



HAL
open science

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'EURYHALINITÉ ADAPTATIVE CHEZ LE CYPRINODONTE POECILIIDAE LEBISTES RETICULA TUS PETERS

T. Mohsen, M. Émérit

► **To cite this version:**

T. Mohsen, M. Émérit. CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'EURYHALINITÉ ADAPTATIVE CHEZ LE CYPRINODONTE POECILIIDAE LEBISTES RETICULA TUS PETERS. Vie et Milieu , 1963, pp.123-142. hal-02932146

HAL Id: hal-02932146

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-02932146v1>

Submitted on 7 Sep 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CONTRIBUTION
A L'ÉTUDE DE L'EURYHALINITÉ ADAPTATIVE
CHEZ LE CYPRINODONTE *POECILIIDAE*
***LEBISTES RETICULATUS* PETERS**

par T. MOHSEN et M. ÉMÉRIT

Les poissons sont actuellement classés en plusieurs catégories selon le milieu naturel dans lequel ils vivent et selon leur tolérance vis-à-vis des variations de concentrations ambiantes en sels minéraux.

a) Les poissons d'eau douce stricts sont ceux qui exigent pour vivre une salinité fixe et ne tolèrent qu'une variabilité très limitée de la teneur en sel de leur milieu (*Carassius auratus*, *Phoxinus phoxinus* et *Salmo trutta*).

b) Les poissons d'eau de mer stricts vivent dans l'eau de mer et ne supportent qu'une faible dilution de ce milieu (*Gobius cobitus*, *Mugil auratus*).

Ils sont souvent appelés *sténohalins*. Le terme *sténohalin* qui signifie normalement possibilité de vivre dans un milieu dont la teneur en sels ne varie qu'entre des limites étroites, n'est pourtant utilisé par la plupart des auteurs, que quand il s'agit de poissons marins.

Les poissons euryhalins sont par contre des poissons qui tolèrent une grande variation de salinité du milieu dans lequel ils vivent, à condition toutefois que le changement ne soit pas trop brusque. Certains euryhalins proviennent de l'eau douce

(*Gasterosteus aculeatus*), d'autres ont l'eau de mer comme milieu d'origine (*Fundulus heteroclitus*).

D'après GUNTER (1942), les poissons s'adaptent plus facilement à un milieu hypotonique qu'à un milieu hypertonique, ce qui explique qu'en Amérique du Nord, on trouve neuf poissons d'eau de mer dans l'eau douce contre un poisson d'eau douce dans la mer.

Certains poissons présentent une euryhalité saisonnière et émigrent à un moment donné d'un milieu à l'autre (amphibiotiques). Ceux-ci sont divisés en deux catégories :

— Catadromes : ceux qui se développent en eau douce, puis émigrent en eau de mer pour se reproduire (Anguilles).

— Anadromes : ceux qui se développent en eau de mer et émigrent en eau douce au moment de la reproduction (Saumons).

Les adaptations des poissons dulcaquicoles à l'eau de mer pure ou diluée, et des poissons marins à l'eau douce ou saumâtre, ont fait l'objet de nombreuses études, et nous citons ici un certain nombre de celles-ci à titre d'exemples.

BERT (1871) a transféré des Epinoches et des Anguilles pris dans l'eau douce, directement dans l'eau de mer. Il a obtenu dans certains cas, une survie de plus d'un mois, dans d'autres cas, une survie de deux heures à un jour (1).

D'autre part le même auteur a essayé d'accoutumer graduellement des poissons d'eau douce à l'eau de mer, en ajoutant une petite quantité de ce dernier milieu à l'eau douce de l'aquarium. Il est arrivé à la conclusion que les poissons supportent mieux les variations progressives que les variations brusques, mais il n'a pu dépasser la proportion de moitié eau douce, moitié eau de mer.

GARREY (1915) a étudié la résistance d'un poisson d'eau douce stricte à l'eau de mer (*Notropis blennius* = *N. stramineus*), par transfert direct. En eau de mer pure la survie est de vingt minutes; en eau de mer à 30 % la survie est de six semaines et en eau de mer plus diluée, la survie est durable.

En 1925, DUVAL a pu adapter la Carpe, *Cyprinus carpio*, à une solution salée (correspondant à environ la moitié de la concentration de l'eau de mer), en ajoutant une ou deux fois par jour, et pendant 50 jours, du sel marin à l'eau de l'aquarium.

(1) Ceci peut être dû à l'euryhalinité saisonnière de ces poissons; les individus étudiés étaient très probablement hétérogènes du point de vue activité andocrinienne.

D'autre part il a étudié les variations de Δ par rapport à celles du milieu extérieur.

Gilles LA ROCHE (1952) ayant étudié chez les Saumoneaux la résistance à une solution sursalée, Cl = 26 g/litre, constate que la mortalité commence au bout de six heures et qu'au bout de 24 heures tous les animaux sont morts.

Les études de RENFRO (1959) portent sur la durée de survie d'un certain nombre de poissons d'eau douce ou mixohalins (*Notropis lutrensis*, *Pimephales vigilax*, *Gambusia affinis*, etc.), à une variation progressive de salinité. Le nombre d'individus utilisé pour chaque expérience étant très limité, nous pensons que ces conclusions ne peuvent être considérées comme valables.

En 1961, HOLLIDAY a réussi à élever des Harengs jeunes et adultes, aussi bien dans de l'eau de mer diluée à 6 ‰, que dans une solution sursalée de 40 à 45 ‰.

En 1952, RAFFY a étudié l'influence des variations de la température sur l'osmorégulation chez les Carpes. Son étude se borne à deux températures (17° et 26° C). Elle conclut que l'élévation de température amoindrit la résistance des poissons à l'accroissement de salinité du milieu.

CORDIER D. et MAURICE A. (1957) sont arrivés aux mêmes résultats chez la Tanche (*Tinca vulgaris*). Ces auteurs se sont également bornés à l'étude de l'action de deux températures (15° et 10° C). Chez la Tanche également, JULIEN et al. (1959) ont obtenu les mêmes résultats. Mais ces derniers attribuent, du moins en partie, cette diminution de résistance à des facteurs saisonniers (activité saisonnière de la glande thyroïde).

Nous pensons qu'en dehors de l'activité endocrinienne, et quand il s'agit d'un poisson qui ne présente pas de variations, comme c'est le cas chez le *Lebistes reticulatus*, il existe une température optimum pour laquelle la résistance à l'accroissement de salinité du milieu atteint son maximum. Cette température optimum n'est pas forcément la plus basse. Nous verrons plus loin dans cette note qu'elle se situe (en variant évidemment selon les espèces), aux environs de la température optimum de l'animal dans son milieu naturel.

