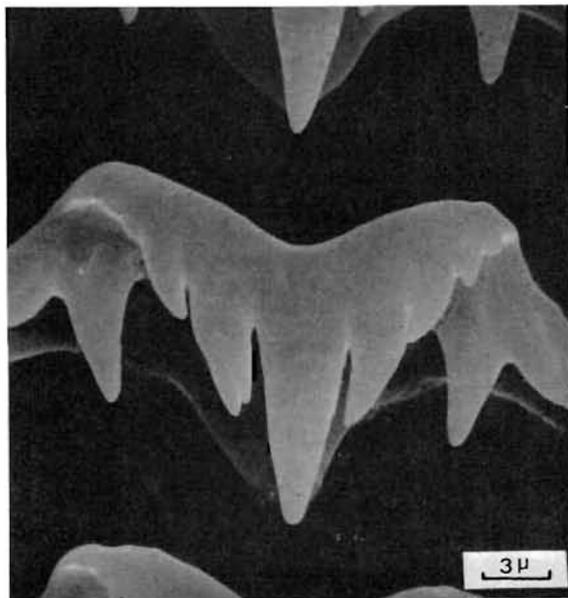
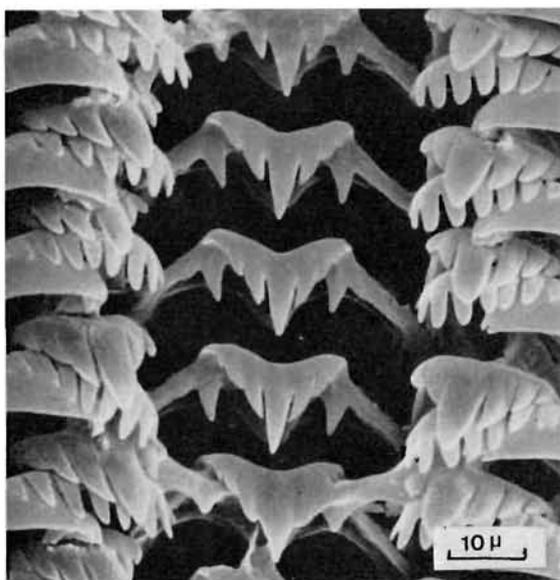


FIG. 9 et 10. — Radula (à gauche) et dent médiane de radula (à droite) de *Hydrobia ulvae* vues en microscopie électronique à balayage.

b) *Hydrobiidae*.

Sur la rive sud, seul *Hydrobia ulvae* PENNANT a été récolté jusqu'à Mindin (devant l'hospice). Les individus sont très abondants sur la vase (112 individus/m²), où vivent également *Sphaeroma rugicauda*, *Corophium volutator* et *Carcinus maenas*. La détermination de *H. ulvae* est facilitée par la microscopie électronique à balayage. Les figures 9 et 10 montrent

la radula de cette espèce, la dent médiane en étant une des caractéristiques essentielles (B.J. Muus, 1967).

Contrairement aux observations de A. LUCAS, nous n'avons pas récolté de *Potamopyrgus jenkinsi* SMITH sur la rive nord. En novembre 1971, des observations faites entre Gron et Donges, nous ont permis de constater l'absence totale d'Hydrobiidae sur ces plages. Il est possible que la pollution des rives, due à un accroissement du trafic pétrolier, soit une des raisons de ces disparitions.

c) *Assimineea grayana* FLEMING.

Ce petit gastéropode, dont la taille ne dépasse guère 2 mm, a une aire de répartition très limitée. Il se trouve dans les zones de contact entre eaux douces et eaux saumâtres, ce qui explique sa localisation sur la rive nord de Lavau à Cordemais et sur la rive sud de l'île St-Nicolas à la Ramée (dans le bras du Migron). *Assimineea grayana* vit sur les berges, aux niveaux les plus hauts, avec *Sphaerocma rugicauda*. Parmi les herbes et les tiges de Phragmites, sa

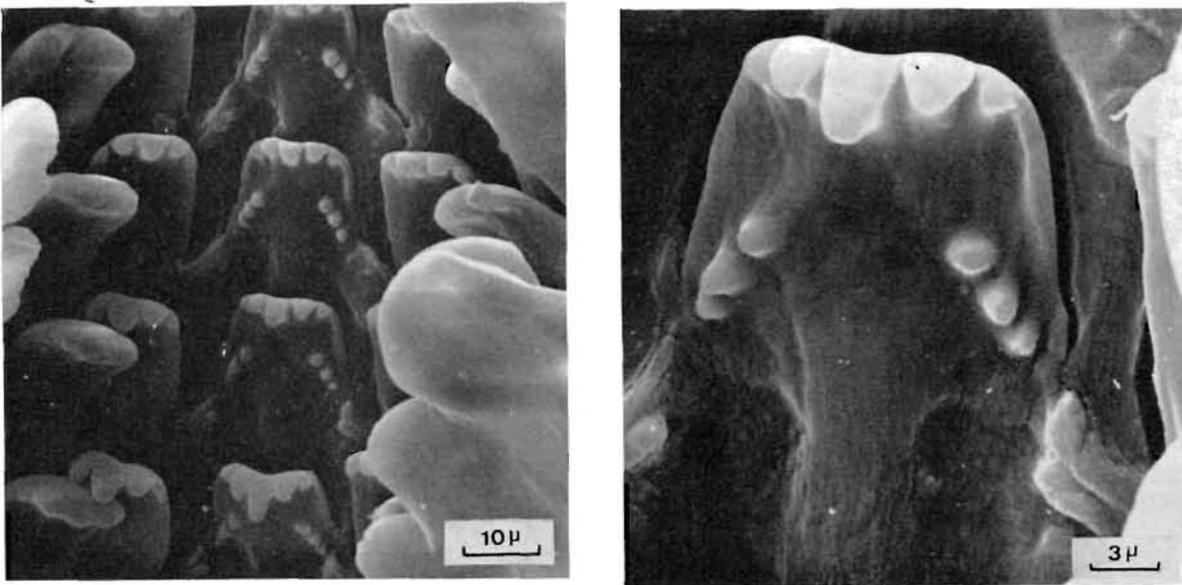


FIG. 11 et 12. — Radula (à gauche) et dent médiane de radula (à droite) d'*Assimineea grayana* vues en microscopie électronique à balayage.

densité est faible ; mais sur la vase, on observe des concentrations d'individus au contact des pierres. Les figures 11 et 12 représentent la radula de ce gastéropode à deux grossissements différents.

d) *Mollusques gastéropodes d'eau douce.*

C'est à Lavau et au Migron qu'apparaissent les espèces limniques en grandes quantités : *Limnaea limosa* LINNÉ, *Limnaea truncatula* MÜLLER, *Planorbis laevis* ALDER, *Planorbis carinatus* DRAPARNAUD, *Planorbis rotundatus* POIRET, *Physa fontinalis* LINNÉ, *Succinea putris* LINNÉ.

2) *Mollusques lamellibranches.*

a) *Mytilus edulis* LINNÉ.

