

# RESULTATS DE QUELQUES EXPERIENCES SUR L'ELEVAGE D'ANIMAUX ET D'ALGUES EN AQUARIUM D'EAU DE MER FONCTIONNANT EN CIRCUIT FERMÉ

par Maxime BALLOY

Le bon fonctionnement d'un aquarium d'eau de mer en circuit fermé pose de nombreux problèmes. La conservation des animaux et des végétaux s'avère très difficile. Seuls, quelques animaux côtiers très résistants peuvent être gardés en vie plusieurs mois (par exemple les Gobies et les Blennies, les Palémons et certaines Actinies).

La bibliographie est peu abondante et assez imprécise. Cependant on constate :

1° l'unanimité des auteurs à signaler un changement de la constitution chimique de l'eau des aquariums, sans pour autant l'expliquer;

2° l'échec des tentatives faites pour conserver vivants des animaux un peu délicats ou des plantes (surtout des algues) en aquarium fonctionnant en circuit fermé;

3° contrairement à ce qui a été fait en aquariophilie d'eau douce, l'absence de publication, à notre connaissance du moins, sur les variations du pH et leurs répercussions sur l'état physiologique des êtres vivants, dans les aquariums marins.

Après plusieurs années de pratique d'aquariophilie d'eau douce, nous avons entrepris l'installation d'un aquarium d'eau de mer (fig. 1). Les difficultés rencontrées nous ont amené à entreprendre des recherches systématiques. De multiples circonstances défavorables nous ont malheureusement empêché de faire faire les analyses chimiques qui s'avéraient nécessaires pour une étude plus rigoureuse.

Cependant, les très bons résultats obtenus empiriquement nous ont incité à publier ces observations qui serviront peut-être aux chercheurs et aux aquariophiles.

## INFLUENCE DU CHARBON ACTIF.

La première installation utilisée comprend un bac d'une capacité totale de trente litres. La circulation de l'eau est assurée par un exhausteur, actionné par un petit compresseur d'air à lame vibrante de type « Bel-Bul » facile à acquérir chez tous les commerçants spécialisés.

Deux filtres d'une capacité égale à celle du bac, sont utilisés dans le circuit. Le premier, le filtre clarificateur, comprend de bas en haut, des couches successives de graviers d'un demi-centimètre de diamètre à un millimètre, pour finir par du sable fin. Le second, le filtre régénérateur, ne comprend que du charbon actif préalablement bouilli, ceci afin d'éviter la brusque augmentation du pH occasionnée par le charbon non bouilli.

Les quinze premiers jours la végétation prospère et, presque toujours, des algues vertes et rouges se multiplient abondamment. Passé ce délai, la mortalité des animaux et la dégradation des algues commencent.

Si, renonçant à changer le charbon, on ne modifie pas le milieu, la dégénérescence continue et la plupart des animaux meurent. Si, au contraire, le charbon est changé, le milieu redevient favorable à la vie pour une période d'environ quinze jours, après laquelle il faut recommencer l'opération.

#### REGENERATION DE L'EAU PAR CROUPEMENT.

On met en fonctionnement un circuit comparable au précédent. Lorsque les algues commencent à dégénérer, au bout d'une quinzaine de jours, l'eau des bacs est prélevée et mise à croupir dans des récipients fermés. Quelques morceaux de sucre sont ajoutés dans chaque récipient pour accélérer