L'action des solutions simples (chlorure de sodium, chlorure de potassium et bicarbonate de sodium) a été envisagée par RINGER (1884) sur les Epinoches et sur les Vairons.

En 1915, GARREY a trouvé chez *Notropis blennioides*, que ceux-ci vivent plus longtemps en eau de mer diluée qu'en solution de chlorure de sodium ayant la même concentration de ce sel que l'eau de mer diluée. L'effet toxique de certains sels minéraux

peut être atténué en les associant à d'autres sels dans le milieu du poisson.

Des résultats semblables ont été obtenus par SIEDLECKI (1903) chez les Epinoches.

Récemment, JULIEN et al. (1959), ont étudié chez un certain nombre de poissons d'eau douce (*Tinca vulgaris*, *Leuciscus rutilus* et *Ameriurus nebulosus*), l'action des solutions salines simples et équilibrées; ils ont remarqué que la Tanche supporte mieux l'accroissement de salinité en hiver qu'en été, que l'immersion de ce poisson dans des solutions hypertoniques de Cl Na s'accompagne d'une augmentation de la teneur du sang en ions Na⁺, K⁺ et Ca⁺⁺.

En 1884, RINGER a apporté des résultats sur l'effet léthal de l'eau distillée pure ou mélangée à l'eau du robinet, chez les Epinoches, les Vairons et les Anguilles. Il conclut que la mort est due à l'absence en eau distillée de certains sels minéraux.

Par contre, GARREY (1915) a pu élever des *Notropis blennius* pendant des semaines en eau distillée.

LOEB (1913), de son côté, a pu faire vivre des *Funaulus heteroclitus* en eau distillée.

La mort des poissons par suite du transfert de ceux-ci dans un milieu de salinité différente de leur milieu naturel, a toujours intrigué les biologistes.

BERT (1871) attribue cette mort aux phénomènes osmotiques qui modifient profondément l'épithélium branchial, entraînant l'asphyxie.

REGNAUD (1891) et DUVAL (1925) sont du même avis.

Par contre PORA et ACRIVO (1939) ne constatent histologiquement aucune altération structurale au niveau des branchies; ils attribuent la mort à un phénomène d'asphyxie dû à une saturation insuffisante en oxygène de l'hémoglobine du sang, consécutif à une modification du pH du sang.

JULIEN et al. (1959) pensent que les causes varient d'un poisson à l'autre. L'asphyxie est un facteur plus ou moins important (selon les espèces), auquel s'ajoutent d'autres facteurs: perte en eau, augmentation de la teneur en sels des tissus, qui entraîne une modification des réserves alcalines, du pH et des taux protéiniques.

II. CONSTATATION SUR LE TERRAIN

Dans un canal d'évacuation des eaux usées du faubourg nord de Dakar (Hann) aboutissant à la mer, d'une longueur totale de 60 mètres environ, nous avons constaté l'existence de populations très nombreuses du Cyprinodonte *Lebistes reticulatus*. Ces poissons ont été introduits au Sénégal vers 1933, par le Dr M. MATHIS, dans un but de lutte antipaludique. La souche est issue du laboratoire de M. le Professeur ROUBAUD, de l'Institut Pasteur de Paris. Les *Lebistes* ont joué le même rôle que les *Gambusia* en Afrique du Nord et à Madagascar. Ils ont proliféré abondamment dans ce canal qui sert d'ailleurs de réserve d'implantation pour le service d'hygiène de Dakar.

Le niveau des eaux de la partie basse du canal est sous la dépendance de la marée. Or, bien que beaucoup moins abondants que près de la source, les *Lebistes* existent très en aval, dans des eaux dont la salinité est assez élevée. On en trouve déjà à 10 mètres de l'embouchure, là où la teneur en eau de mer est de 75 %.

Nous avons partagé le bord cimenté du canal en tranches de 20 m constituant des points de prélèvement fixes. L'eau, dont la profondeur ne dépasse d'ailleurs pas 50 cm en saison sèche dans les conditions les meilleurs, a été prélevée en surface et la température notée. Trois courbes ont été faites d'après les 14 premières stations à partir de l'embouchure :

- a) conductivité globale au conductimètre Phillips,
- b) chlorinité mesurée par conductimétrie sur précipité au nitrate d'argent,
- c) température.

En ce qui concerne la deuxième courbe, nous constatons que dans les conditions d'observation, nous avons une chlorinité assez élevée sur 180 m qui chute suivant un gradient brutal pour atteindre un niveau très bas aux environs de 260 m (eau presque douce); ce gradient se déplace le long du canal avec les fluctuations de la marée, ce que nous avons constaté. Notons que des obstacles (vase, décombres, etc.) peuvent provoquer des stagnations locales entraînant quelques anomalies dans la position des points. Ce talus de chlorinité ne constitue pas, comme on pourrait s'y attendre, une limite infranchissable aux *Lebistes*, que l'on trouve de part et d'autre, ce qui précise notre observation précédente.

Par contre, ces poissons, ayant un fort phototropisme négatif (comme nous l'avons vérifié en élevage), s'abritent sous des objets flottants, ou dans les ombres.

Notons en outre (fig. 1) :

1) une corrélation entre la courbe de chlorinité au nitrate d'argent et celle de conductimétrie globale. Cette dernière étant beaucoup plus facile à établir, nous nous en contenterons dans toutes les mesures ultérieures de salinité.

2) une corrélation entre la courbe de chlorinité et celle de température, ce qui est normal, puisque l'eau de mer plus chaude est diluée par l'eau douce fraîche. Ces deux facteurs, liés dans la nature, seront dissociés au laboratoire.

Ces données nous ont amenés à vérifier expérimentalement quelles sont les tolérances des *Lebistes reticulatus* envers des milieux de salinité élevée, car ces animaux ont toujours été considérés comme des poissons d'eau douce exclusivement.

III. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pour toutes les expériences qui vont suivre, nous avons utilisé des bacs en verre moulé de quatre litres, et de l'eau de mer de Dakar, qui contient 19,6 g de Cl/l. Le cas échéant, le taux de dilution est déterminé par conductimétrie directe (comparaison avec des abaques établis aux diverses températures à partir de milieux de dilutions connues).