Ce pélécyopode est très abondant à l'embouchure de l'estuaire et ne pénètre pas au-delà d'une ligne : Feu du Pinard (rive nord)-Mindin (plage située devant l'hospice). Outre leur densité, leur taille est importante, la coquille pouvant atteindre 6 à 7 cm de longueur, surtout sur les rochers de la plage du Grand Traict. En amont, à leur limite d'extension, la dimension maximum atteinte est de 3 à 4 cm. La période de reproduction va d'avril à juin, les jeunes individus s'abritant dans *Laomedea gelatinosa* pendant cette période. L'association « *Mytilus*

edulis-Polydora ciliata-Laomedea gelatinosa » des plages de St-Nazaire est remplacée par celle comprenant « *Mytilus edulis-Polydora redeki-Cordylophora caspia* » sur la digue de Montoir. La répartition de *Mytilus edulis* en Loire est un exemple de pénétration différentielle de la faune marine sur chacune des deux rives.

b) *Crassostrea angulata* LAMARCK (non signalé antérieurement).

Cette espèce ne pénètre en Loire que sur la rive nord et à sa limite à la Bouée de Gron (digue de Montoir). A ce point, les individus peu nombreux ont une longueur ne dépassant guère 4 cm. Les valves sont très aplaties et l'épaisseur totale de l'animal est au maximum de 0,5 à 1 cm.

c) *Cardium edule* LINNÉ et *Macoma tenuis* (= *Tellina tenuis*) DA COSTA.

Ces deux espèces de milieu sableux n'ont pas exactement la même répartition dans l'embouchure de la Loire. Alors que *Macoma tenuis* est absent en amont de la plage de Bonne Anse, *Cardium edule* se trouve encore sur la plage du Grand Traict. Sur la rive sud, *Macoma tenuis* est inexistant alors que *C. edule* remonte jusqu'à Mindin (plage située devant l'hospice). C'est surtout la nature du substrat qui intervient dans cette pénétration, *C. edule* vivant aussi bien dans le sable pur que dans le sable vaseux. La répartition de ces deux espèces sur la plage de Bonne Anse est caractéristique : du haut vers le bas de la zone intertidale, la densité des Tellines croît et c'est, dans la partie moyenne de cette plage que se trouve le maximum de *C. edule* vivant avec *T. tenuis* et *Macoma balthica*.

G. FERRONNIÈRE signalait la pénétration de *C. edule* jusqu'en amont de Donges, sur les îles sableuses. Nous n'avons pu accéder à ces points mais il est fort possible que ce soit *C. lamarcki*, *C. edule* ne supportant pas des eaux de salinité inférieure à 20 ‰.

d) *Macoma balthica* LINNÉ et *Scrobicularia plana* DA COSTA.

M. balthica est un lamellibranche qui vit aussi bien en milieu sableux que vaseux et peut supporter de grandes variations de salinité ; de ce fait, sa pénétration en Loire est importante : sur la rive nord jusqu'à Donges et sur la rive sud, jusqu'à la pointe de l'Imperlay. A l'embouchure de la Loire, *M. balthica* vit avec *Arenicola marina*, *Cardium edule* et *Tellina tenuis*. Dès la plage du Grand Traict, c'est la communauté : *M. balthica*, *Nereis succinea*, *Scrobicularia plana* qui fait suite. A ce changement correspond une modification du substrat qui, de sableux, devient vaseux. Il est à noter que, mieux adapté à la vase, *Scrobicularia plana* domine dans la seconde association. L'enfoncement de cet animal peut atteindre 20 à 30 cm selon l'épaisseur du sédiment. En certains lieux, comme à la pointe de l'Imperlay, la densité de cet animal est telle que *M. balthica* se trouve presque éliminé du biotope.

e) *Mya arenaria* LINNÉ (non signalé antérieurement).

Ce mollusque est bien représenté sur les berges de l'estuaire. De nombreux spécimens de 4 à 8 cm de longueur ont été récoltés à Mindin (plage devant l'hospice) ; en revanche, il y en a très peu à la pointe de l'Imperlay, aux bas-niveaux sablo-vaseux où vivent également : *Scrobicularia plana*, *Carcinus maenas*, *Rhithropanopeus harrisii tridentatus*, *Corophium volutator*, et *Nereis succinea*.

E. - Crustacés.

1. - Crustacés cirripèdes.

Dans la région, vivent 4 espèces :

Chthamalus stellatus, *Balanus balanoides*, *Balanus improvisus*, *Elminius modestus*.

a) *Chthamalus stellatus* RANZANI et *Balanus balanoides* LINNÉ.

Ces deux espèces ont la même limite de pénétration en Loire : une ligne passant par la plage du Grand Traict et celle de l'embarcadère de Mindin. En aval de cette ligne, les individus sont nombreux et vivent sur les mêmes substrats que *Balanus improvisus* et *Elminius modestus*.

b) *Balanus improvisus* DARWIN.

Dans la faune de l'estuaire, G. FERRONNIÈRE notait la présence de *Balanus amphitrite* DARWIN jusqu'en amont de Donges et jusqu'aux plages du Haut-Paimbœuf. Nous n'avons pas

retrouvé cette espèce bien qu'elle soit signalée dans les bassins de St-Nazaire par FISCHER-PIETTE. En revanche, *B. improvisus* est très abondant à l'intérieur de ces limites et même au-delà, puisque cette espèce est présente sur la digue de l'île du Petit Carnet. La taille des individus est variable mais peut dépasser 1 cm de hauteur (pointe de l'Imperlay). Pendant la période d'étiage, presque tous les individus étant totalement recouverts de vase, meurent. Leurs murailles vides sont peuplées soit de *Polydora ciliata* à Mindin, soit de *Polydora redeki* à Paimbœuf. Lorsque le substrat se trouve de nouveau à nu, les larves cypris se fixent et de nouvelles populations s'installent (à la fin de l'été).

c) *Elminius modestus* DARWIN.

Ce crustacé qui supporte de grandes variations de salinité, pénètre beaucoup plus profondément en Loire que les deux espèces précédemment citées. Le port de Donges et l'île St Nicolas en sont les limites d'extension. Les individus abondants et de taille normale vivent à un niveau plus élevé que *Balanus improvisus*, parmi les *Fucus vesiculosus* et *Pelvetia canaliculata* (qui pénètre jusqu'à l'île St-Nicolas ainsi que *Catenella opuntia*).

2. - Crustacés isopodes.

a) *Porcellio scaber* LATREILLE et *Oniscus asellus* LINNÉ.

Ces deux espèces de milieu terrestre sont trouvées au niveau supérieur de la plage de Paimbœuf, sous des branchages rejetés par la mer lors des plus fortes marées. Elles y sont peu abondantes. En période de crue, il nous est arrivé de récolter de nombreux animaux vivants à marée basse, au niveau des *Balanus improvisus* et *Cordylophora caspia*, cette présence n'étant alors qu'accidentelle et momentanée.

b) *Ligia oceanica* LINNÉ.

Cet Isopode marin de milieu rocheux, pénètre dans l'estuaire de la Loire, le long de la digue de Montoir jusqu'à Donges et sur la rive sud, jusqu'à l'île St-Nicolas. Il y est trouvé en petit nombre au niveau des pleines mers en présence de *Sphaeroma rugicauda* et d'Oligochètes.

c) *Idothea viridis* SLABBER.

I. viridis est un crustacé supportant de grandes variations de salinité. Cela explique sa pénétration dans l'estuaire de la Loire, où sa limite d'extension est la plage du Grand Traict ; sur la rive sud, peu rocheuse, cette espèce n'a pas été récoltée. *I. viridis* vit en milieu rocheux parmi *Fucus serratus* et *Fucus platycarpus*, avec d'autres animaux tels que *Littorina obtusata*, *Mytilus edulis* et *Crassostrea angulata*.

d) *Jaera marina praehirsuta* FORSMAN, *J.m. forsmanni* BOCQUET, *J.m. ischiosetosa* FORSMAN.

La pénétration dans l'estuaire de la Loire n'est pas la même pour ces trois sous-espèces. *J. marina praehirsuta* et *J.m. forsmanni* sont représentées par de petites populations et sont trouvées sur les plages jusqu'à St-Nazaire (plage de Ville-ès-Martin) ; le premier parmi les *Fucus vesiculosus*, le second surtout sous les pierres avec *Gammarus salinus*. La troisième sous-espèce trouvée en Loire, *J.m. ischiosetosa* vit parmi les rochers à la pointe de l'Imperlay, avec *Marinogammarus marinus*.

e) *Sphaeroma monodi* BOCQUET, HOESTLANDT, LEVI.

Cet Isopode marin est trouvé dans l'estuaire de la Loire jusqu'à la plage du Grand Traict (St-Nazaire) et jusqu'à Mindin (plage située devant l'hospice). Il vit sous les rochers couverts d'*Elminius modestus* ou de *Balanus improvisus* ainsi que de *Laomedea gelatinosa*, avec d'autres espèces telles que *Gammarus salinus*.

f) *Sphaeroma rugicauda* LEACH.

Lors de ses observations, G. FERRONNIÈRE signalait la présence de *Sphaeroma serratum* jusqu'à Donges et Paimbœuf. Connaissant les exigences écologiques de cette espèce et les conditions de vie en Loire, il est peu probable que cet Isopode soit *S. serratum*. Actuellement, c'est *Sphaeroma rugicauda* qui abonde sur les berges de l'estuaire, à l'intérieur de ces mêmes limites et même au-delà : jusqu'à Lavau et sur l'île du Petit Carnet. C'est surtout parmi la végétation

des hauts-niveaux qu'il se trouve, avec *Hydrobia ulvae* et *Carcinus mœnas* à Mindin ou avec *Assiminea grayana* à Paimbœuf.

3. - Crustacés amphipodes.

a) *Talitrus saltator* MONTAGU et *Orchestia gammarella* PALLAS.

Ces Talitridae sont abondants sur les deux rives de l'estuaire de la Loire, jusqu'à Donges et Paimbœuf. Cependant, l'aire de répartition de *T. saltator* ne dépasse pas la pointe de l'Imperlay. Ce dernier fréquente les hautes plages de sable grossier alors que *Orchestia gammarella* vit sous les pierres avec *Marinogammarus marinus*, *Sphaeroma rugicauda* et *Corophium volutator*.

b) *Hyale nilsonni* RATHKE (Talitridae), *Melita palmata* MONTAGU (Gammaridae) et *Marinogammarus storerensis* REID (Gammaridae).

Ces trois amphipodes ne furent récoltés que sur la rive nord, la limite de pénétration de *Hyale nilsonni* étant la plage du Grand Traict, celle de *Melita palmata* étant la bouée de Gron (digue de Montoir). Cette dernière espèce vit au niveau de l'hydraire *Laomedea gelatinosa* avec *Mytilus edulis* et *Balanus improvisus*. La limite de *Marinogammarus storerensis* est la plage de Ville-ès-Martin, au niveau des *Fucus serratus*.

c) *Corophium volutator* PALLAS.

Signalée par G. FERRONNIÈRE sous le nom de *C. longicorne*, cette espèce est abondante sur les berges des deux rives, jusqu'à Donges et sur l'île du Petit Carnet, au Feu Vert Gabon. *C. volutator* creuse ses tubes dans la vase fine ou dans le sable vaseux. Pendant la période d'étiage au niveau des *Fucus vesiculosus*, les populations croissent abondamment, envahissant les étendues de vase fine riche en eau. Leur période de reproduction, de juin à septembre, coïncide avec cette augmentation du nombre des individus.

d) *Corophium lacustre* VANHOFFEN.

Contrairement à *C. volutator*, *C. lacustre* dont la répartition est très limitée en Loire, vit dans les milieux au contact des eaux saumâtres et des eaux douces. Sur la rive sud, il est récolté à Paimbœuf et sur l'île du Petit Carnet, uniquement pendant une période allant de mai à septembre. Il vit dans un tube de vase fine, fixé aux rameaux de l'hydraire *Cordylophora caspia*. Jusqu'à présent, cette espèce n'a jamais été trouvée dans la vase recouvrant le substrat mais uniquement dans les hydraires. La période de reproduction débute en mai et s'achève en août, lorsque la salinité des eaux littorales varie de 2,5 à 4‰ et la température de 18 à 20°C.

e) *Marinogammarus marinus* LEACH.

Marinogammarus marinus, tels que l'ont défini E.W. SEXTON et G.M. SPOONER, est une espèce supportant de grandes variations de salinité. Elle pénètre loin dans l'estuaire de la Loire, jusqu'au port de Donges sur la rive nord et jusqu'à l'île St-Nicolas sur la rive sud. Cet amphipode très abondant vit parmi les *Fucus vesiculosus* et sous les pierres recouvertes d'*Elminius modestus*, avec *Nereis succinea*, *Carcinus moenas* et *Orchestia gammarella*.

f) *Gammarus salinus* SPOONER, *Gammarus oceanicus* SEXTON, *Gammarus zaddachi* SPOONER.

Grâce aux travaux de G.M. SPOONER (1947), E.W. SEXTON (1942), O. KINNE (1954), la détermination des gammares de Loire a pu être précisée. E.W. SEXTON, en 1912, examina des échantillons prélevés en Loire et en conclut qu'il s'agissait de *Gammarus zaddachi* SPOONER. Nous avons retrouvé cette espèce sur la rive nord, du port de Donges à Lavau et sur la rive sud de Paimbœuf au Feu Vert Gabon (île du Petit Carnet). La présence de cet amphipode n'est pas permanente dans la zone étudiée. Il n'apparaît sur la plage de Paimbœuf que pendant la période allant de novembre à juin, lorsque la salinité des eaux du bord du fleuve varie de 0,5 à 2,5‰ et la température de 6 à 10°C. Sa reproduction a lieu pendant les mois les plus froids, de novembre à février, la densité des populations étant alors très élevée et pouvant atteindre 600 individus par mètre carré. Cette espèce vit au niveau des *Cordylophora caspia*, avec *Rhithropanopeus harrisi tridentatus* et *Nereis diversicolor*. *Gammarus salinus*, autre espèce vivant en Loire, a une aire de répartition très différente. Il est présent sur la rive nord jusqu'à

Donges et sur la rive sud, jusqu'à Mindin (devant l'hospice). Nous l'avons retrouvé sur la plage de Paimbœuf uniquement au mois de juin, lorsque la salinité de l'eau atteint 2‰. A Mindin, il vit en abondance avec *Sphaeroma monodi* au niveau des *Mytilus edulis*, *Balanus improvisus* et *Polydora ciliata*. A Donges, quelques exemplaires ont été trouvés au niveau des *Cordylophora caspia* avec *Marinogammarus marinus* et *Polydora redeki*.

Beaucoup plus inféodé au milieu marin, *Gammarus oceanicus* ne dépasse pas la plage de Mindin au niveau de l'hospice. Peu abondant, *G. oceanicus* vit à proximité des bancs de *Mya arenaria* avec *Hydrobia ulvae* et *Nereis succinea*. Il ne semble pas être représenté sur la rive nord.

4. - Crustacés décapodes.

a) *Crangon crangon* LINNÉ et *Athanas nitescens* LEACH.