Le transfert des *Lebistes* dans des milieux de concentrations salines croissantes s'est fait de deux façons :

a) par paliers arbitraires en repiquant les poissons dans des milieux de plus en plus concentrés.

b) par passage graduel à l'aide d'un appareil (fig. 2) qui consiste en un réservoir d'eau de mer surélevé dans lequel plonge un siphon dont l'extrémité inférieure aboutit au bac d'expérience où se trouvent les poissons. Dans ce dernier, au fur et à mesure du siphonage, le niveau est maintenu constant à l'aide d'un trop-plein. L'augmentation de salinité est contrôlée par conductimétrie; une aération est établie à l'aide d'une pompe belbul. Le débit du siphon est déterminé pour chaque expérience par la dénivellation avec le réservoir supérieur et par le calibre de la buse. Celle-ci est placée juste au-dessus de la pierre poreuse du belbul de manière à assurer un mélange instantané des deux eaux. On obtient par ce procédé une augmentation régulière de salinité jusqu'à 80 %, concentration au-delà de laquelle la courbe tend vers une asymptote horizontale. Il faut donc terminer le transfert par deux ou trois petits paliers, sans arrêter le fonctionnement du siphon. L'expérience prouve

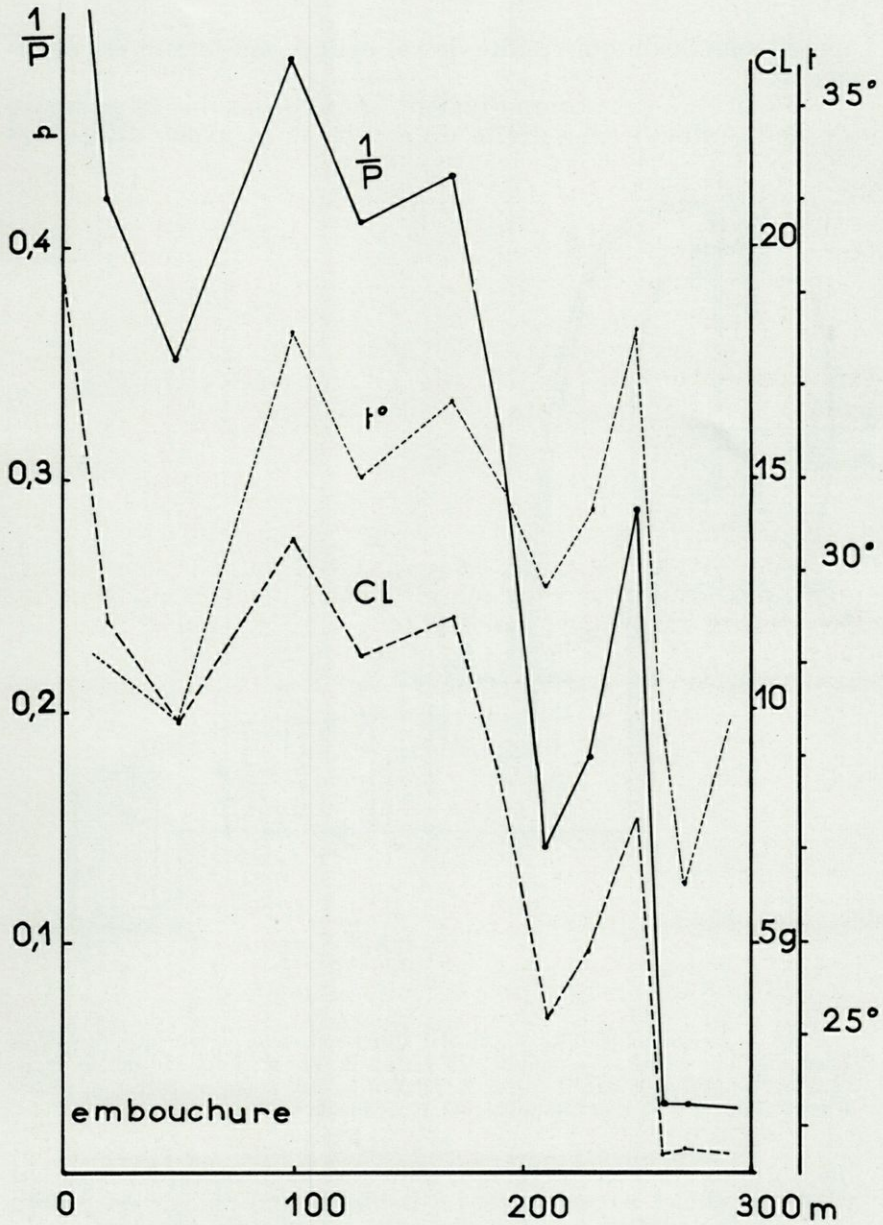


Fig. 1. — Canal d'évacuation des eaux usées, Hann, marée mi-basse. Trait plein : conductivité globale de l'eau (en ohms); trait à tirets : chlorimétrie (en grammes d'équivalent chlore par litre); pointillés : température de l'eau.

que l'irrégularité qui résulte de cet artifice opératoire est négligeable.

Pour étudier le comportement des poissons mis en présence de deux milieux de salinité différente, nous avons utilisé des

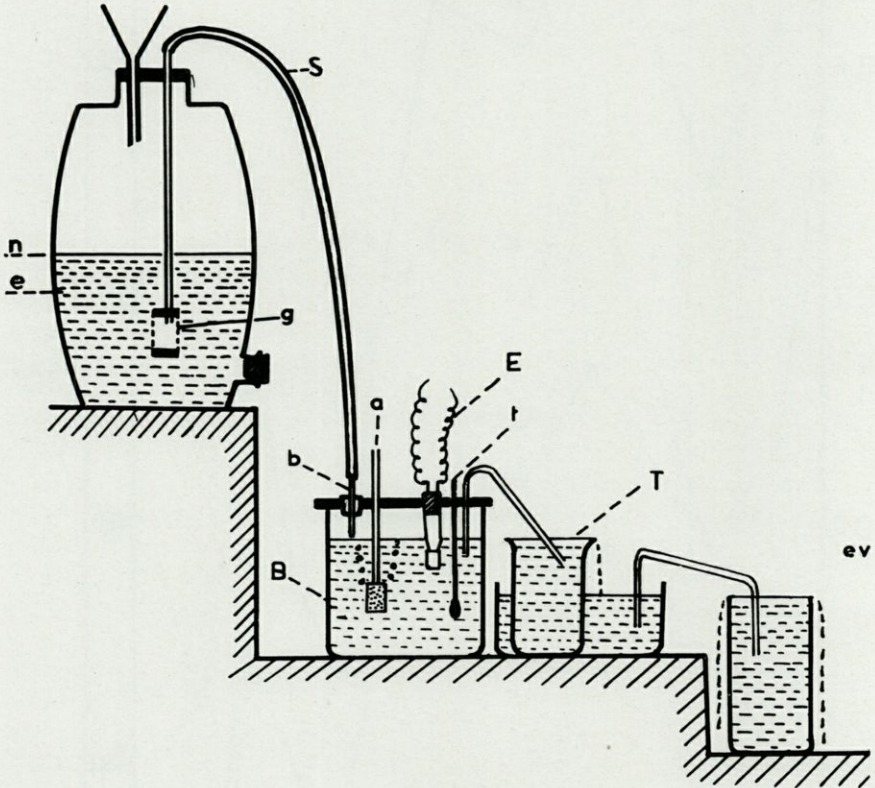


Fig. 2. — Schéma d'un dispositif qui permet de créer une variation graduelle de salinité. *a*, belbul; *b*, buse; *B*, bocal dans lequel se trouvent les poissons; *e*, eau de mer; *E*, électrode; *ev*, évier; *g*, filtre; *n*, réservoir; *S*, siphon; *t*, thermomètre; *T*, trop plein.