Crangon crangon est récolté sur la rive nord jusqu'à Ville-ès-Martin ; sur la rive sud,

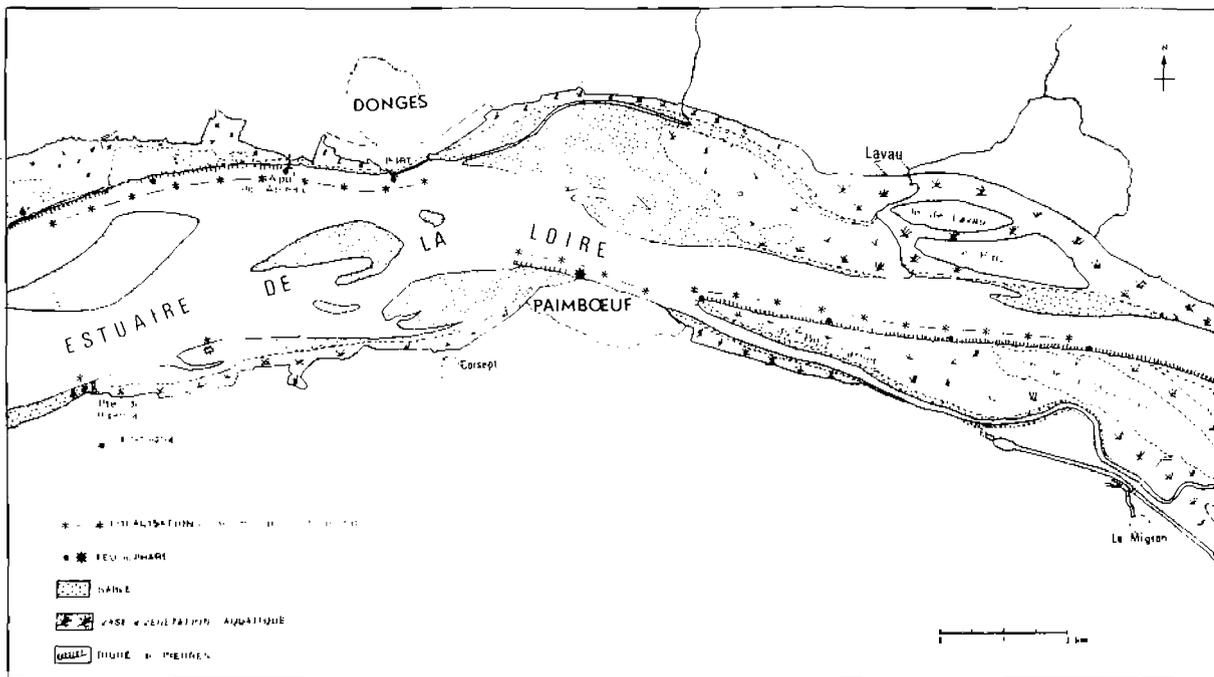


FIG. 13. — Répartition de *Rhithropanopeus harrisi tridentatus* MAITLAND dans l'estuaire de la Loire.

on le trouve encore sur la plage devant l'hospice de Mindin. Il pénètre certainement beaucoup plus loin au milieu du fleuve puisqu'il est pêché vers Gron et Méan. Il vit aussi bien sur du sable fin comme celui de la plage de Bonne Anse que sur de la vase fluide comme à Mindin. Nous l'avons récolté au niveau des *Fucus vesiculosus* avec *Melita palmata*, *Marinogammarus marinus*, *Nereis succinea*, *Corophium volutator* et *Athanas nitescens* qui est peu abondant.

b) *Carcinus maenas* LINNÉ.

Ce crabe euryhalin a une vaste répartition sur les berges de la Loire. Son aire va jusqu'à Donges sur la rive nord et jusqu'à Paimbœuf sur la rive sud. Il est présent de façon permanente jusqu'à la digue en aval du phare de Paimbœuf mais n'apparaît que sporadiquement sur la plage du Haut-Paimbœuf. En ce dernier lieu, il est surtout abondant à la fin de l'été lorsque la salinité des eaux du bord atteint 5 à 6‰ et la température 22 à 25°C. En général, la population est constituée d'individus de petite taille (1 à 2 cm) ; or, à la fin de l'été, les animaux récoltés sont toujours de taille bien supérieure (jusqu'à 7 cm de large). Cela semble correspondre

à un remplacement des petits individus par des animaux venant de la mer. Au cours des nombreuses récoltes, nous n'avons jamais trouvé de femelles ovigères sur les berges de la Loire, les animaux migrant dès l'automne vers les eaux plus salées et plus chaudes soit du chenal, soit de la mer. Quel que soit le lieu, les populations de *C. mœnas* sont caractérisées par une prédominance de mâles. Ils vivent à tous les niveaux, mais surtout au niveau des *Fucus vesiculosus* avec *Nereis diversicolor* ou *Nereis succinea* et *Rhithropanopeus harrisii tridentatus*.

c) *Rhithropanopeus harrisii* GOULD *tridentatus* MAITLAND (non signalé par FERRONNIÈRE).

Rhithropanopeus harrisii GOULD *tridentatus* MAITLAND est considéré comme une sous-espèce européenne de l'espèce *Rhithropanopeus harrisii* GOULD décrite des U.S.A.

Rhithropanopeus harrisii GOULD est une espèce strictement américaine. Depuis un siècle de nombreux individus appartenant à cette espèce, envahissent les eaux européennes. On considère que ces populations européennes représentent une sous-espèce : *Rhithropanopeus harrisii* GOULD *tridentatus* MAITLAND. La France est le dernier pays atteint par l'extension de la sous-espèce européenne. Il a été signalé pour la première fois en France dans les canaux de Tancarville et de Caen à la mer en 1955 et 1956 par Y. SAUDRAY ; puis en Gironde en 1957 par Y. TIFFON. En 1968, Y. GRUET nous a signalé sa présence dans l'estuaire de la Loire.



FIG. 14. — Dessous de rocher avec *Rhithropanopeus harrisii tridentatus* et *Anguilla anguilla* à Paimbœuf (août 1970).

D'après les conversations à ce sujet avec les pêcheurs de l'estuaire, il semble bien que ce crabe soit présent dans ce secteur depuis plus longtemps. Certains affirment même, que le petit crabe noir (nom local du *R. harrisii tridentatus*) se trouvait déjà dans les chaluts ou dragues peu avant la dernière guerre.

Par contre, dans le canal de Caen à la mer qui a été l'objet de nombreuses observations avant et après 1939, on peut dire que ce crabe a bien été introduit après 1948, M. DURCHON ne l'ayant pas trouvé auparavant, au cours de 2 années d'observations suivies.

Les récoltes nombreuses que nous avons effectuées dans le canal de Tancarville, dans le canal de Caen à la mer et dans l'estuaire de la Loire, montrent que dans ces divers milieux, la sous-espèce européenne est bien représentée, ce qui permet même d'y faire une étude de la dynamique des populations.

Dans le présent travail, nous nous en tiendrons à donner l'extension du *Rhithropanopeus harrisi tridentatus* dans l'estuaire de la Loire. Sur la rive nord, il est présent du Feu du Pinard (digue de Montoir) au port de Donges, soit sur une distance de 5,5 kilomètres. Sur la rive

Tailles en mm	Nombre de crabes mesurés par mois																								Total
	1969				1970												1971								
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	J	F	M	A	M	J	J	A		
3	58	46	8	14	0	9	3	1	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	146	
4	29	63	19	26	2	10	15	4	18	0	0	4	2	6	5	5	4	0	1	2	0	0	0	215	
5	43	75	20	15	8	20	13	8	23	13	4	0	3	11	11	8	4	2	4	4	0	0	0	289	
6	37	83	36	29	15	25	20	5	48	15	9	0	5	10	11	7	10	1	7	4	5	4	0	386	
7	54	38	34	10	22	12	15	15	45	33	5	2	6	7	11	8	11	0	7	5	7	6	1	354	
8	16	18	9	3	10	9	18	5	24	25	44	16	7	10	2	3	3	3	3	9	15	19	4	275	
9	3	10	5	2	9	8	4	3	15	27	28	18	13	11	8	8	1	4	7	12	11	15	12	234	
10	6	2	6	3	4	7	6	5	5	38	48	25	30	22	12	14	22	8	10	11	18	16	17	335	
11	36	8	16	3	5	2	5	2	10	43	54	58	45	36	17	25	20	19	23	25	15	12	27	506	
12	35	14	18	7	11	1	3	4	9	20	44	57	61	32	26	23	37	24	25	18	17	15	26	527	
13	28	17	15	11	13	1	3	4	5	8	40	27	50	32	25	31	18	26	17	16	11	22	14	434	
14	12	7	7	3	1	0		1	3	1	20	11	26	14	17	10	10	12	13	9	9	13	15	214	
15	7	3	2	4	3	1		1	1	3	17	13	15	13	9	5	5	7	4	7	9	14	10	153	
16	5	2	4	0	1			1		1	14	6	30	18	8	2	4	5	1	3	5	7	1	118	
17	6	1	0	0	1					4	9	4	10	15	7	3	0	4	3	1	4	6	6	84	
18	2		2	0						1	4	1	6	4	4		1	2	0		1	4	1	33	
19	2			0						2	2	1	2	4	2		0	0	2					17	
20				1													1	1	0					5	
Total	379	387	201	131	105	105	105	59	207	234	342	243	311	245	181	152	151	118	129	126	127	153	134	4 325	

TABL. 1. — Tableau des fréquences mensuelles des tailles de *Rhithropanopeus harrisi tridentatus* de septembre 1969 à août 1971.

sud, on le trouve de la pointe de l'Imperlay au Feu Vert Gabon (île du Petit Carnet) soit sur 9 kilomètres de berges (fig. 13). Sa population est continue sur la rive nord, la berge étant formée d'une digue de pierres longeant le chenal. En revanche, la rive sud étant beaucoup

Sexe %	1969				1970												1971							
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	J	F	M	A	M	J	J	A	
Mâle	42,2	41,6	50,8	43,5	41	51,4	42,9	42,3	47,3	56,8	48,2	35	52,6	56,3	54,1	42,1	47	50	52,7	57,9	63	55,6	47	
Femelle	42,5	46,5	45,2	45,8	59	40	54,2	56	52,2	43,2	51,8	65	47,4	43,7	43,7	57,9	53	50	45,7	42,1	37	44,4	53	
Non différencié	15,3	11,9	4	10,7		8,6	2,9	1,7	0,5							2,2			2,6					

TABL. 2. — Pourcentages mensuels de chaque catégorie de crabes étudiés de septembre 1969 à août 1971

plus vaseuse, *R. harrisi tridentatus* n'est récolté qu'en certains points : pointe de l'Imperlay, rive nord de l'île St-Nicolas, digue et port de Paimbœuf, digue de l'île du Petit Carnet.

Ce crabe, dont la répartition mondiale a été étudiée par O.G. REZNITCHENKO (1967), vit dans des milieux présentant toujours les mêmes caractères. Absent des étendues de vases, il préfère les milieux rocheux ou formés de débris de toutes sortes. Les plages où il vit sont vaseuses ou sablo-vaseuses et c'est sous les pierres qu'il se loge, s'enfouissant plus ou moins dans le sédiment. Sa localisation sur une plage est limitée aux bas-niveaux, qui ne sont découverts que lors des basses mers de vives-eaux (fig. 14).

En Loire, la faune associée à *R. harrisii tridentatus* varie légèrement selon les lieux. Les dessous de galets, où vit cette espèce, sont peuplés de *Nereis succinea* ou *Nereis diversicolor*, *Corophium volutator*, *Gammarus zaddachi*, *Carcinus mœnas*, *Polydora redeki*, *Tubifex costatus*.

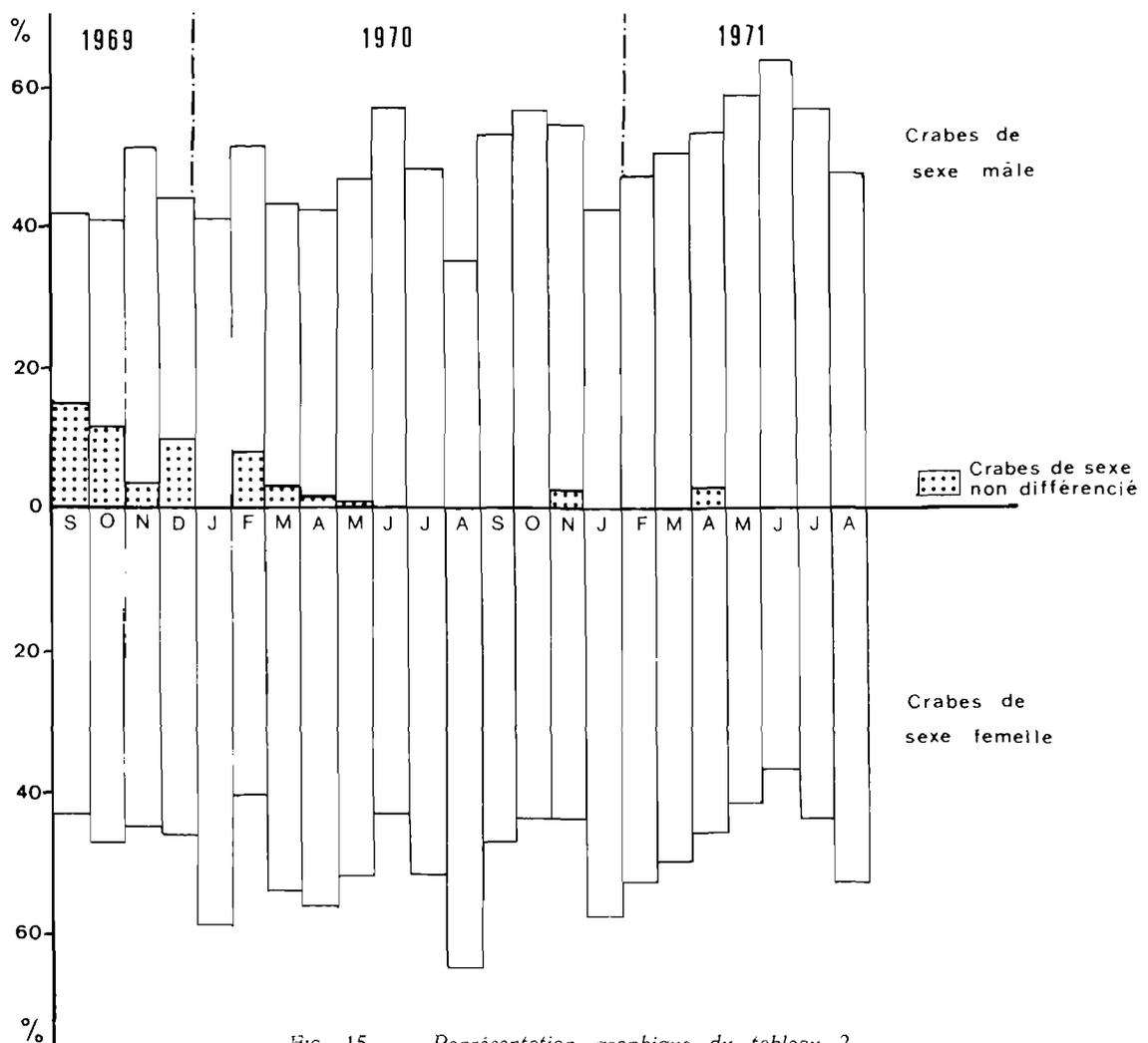


FIG. 15. — Représentation graphique du tableau 2.