bacs à double compartiment, pouvant communiquer par un pont superficiel d'eau douce. Le *Lebistes* peut choisir un milieu en passant sur le pont. Le dispositif de BAGGERMANN est conçu sur ce principe et utilise des lots de dix animaux par double bac. A des moments arbitraires, on pointe les poissons nageant dans les compartiments d'eau douce et d'eau de mer et on établit

une courbe de fréquence. Nous avons utilisé ce dispositif, mais nous avons dû le rejeter pour trois raisons :

a) par suite de l'effet de groupe particulièrement intense chez les *Lebistes*, qui fausse les pointages (un poisson pouvant être suivi par tous les autres dans un laps de temps très court).

b) à cause du choix arbitraire des temps de mesure.

c) à cause des erreurs causées par le pont; des poissons restant au-dessus de l'eau de mer dans le pont (d'eau douce) étant considérés comme dans l'eau de mer.

Pour éviter l'effet de groupe nous avons travaillé par la suite sur un seul poisson à la fois, situé dans un petit bac : dimensions de chaque compartiment : $5,5 \times 6 \times 13,5$ cm.

Pour éviter le choix arbitraire des temps de mesure, nous avons pointé en continu tous les passages d'un bac à l'autre à l'aide d'un manipulateur frottant sur un cylindre enregistreur. Dans le cas de l'alternative eau douce - eau de mer, trois notations différentes ont été utilisées, selon que le poisson passe de l'eau douce dans le pont, du pont dans l'eau de mer et de l'eau de mer dans le pont. Dans les calculs, nous avons considéré les séjours dans le pont comme faisant partie de l'eau douce.

Toute cause de dérangement du poisson doit être évitée. C'est pour cette raison que nous avons placé des bacs dans une enceinte en bois munie d'une lampe assurant un éclairage doux, homogène et indirect, l'observateur voyant le dessus du bac à l'aide d'un miroir à 45°.

Les bacs en bois paraffiné sont supérieurs à ceux en plexi-glas; dans ces derniers le poisson s'affole par suite des réflexions de son image sur les parois.

L'animal est laissé au repos pendant 1/4 d'heure après son introduction, puis un pont de 1 cm est établi par siphonage et l'expérience commence.

IV. RÉSULTATS

1) *L'adaptation à l'eau de mer*

Pour étudier la résistance des *Lebistes* à l'eau de mer, nous avons transféré des lots de 30 animaux aussi homogènes que possible, d'emblée dans des milieux de salinité donnée (25, 50,

75, 80, 90, 95 et 100 % d'eau de mer). L'histogramme (fig. 3) nous montre que la mortalité des poissons n'est à 100 % qu'à partir d'une concentration de 85 % en eau de mer; au bout de 24 heures, en dessous de cette concentration, il y a survie sélective, la totalité des animaux mourant au bout d'un temps compris entre 24 heures et une semaine.

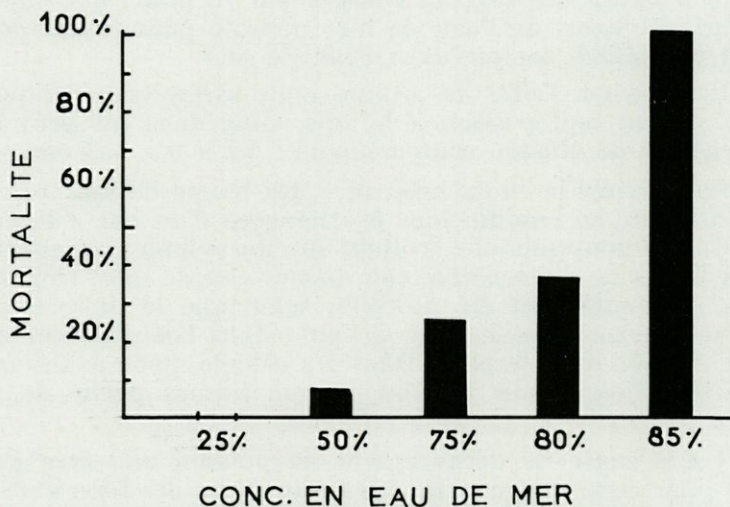


Fig. 3. — Histogramme de mortalité chez des *Lebistes reticulatus* transférés directement en eau de mer.

A la suite de l'expérience précédente, nous avons voulu voir si des poissons ayant déjà séjourné dans des milieux de l'ordre de 50 à 80 % d'eau de mer, pouvaient être repiqués en eau de mer pure sans y mourir. Nous n'avons constaté aucune mortalité au bout de cinq mois.

En utilisant plusieurs paliers (trois) au lieu d'un seul, avec séjour d'une semaine dans chaque milieu (ramené par la suite à 24 heures sans inconvénient) nous avons obtenu une survie des poissons à 100 %. L'absence totale de mortalité prouve qu'il s'agit d'une adaptation et non d'une sélection.

Le nombre des paliers et le choix des concentrations sont évidemment arbitraires. A l'aide de l'appareil décrit plus haut, nous avons pu créer une variation continue de salinité nous permettant de déterminer quel est le temps minimum nécessaire pour le transfert. Après quelques essais, deux temps de passage ont été choisis, 28 heures et 36 heures pour des lots de 50 pois-

sons (30 femelles et 20 mâles). Pour le lot de 28 heures, la mortalité était de 100 %, pour celui de 36 heures elle était pratiquement nulle (deux mâles et une femelle), ce qui donne une idée du temps minimum de transfert.

Il est à noter que le temps de survie des adultes adaptés est illimité, des souches de mer sont conservées dans notre laboratoire depuis plus de cinq mois sans mortalité. Nous ne sommes pas en mesure de savoir actuellement si le cycle peut être complet en eau de mer, autrement dit, si la reproduction est possible avec viabilité de la progéniture (1).

2) *Perte d'adaptation*

Ayant constaté l'existence d'un temps minimum nécessaire à la montée en eau de mer, nous avons vérifié s'il en était de même pour la redescente en eau douce d'un poisson adapté. Nous avons transféré brusquement un certain nombre d'animaux vivant depuis trois semaines en eau de mer, dans de l'eau douce, sans constater aucune mortalité. Le retour peut donc se faire d'emblée, quelque soit d'ailleurs le temps de séjour du poisson en eau de mer.

Une fois ce retour effectué, nous avons remis les mêmes individus directement en eau de mer au bout d'une semaine. Tous les animaux sont morts sans exception, ce qui prouve que l'adaptation qui leur a été antérieurement conférée ne s'est pas conservée; elle persiste si le temps de séjour en eau douce est inférieur à 36 heures, comme le montre le tableau suivant, tiré des résultats qui ont porté sur quatre lots de 25 individus.

<i>Temps de séjour en eau de mer</i>	<i>Nombre de morts</i>
24 heures	nul
36 heures	4 individus
46 heures	8 individus
72 heures	20 individus

3) *Résistance de *Lebistes reticulatus* à l'eau distillée*

Un lot de dix poissons adaptés à l'eau de mer est mis directement dans de l'eau distillée. Après un temps de malaise d'environ une à deux heures, les poissons y vivent normalement depuis bientôt trois mois. L'eau a été renouvelée fréquemment,

(1) L'un de nous a pu réaliser expérimentalement, chez cette espèce, un cycle complet en eau de mer, sans que les animaux perdent leur capacité de se reproduire (T. MOHSEN, 1962, *C. R. Soc. Biol.*, 156 (4) : 727-729).

notamment après chaque repas. Ceci montre que les possibilités d'adaptation de ce poisson sont remarquables.

4) Facteurs internes agissant sur l'adaptation

Age et sexe (fig. 4) : au cours de nos expériences, il s'est avéré que les jeunes mouraient en premier, et que les mâles mouraient plus vite que les femelles.

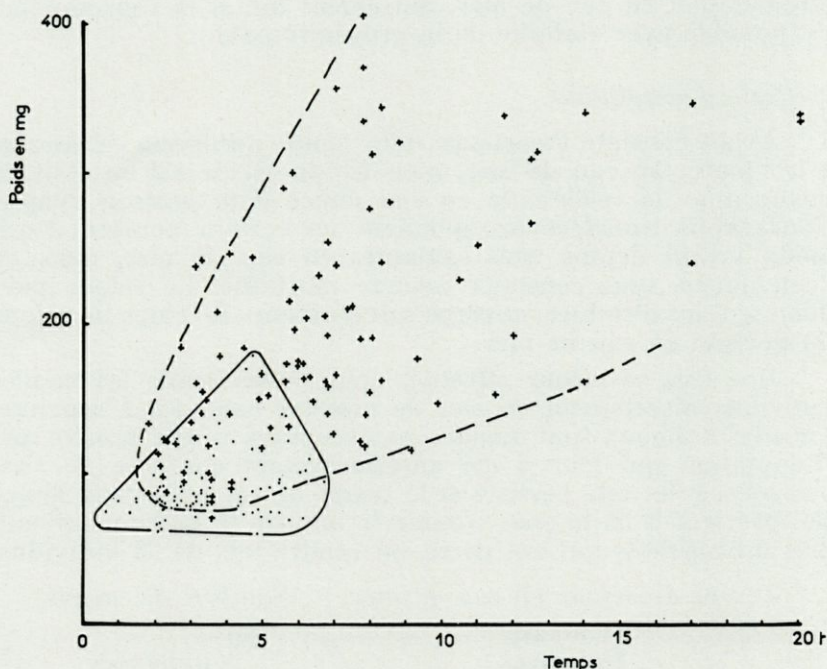


Fig. 4. — Nuages de mortalité chez *Lebistes reticulatus* (transférés directement en eau de mer) en fonction du sexe et du poids du corps. Les points représentent des mâles et les croix représentent des femelles.

Cent mâles et cent femelles (ces derniers comprenant un certain nombre de jeunes, qu'il est difficile de distinguer des femelles) sont mis en eau de mer suffisamment aérée et les morts sont pointés au fur et à mesure et pesés après essorage à la balance Mettler. On pointe pour chaque poisson, en abscisse, le moment de la mort, et en ordonnée le poids. Les points qui en résultent sont séparables en deux nuages distincts correspondant au gros des mâles et des femelles. Au bout de 11 h 1/2 tous les mâles sont morts alors que 55 % des femelles survivent.

Il est difficile de séparer le facteur sexe du facteur poids, puisque les femelles les plus légères sont généralement plus lourdes que les mâles les plus gros.

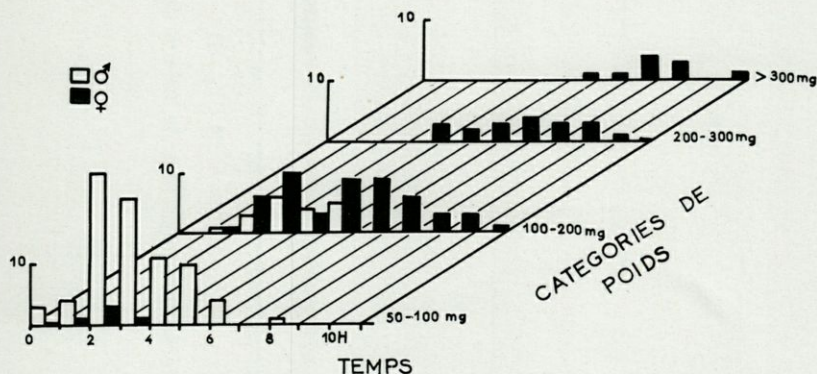


Fig. 5. — Histogramme de mortalité chez les mâles et les femelles par catégorie de poids.

Si on groupe les poissons en quatre catégories (fig. 5), selon leur poids (50 à 100 mg, 100 à 200 mg et plus de 300 mg) et que l'on établisse des histogrammes du nombre de morts en fonction du temps, on constate que l'ensemble des mâles se groupe dans la première catégorie suivant une courbe de Gauss qui s'étale sur sept heures, ceci avec une variabilité de poids minimale de 15 mg, ce qui est négligeable.

5) Facteurs externes agissant sur l'adaptation

a) la température (fig. 6) dans cette expérience, des mâles ont été choisis uniquement pour éviter de faire intervenir les facteurs sexe et variabilité en poids.