Les surfaces rocheuses sont couvertes de *Balanus improvisus*, *Polydora redeki* et *Cordylophora caspia* où les jeunes *R. harrisii tridentatus* vivent en abondance. Depuis 1969, sur la plage du Haut-Paimbœuf, l'étude de la dynamique d'une population de ce crabe est en cours et ses résultats feront l'objet d'une prochaine publication. Cependant, nous fournissons dès maintenant quelques renseignements sur la population des *Rhithropanopeus harrisii tridentatus* de Paimbœuf.

Depuis septembre 1969 jusqu'à août 1971, des échantillons de ce crabe ont été prélevés à Paimbœuf; après détermination du sexe et de la taille de chaque individu, les animaux sont remis à l'eau. On a donc pour chaque mois une image de la population. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 1.

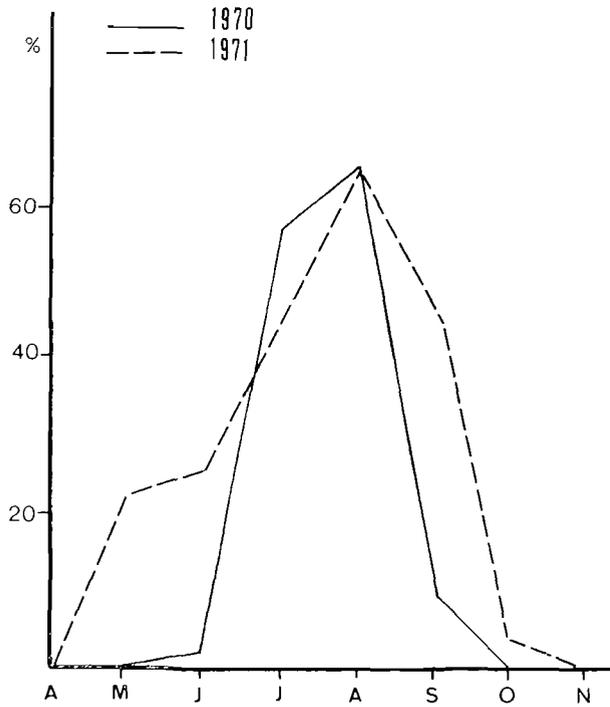


FIG. 16. — Pourcentages des ovigères par rapport à la population femelle au cours de la période de reproduction.

Le maximum de taille est différent selon le sexe des crabes. Les mâles ont une carapace dont la largeur peut atteindre 21 mm; chez les femelles, cette taille ne dépasse pas 16 mm. Les individus mesurant 2 à 3,5 mm, sont de sexe non différencié (tabl. 2, fig. 15). Tout au long de l'année, le sex-ratio oscille autour de 1 sauf pendant la période de reproduction, où le nombre de femelles domine (en août 1970, sex-ratio 0,5). Cette période n'a pas la même durée selon les années. En 1970, les femelles ovigères furent récoltées de juin à septembre. En 1971, elles étaient présentes de mai à octobre. Dans la figure 16, un graphique montre le pourcentage de femelles ovigères par rapport à la population femelle récoltée chaque mois. C'est au mois d'août que le maximum est atteint: 65 % des femelles portent des œufs. La taille de ces femelles varie de 8 à 15 mm, les ovigères mesurant de 12 à 13 mm étant en plus grand nombre (fig. 17). Alors que les

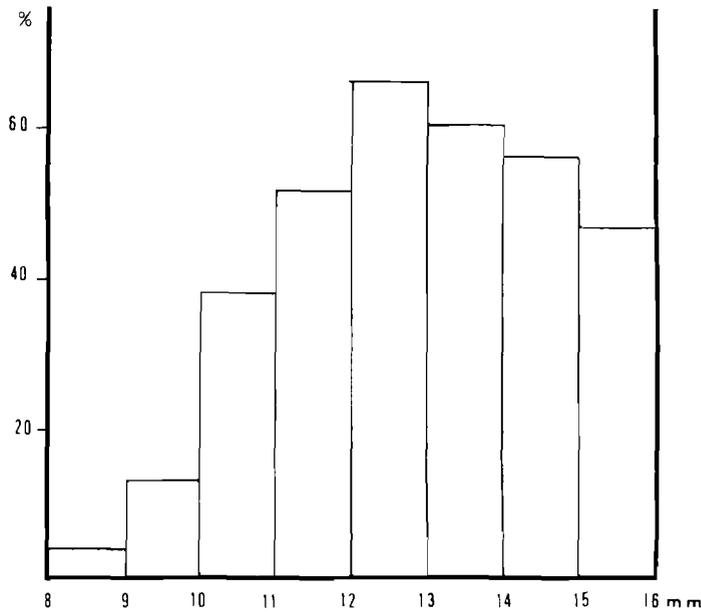


FIG. 17. — Répartition des tailles dans la population des femelles ovigères.

adultes vivent dans la vase, les tout jeunes crabes se logent dans les murailles vides des balanes et parmi les hydrocaules de *Cordylophora caspia*.