Trois lots de 50 mâles sont mis directement dans trois bacs d'eau de mer abondamment aérés, après avoir séjourné 14 h en eau douce à l'une des températures choisies, ceci pour éviter un effet de choc. Celles-ci sont de 23° C (enceinte climatisée), 28° C (ambiance) et 32° C (étuve).

La mortalité est précoce et rapide à 32°, moins précoce et plus étalée à 23° et le maximum de survie a lieu à 28°, température qui constitue un optimum dans le cadre de nos expériences. Des témoins montrent qu'aucune de ces trois températures n'est létale à longue échéance pour cette espèce (en eau douce).

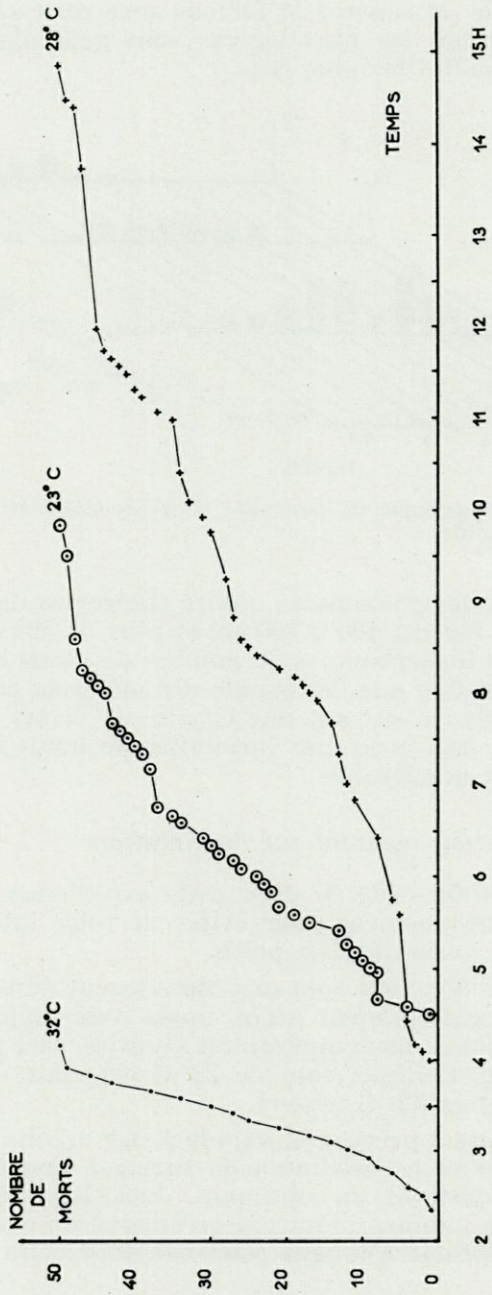


Fig. 6. — Courbes cumulatives de mortalité des animaux transférés dans de l'eau de mer à des températures différentes.

b) *Aération* (fig. 7) : deux lots de 50 mâles sont placés directement en eau de mer contenue dans deux bacs, l'un aéré 1/4 d'heure avant et durant l'expérience, l'autre non aéré. Un

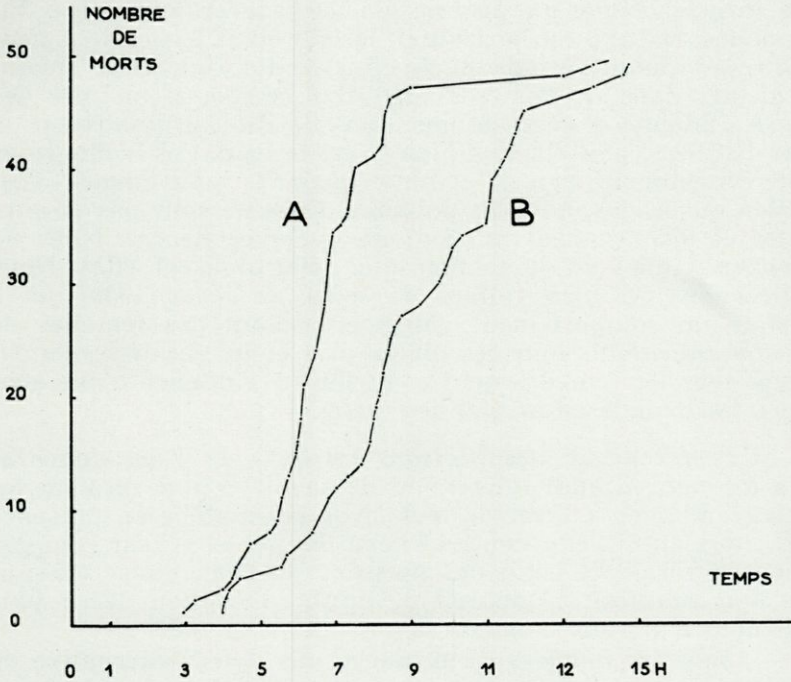


Fig. 7. — Courbes cumulatives de mortalité chez *Lebistes reticulatus*. A, lot d'animaux transférés dans de l'eau de mer aérée; B, lot d'animaux transférés dans de l'eau de mer non aérée.

troisième lot de 50 mâles (témoins) est en eau douce non aérée depuis 48 heures. Tous les bacs sont à la température ambiante de $28^{\circ} \pm 2^{\circ}$ C. Les poissons meurent plus vite en eau non aérée; pendant ce temps, par contre, les témoins équivalents d'eau douce non aérée restent en survie durable, bien que l'oxygénation soit inférieure à celle du bac d'eau de mer non aérée, au moment de la mort du dernier poisson. Les taux d'oxygène dissous mesurés par la méthode de Winckler, au début et à la fin de l'expérience ont varié de 5,2 à 1,5 cm^3 d'oxygène par litre pour l'eau aérée. Chez les témoins en eau douce non aérée, le taux d'oxygène est de 1,4 cm^3 par litre (c'est-à-dire inférieur à celui de l'eau de mer non aérée).