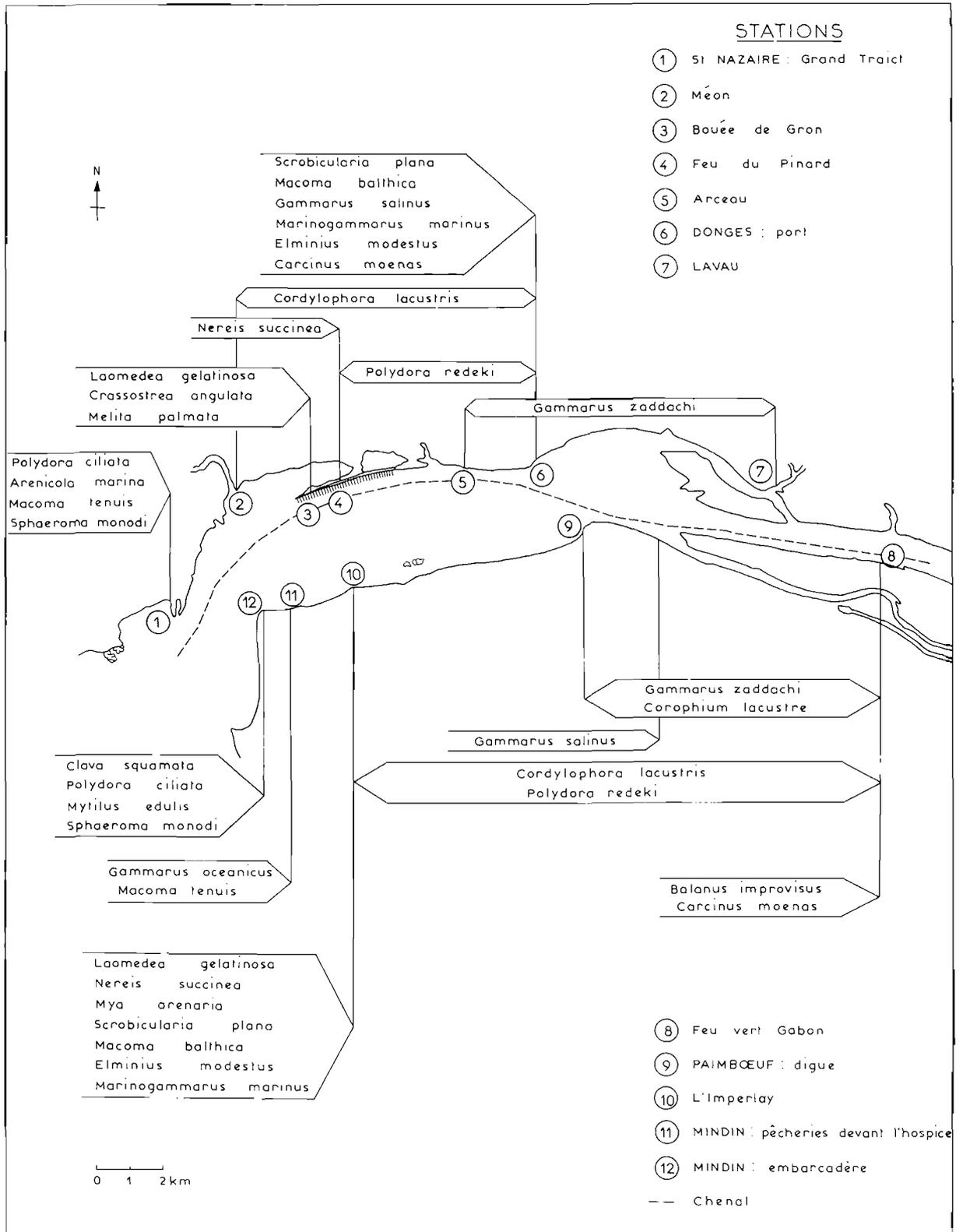


FIG. 18. Répartition des principales espèces animales vivant dans l'estuaire de la Loire.

F. - *Vertébrés, poissons.*

Anguilla anguilla LINNÉ est la seule espèce de poissons représentée en abondance sur les berges de l'estuaire. Les individus sont présents toute l'année, sous les rochers ou dans la vase, y creusant des galeries. Leur taille ne dépasse jamais 13 à 15 cm. Pendant la période de reproduction de *A. anguilla*, de nombreuses civelles vivent aux bas-niveaux avec *Gammarus zaddachi* et *Rhithropanopeus harrisii tridentatus*.

Résumé et conclusion.

La figure 18 résume la répartition des différentes espèces animales sur les berges de la Loire. Seule la macrofaune a été étudiée au cours de ces années. G. FERRONNIÈRE, en 1901, divisait la Loire maritime en trois sections :

en aval de Mindin et St-Nazaire (limite de *Arenicola marina*) ;
entre ces deux points à la tête de l'île de la Maréchale (limite de *Nereis diversicolor*) ;
de cette île à Nantes.

Malgré les transformations faites sur les berges de l'estuaire, le creusement du chenal vers l'amont, peu de modifications sont à apporter à ces anciennes limites. C'est surtout sur la rive nord que la pénétration des espèces marines s'est accentuée.

Actuellement, l'estuaire de la Loire peut être divisé en trois régions :

en aval du Feu du Pinard et de Mindin (plage située devant l'hospice). Cette zone est caractérisée par la présence de nombreuses espèces de milieu marin, supportant de faibles variations de salinité et ayant certaines exigences de substrat : *Sphaeroma monodi*, *Gammarus oceanicus*, *Crassostrea angulata*, *Mytilus edulis*, *Arenicola marina* ;

du Feu du Pinard à Donges et de Mindin au Feu Vert Gabon (île du Petit Carnet), s'étend une zone caractérisée par la présence d'espèces du milieu typiquement saumâtre : *Nereis diversicolor*, *Cordylophora caspia*, *Polydora redeki*, *Gammarus zaddachi* et *Rhithropanopeus harrisii tridentatus* ;

en amont de Donges et du Feu Vert Gabon, la faune est franchement dulçaquicole.

Ces limites telles qu'elles sont définies actuellement n'ont qu'un caractère temporaire ; les travaux entrepris dans l'estuaire modifieront la répartition des espèces mais seront limités par le bouchon vaseux qui remontera davantage dans le chenal, comme cela s'est produit en 1949, provoquant l'envasement du port de Nantes. L'activité pétrolière du port de Donges s'accroissant, la pollution des eaux provoquera la destruction de nombreuses espèces ; seules pourront y survivre des animaux tels que *Rhithropanopeus harrisii tridentatus*. Ce phénomène se produira surtout sur la rive nord, la rive sud subissant un envasement progressif éliminant les substrats rocheux et, par voie de conséquence, la faune sessile.

Cette étude faunistique littorale sera poursuivie pendant quelques années et sera complétée par des observations sur les faunes pélagique et benthique, permettant d'en déduire le taux de productivité des eaux de la Loire.

Laboratoire d'Écologie animale
et de Biologie Marine
Institut des Sciences de la Nature
NANTES