6) Comportement en eau de mer

a) *Les effets de changements brutaux de salinité du milieu* (fig. 8) : lors du transfert direct, les *Lebistes* prennent une attitude caractéristique par inclinaison de l'axe de leur corps. En eau douce, cet axe est horizontal, la tête étant légèrement penchée vers le haut. Le poisson s'incline de 45° vers le bas quand on le met dans de l'eau de mer. Par contre, si on met des *Lebistes* adaptés à l'eau de mer dans de l'eau ordinaire ou de l'eau distillée, l'axe s'incline plutôt vers le haut. Ces inclinaisons n'ont évidemment rien de commun avec les mouvements d'ascension ou de descente des poissons. Elles ne sont pas permanentes et disparaissent au bout de quelques heures. Nous ne savons pas quel est le facteur qui détermine cet effet. Nous rapprochons ces observations de celles de JASKI (1939) qui a constaté un comportement voisin en isolant des femelles de *Lebistes reticulatus* loin des mâles; il a établi un cycle d'inclinaison chez les femelles qu'il a attribué à l'absence d'une substance hormonale émise par les mâles.

b) *Préférendum des poissons vis-à-vis de l'eau douce et l'eau de mer* : il était intéressant de savoir ce que feraient les *Lebistes* adaptés à l'eau de mer si on les mettait en présence d'un choix entre l'eau douce et l'eau de mer et si leur comportement différait de celui des poissons de l'eau douce (c'est-à-dire non adaptés). L'appareil de notre conception décrit plus haut nous a permis d'obtenir les résultats suivants :

— pour les *Lebistes* d'eau douce mis dans l'alternative de passer en deux bacs d'eau douce, le rapport moyen des séjours dans les deux bacs (droit et gauche) est de 1,2 pour un total de sept expériences d'une heure chacune, ce qui vérifie la symétrie du dispositif du point de vue facteurs externes;

— pour les *Lebistes* d'eau douce mis en présence du choix entre l'eau douce et l'eau de mer, le rapport moyen des séjours dans l'eau douce + le pont/eau de mer est de 14,1 pour 17 expériences d'une heure;

— pour des *Lebistes* adaptés à l'eau de mer depuis au moins trois semaines, mis dans l'alternative de l'expérience précédente, ce même rapport n'est que de 2,4 pour dix expériences d'une heure, ce qui prouve que, bien que les poissons adaptés à l'eau de mer continuent de préférer l'eau douce, leurs séjours en eau de mer sont beaucoup plus longs.

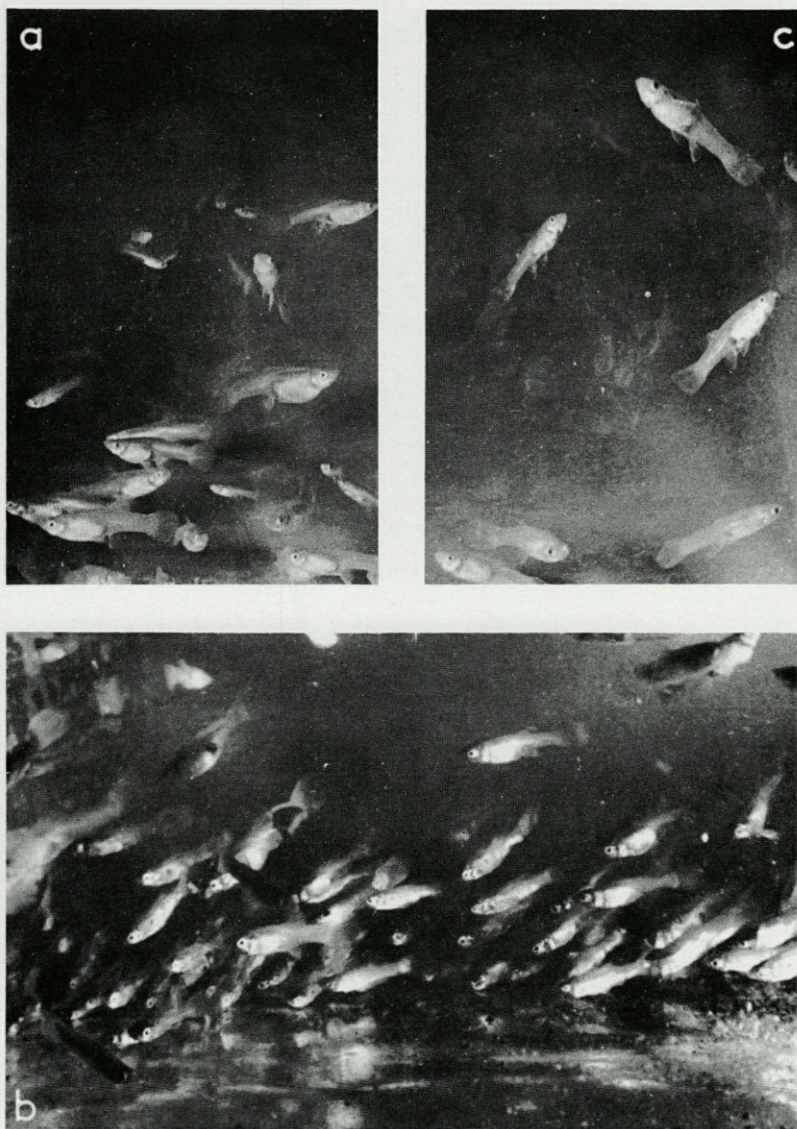


Fig. 8. — Photographies montrant l'influence des changements brutaux de la salinité du milieu. *a*, les poissons dans leur milieu naturel (eau douce); *b*, animaux de l'eau douce transférés directement en eau de mer; *c*, animaux adaptés à l'eau de mer et transférés directement en eau douce.

V. EURYHALINITÉ ET MIGRATION

Nous insistons sur le fait que ces expériences de comportement ainsi que les transferts graduels dans des milieux de plus en plus salins sont calqués directement sur la nature. La salinité est une barrière importante opposée à la migration des poissons, et ceux-ci arrivent parfois à la franchir grâce très probablement à une adaptation progressive qu'il est nécessaire de reconstituer en laboratoire pour pouvoir l'étudier. Les expériences qui consistent à transférer les poissons, soit directement, soit par paliers brutaux en eau de mer n'ont en effet pas d'équivalent naturel.

Les pluies abondantes, la fonte des neiges et les marées constituent (dans le cas des rivières qui débouchent dans la mer), un élément supplémentaire de production de zones mixohalines temporaires, permettant ainsi aux poissons euryhalins d'émigrer soit d'une rivière à une autre sur le même continent en passant par le littoral, soit du continent à des îles avoisinantes. Ceci permettrait d'expliquer les aires très étendues et variables des différentes tribus de Cyprinodontes *Poeciliidae* vivipares sur les continents américains et dans les îles de la mer des Antilles.

VI. RÉSUMÉ

1. La courbe de salinité d'un canal d'évacuation qui débouche dans la mer (à Hann, Nord de Dakar) est établie, montrant que la chlorinité est assez élevée sur 180 m à partir de l'embouchure. Les *Lebistes reticulatus* peuvent être trouvés à partir de 10 m de celle-ci.
2. Un appareil qui permet de créer, par siphonage, une variation continue et graduelle de salinité (contrôlable par conductimétrie) est décrit, ainsi qu'un autre, basé sur le principe de l'appareil de comportement de BAGGERMANN.
3. En transfert direct, *Lebistes reticulatus* supporte une concentration maximum de l'ordre de 50 %, en eau de mer. Par contre si les paliers sont multipliés, avec un temps de séjour dans chacun des milieux, on arrive à les adapter à l'eau de mer sans qu'il en résulte aucune mortalité, ce qui prouve qu'il s'agit d'un phénomène d'adaptation et non de sélection.
4. Le temps minimum d'adaptation à l'eau de mer par élé-

vation graduelle de salinité est de l'ordre de 36 heures (à une température de 20 à 25° C).

5. Pour une souche adaptée à l'eau de mer, le passage à l'eau douce se fait d'emblée.
6. Les animaux adaptés à l'eau de mer perdent leur adaptation au bout d'un séjour de 36 heures environ en eau douce. Ce temps est presque équivalent à celui nécessaire pour l'acquisition de l'adaptation.
7. Les jeunes sont moins résistants que les adultes au transfert direct en eau de mer, et les mâles sont moins résistants que les femelles.
8. L'aération prolonge la survie des poissons mis directement en eau de mer.
9. Les poissons sont très sensibles à la variabilité des températures des milieux de transfert. Parmi trois températures choisies (23, 28 et 32° C), celle de 28° s'est montrée optimum.
10. Sous l'influence d'un changement brutal de salinité du milieu ambiant, l'axe du corps s'incline différemment, soit vers le haut, soit vers le bas.
11. Mis en présence d'un choix entre l'eau douce et l'eau de mer (pure), les *Lebistes reticulatus* préfèrent l'eau douce. Après une adaptation à l'eau de mer, ils continuent à préférer l'eau douce, mais font un total de séjours plus grand en eau de mer que les témoins.
12. Nous pensons que cette euryhalinité adaptative ne se limite pas à cette espèce. Elle est probablement la cause de la répartition très étendue de certaines tribus appartenant aux Cyprinodontes *Poeciliidae*.

*Laboratoires de Biologie Animale et de Zoologie,
Faculté des Sciences, Dakar*

RÉFÉRENCES

- BAGGERMANN, B., 1957. — An experimental study on the timing of breeding and migration in the three stickleback. *Arch. Neerl. Zool.*, 12 : 105-317.
- BERT, P., 1871. — Sur les phénomènes et les causes de la mort des animaux d'eau douce que l'on plonge dans l'eau de mer. *C.R. Ac. Sci.*, 73 : 382-385 et 464-467.
- BERT, P., 1883. — Sur la cause de la mort des animaux d'eau douce que l'on plonge dans l'eau de mer et réciproquement. *C.R. Acad. Sci.*, 93 : 133-136.
- BERT, P., 1885. — Animaux d'eau douce dans l'eau de mer, animaux d'eau de mer dans l'eau dessalée, animaux d'eau de mer dans l'eau sursalée. *C.R. Acad. Sci.*, 35 : 525-527.

- BLACK, V.S., 1957. — Excretion and osmoregulation, dans « The Physiology of Fishes », publié par M. BROWN, vol. I (Métabolism). *Academic Press Inc. Publishers*, New York.
- CORDIER, M. et MAURICE, A., 1957. — Influence du passage de l'eau douce à l'eau salée sur les échanges respiratoires et l'absorption intestinale du glucose chez la Tanche (*Tinca vulgaris* L.). *Acta Physiol. Pharmacol. neerl.*, 6 : 431-439.
- DUVAL, M., 1925. — Recherches physico-chimiques et physiologiques sur le milieu intérieur des animaux aquatiques. Modifications sous l'influence du milieu extérieur. Thèse Sc. Nat., Paris, Blondel la Rougery, Paris.
- FAGE, L. et FONTAINE, M., 1958. — Migration dans « Traité de Zoologie », publié par P.-P. GRASSÉ, 13 (3) : 1850-1884, Masson, Paris.
- GARREY, W.E., 1915. — The resistance of fresh-water fishes to changes of osmotic pressure and chemical conditions. *Amer. J. Physiol.*, 39 : 313-329.
- GUEYLARD, F., 1924. — De l'adaptation aux changements de salinité. Recherches biologiques et physico-chimiques sur l'Épinoche (*Gasterosteus leirurus* Cuv. et Val.). Thèse Sci. Nat., Paris, Vigot, Paris.
- GILLES LA ROCHE, 1950. — Résistance des Saumoneaux à l'eau salée. *Annales de l'Acfas*, 17 : 125-128.
- GUNTER, G., 1942. — A list of the fishes of the mainland of North and Middle America recorded from both fresh water and sea water. *Am. Midland Naturalist*, 28 : 305-326.
- HOLLIDAY, F.G.T. et BLAXTER J.H.S., 1961. — The effects of salinity on Herring after metamorphosis. *J. mar. biol. Ass.*, 41 : 37-48.
- JASKI, C.J., 1939. — Ein Oestruszyklus bei *Lebistes reticulatus*. *Proc. K. Ak. Wet.*, 42 : 201-207.
- KEYS, A. et WILLMER, E.N., 1932. — « Chloride secreting cells » in the gills of fishes, with special reference to the common eel. *J. Physiol.*, 76 : 368-378.
- LOEB, J., 1913. — Über die Anpassung von *Fundulus* an höhere Konzentrationen. *Biochem. Zeitschr.*, 3 : 391-405.
- PICKFORD, G. et ATZ, W., 1957. — The physiology of the pituitary gland of Fishes., *N.Y. Zool. Soc.*
- PORA, E.A. et ACRIVO, C., 1939. — Considérations histophysiologicals sur les branchies des Poissons téléostéens soumis aux variations de salinité du milieu ambiant. *Ann. Sci. Univ. Jassy.*, 25 : 439-446.
- RAFFY, A., 1952. — Influence des variations de la température sur l'osmorégulation de petites Carpes en eau douce et en eau salée. *C.R. Soc. Biol.*, Paris, 142 : 908-910.
- REGNARD, P., 1891. — Recherches expérimentales sur les conditions physiques de la vie dans les eaux, Masson, Paris.
- RINGER, S., 1884. — Concerning the influence of saline media on fishes, etc. *J. Physiol.*, 5 : 98-115.
- RENFRO, W.C., 1959. — Survival and migration of fresh-water fishes in salt water. *The Texas J. Sci.*, 11 (2) : 172-180.
- SIEDLECKI, M., 1903. — Sur la résistance des Épinoches aux changements de la pression osmotique du milieu ambiant. *C.R. Acad. Sc.*, 137 : 469-471.