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRÉ (M.), 1954. — Présence du crabe chinois (*Eriocheir sinensis* H.W. Edw.) dans la Loire. — *Bull. Mus. nat. Hist. nat.* Paris, 2^e série, **24**, p. 581.
- BASSINDALE (R.), 1938. — The intertidal fauna of the Mersey Estuary. — *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **23**, p. 83-98.
- BERTHOIS (L.), 1956. — Déplacement des aires d'envasement dans l'estuaire de la Loire. — *C.R. Acad. Sci.*, Paris, **243**, p. 1343-1345.
- 1958. — Les modalités d'envasement dans l'estuaire de la Loire. — *C.R. Acad. Sci.*, Paris, **246**, p. 141-142.
- BERTHOIS (L.), CHATELIN (P.) et MARCOU (A.), 1953. — Influence de la salinité et de la température sur la vitesse de sédimentation dans les eaux de l'estuaire de la Loire. — *C.R. Acad. Sci.*, Paris, **237**, p. 465-467.
- BOCQUET (C.), 1953. — Recherches sur le polymorphisme naturel des *Jaera marina* (Fabr.), Iposodes, Asellides. — *Arch. Zool. exp. gén.*, **90** (4), p. 206-299.
- BOUVIER (E.L.), 1940. — Les Décapodes marcheurs. — *Faune de France*, **37**, Paris, Lechevalier, 404 p.
- BULOW (T. von), 1957. — Systematisch-autökologische studien an eulitoralen Oligochaeten der Krimbrischen Halbinsel. — *Kieler Meeresf.*, **13**, p. 69-116.
- CHEVREUX (Ed.) et FAGE (L.), 1925. — Amphipodes. — *Faune de France*, **9**, Paris, Lechevalier, 488 p.
- COLLET (M.), 1954. — Le crabe chinois (*Eriocheir sinensis*) en Loire inférieure. — *Bull. Soc. sci. nat. Ouest*, p. 1.
- CRAWFORD (G.I.), 1957. — A review of the Amphipod Genus *Corophium* with notes on the British species. — *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **21** (2), p. 589-630.
- DENNERT (H.G.), DENNERT (A.L.), KANT (P.), PINKSTER (S.) et STOCK (J.H.), 1969. — Upstream and downstream migrations in relation to the reproductive cycle and to environmental factors in the amphipod *Gammarus zaddachi*. — *Bijdr. tot. Dierkde*, Pays-Bas, **39**, p. 11-43.
- DURCHON (M.), 1948. — Une expérience naturelle : alimentation en eau de mer du canal de Caen à la mer pendant 2 ans et demi et ses conséquences zoologiques. — *Bull. Soc. zool. France*, **73**, p. 66-73.
- FALETANS (N. de), 1957. — Morphologie et écologie de *Corophium lacustre* Vanhöffen. — *Mém. Soc. sci. nat.* Cherbourg, **47**, p. 68-85.
- FAUVEL (P.), 1923. — Polychètes errantes. — *Faune de France*, **5**, Paris, Lechevalier, 488 p.
- 1927. — Polychètes sédentaires. — *Faune de France*, **16**, Paris, Lechevalier, 494 p.
- FERRONNIÈRE (G.), 1899. — III. Contribution à l'étude de la faune de la Loire inférieure (Annélides-Oligochètes). — *Bull. Soc. sci. nat. Ouest*, **9**, p. 229-294.
- 1901. — Etudes biologiques sur les zones supralittorales de la Loire inférieure. — *Bull. Soc. sci. nat. Ouest*, 2^e série, **1**, 1^{re} partie, p. 1-451.
- FISCHER-PIETTE (E.), 1931. — Sur la pénétration de diverses espèces marines sessiles dans les estuaires et sa limitation par l'eau douce. — *Ann. Inst. océanogr.* Monaco n. s. **10**, p. 213-243.
- FLORA EN FAUNA DER ZUIDERZEE, 1922. — Monografie van een Brackwatergebied, *Den Helder*.
- GREEN (J.), 1968. — The biology of Estuarine Animals. — *Biology series*. — Sidgwick and Jackson, Londres, 401 p.
- HEDGPETH (J.W.), 1953. — An introduction to the zoogeography of the northwestern Gulf of Mexico with reference to the invertebrate fauna. — *Publ. Inst. mar. Sci. Texas*, **3**, p. 109-224.
- HOLTHUIS (L.B.), 1967. — Decapoda. — *Limnofauna Europaea*, Stuttgart, p. 189-192.
- INGLE (R.W.), 1964. — *Corophium multisetosum* (Stock), a Crustacean Amphipod new to Great Britain, with notes on the distribution of *C. volutator*, and *C. arenarium*. — *Ann. Mag. Nat. Hist.*, **6** (68), p. 449-460.
- KINNE (O.), 1954. — Die *Gammarus* = Arten der Kieler Bucht (*G. locusta*, *oceanicus*, *salinus*, *zaddachi*, *duebeni*). — *Zool. Jahrb.*, **82** (5), p. 405-424.
- 1963. — The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. I — Temperature. — *Oceanogr. mar. Biol.*, **1**, p. 301-340.
- 1964. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. II — Salinity and temperature salinity combinaisons. — *Ibid.*, **2**, p. 281-339.
- KUJAWA (S.), 1965. — Some remarks on the biology of the crab *Rhithropanopeus harrisi* subsp. *tridentata* (Maitland). — *Ann. biol.*, Copenhagen, **20**, p. 103-104.
- LEJUEZ (R.), 1966. — Comparaison morphologique, biologique et génétique de quelques espèces du genre *Sphaeroma* LATREILLE (Isopodes, Flabellifères). — *Arch. Zool. exp. gén.*, **107** (4), p. 469-667.
- LELOUP (E.), 1952. — Coelentérés. — *Faune de Belgique*, 283 p.
- LUCAS (A.), 1967. — Les Gastropodes des eaux douces et saumâtres de Loire-Atlantique. — *Bull. Soc. sci. nat. Ouest France*, **64**, p. 5-13.
- MAILLARD (Y.), 1972. — Présence du bivalve *Congeria cochleata* KICKX et du crabe *Rhithropanopeus harrisi* GOULD *tridentatus* MAITLAND en Grande-Brière et dans le bassin du Brivet ; caractéristiques oligo-mésohalines de ce système hydrographique. — *Cah. Natural.*

- MUUS (B.J.), 1967. — The fauna of Danish estuaries and lagoons. — *Medd. Danm. Fisk. Havundersoeg*, n. s., **5** (1), p. 1-316.
- NAYLOR (E.), 1955. — The comparative external morphology and revised taxonomy of the British species of *Idothea*. — *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **34**, p. 467-493.
- PAUTSCH (F.), LAWINSKI (L.) et TUROBOYSKI (K), 1969. — Zur Ökologie der Krabbe. *Rhithropanopeus harrisi* (Gould-Xanthidae). — *Limnologica*, **7** (1), p. 63-68.
- RANSOM (J.D.), 1968. — *Cordylophora lacustris* comparatively abundant in Keystone Reservoir, Oklahoma. — *S. West. Naturalist*, U.S.A., **13** (1), p. 107.
- REZNICHENKO (O.G.), 1967. — Auto-acclimatation transocéanique de *Rhithropanopeus harrisi* (Crustacea, Brachyura). — *Trud. vsesojuz. Gidrobiol. obsestra.*, **85**, p. 136-177, bibl. 7 p.
- RULLIER (F.), 1960. — Morphologie et développement du Spionidae (Annélide, Polychète) *Polydora (Boccardia) redeki* Horst. — *Cah. Biol. mar.*, **1**, p. 231-244.
- SAUDRAY (Y.), 1954-1955. — Un crustacé décapode nouveau pour le canal de Caen à la Mer: *Heteropanope tridentata* (MAITLAND). — *Bull. Soc. Linn. Normandie*, **8**, p. 61-62.
— 1956. — Présence de *Heteropanope tridentata* MAITL. Crustacé décapode brachyoure dans le réseau hydrographique normand. — *Bull. Soc. zool. France*, **8** (1), p. 33-34.
- SEXTON (E.W.), 1942. — The relation of *Gammarus zaddachi* SEXTON to some other species of *Gammarus* occurring in fresh, estuarine and marine waters. — *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **25**, p. 575-606.
- SEXTON (E.W.) et SPOONER (G.M.), 1940. — An account of *Marinogammarus* (Schellenberg) gen. nov. (Amphipoda), with a description of a new species, *M. pirloti*. — *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **24**, p. 633-682.
- SPOONER (G.M.), 1947. — The distribution of *Gammarus* species in estuaries. Part I. — *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **27**, p. 1-52.
- SUBKLEW (H.J.), 1969. — Zur Ökologie von *Balanus improvisus*. — *Limnologica*, **7** (1), p. 147.
- TEBBLE (N.), 1966. — British Bivalve seashells. — *British Museum*, Londres. 213 p.
- TIFFON (Y.), 1957. — Présence de *Rhithropanopeus harrisi* (GOULD) subsp. *tridentatus* (MAITLAND) dans les eaux saumâtres de la Gironde. (Crustacé-Décapode). Recherches sur la faune de l'estuaire de la Gironde. — *Vie et Milieu*, **7**, p. 544-549, fig. 1-2.
- VERGER (F.), 1968. — Marais et wadden du littoral français. — Biscaye Frères, Bordeaux.
- WARD (H.B.) et WHIPPLE (G.C.), 1960. — *Fresh Water Biology*. 2^e Edition, Edmondson, 1248 p.