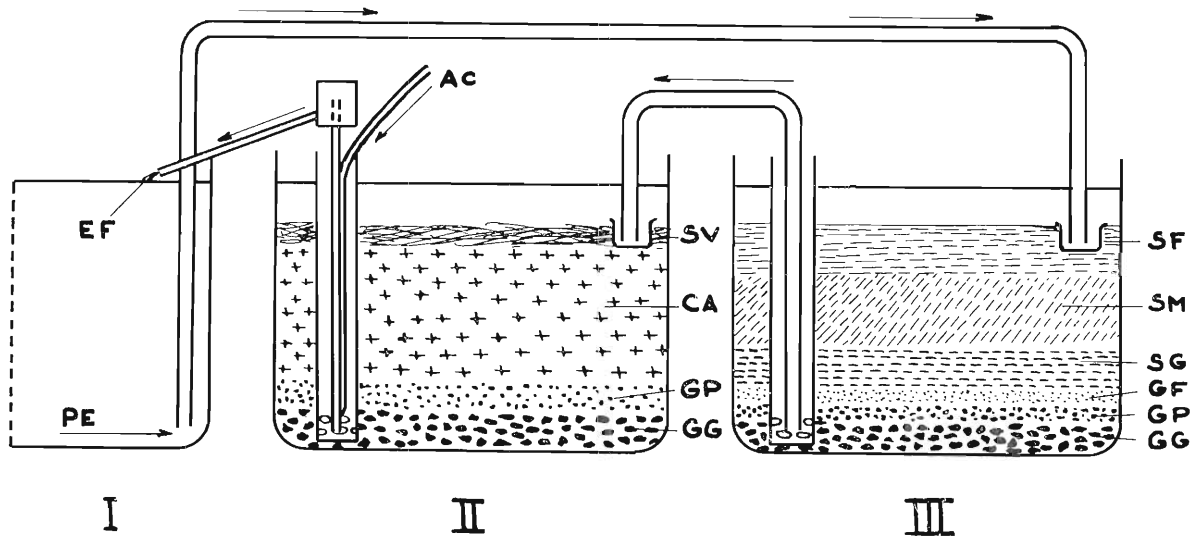


FIG. 1.

I. Aquarium.

II. Filtre régénérateur.

III. Filtre clarificateur.

EF. Eau filtrée  
PE. Eau à filtrer  
AC. Air comprimé  
SV. Soie de verre  
CA. Charbon actif

GG. Gros gravier  
GP. Petit gravier  
GF. Gravier fin  
SG. Gros sable  
SM. Sable moyen  
SF. Sable fin

la putréfaction. Au bout de quelque temps l'eau se trouble et commence à dégager une forte odeur d'hydrogène sulfuré. Une dizaine de jours après, cette eau est réutilisée dans les bacs. Elle s'éclaircit rapidement et l'on note un épanouissement de la végétation pendant une période d'environ deux semaines. Ceci est également vrai si, par suite d'une mortalité passée inaperçue dans le bac, l'eau entre d'elle-même en putréfaction.

#### ROLE DES NITRATES, NITRITES, PHOSPHATES ET DE L'AMMONIAQUE.

Certains auteurs signalent comme particulièrement nuisible un excès de nitrates dû à l'oxydation, par les bactéries, des déchets organiques. Nous avons donc opéré les expériences suivantes :

Deux bocaux d'un litre sont remplis d'eau de mer fraîche; chacun contient quelques échantillons d'algues vertes, brunes et rouges ainsi qu'un brin de zostère. L'oxygénation est assurée par un petit compresseur d'air « Bel-Bul »; dans chaque bocal un grès poreux diffuse de fines bulles d'air (fig. 2).

**Premier Bocal :** On ajoute journallement, centigramme par centigramme, du nitrate d'ammonium jusqu'à la valeur d'un gramme, proportion énorme par rapport à celle existant dans l'eau de mer (quelques milligrammes par m<sup>3</sup>).

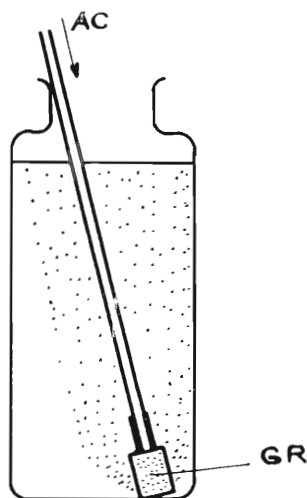


FIG. 2. — Bocal de 1 litre.

AC : Air comprimé.

GR : Grès poreux.

**Deuxième Bocal :** On opère de même avec du phosphate de potassium.

L'expérience est prolongée en maintenant le tout dans cet état pendant trois semaines, sans observer aucun indice de dégradation.

Nous expérimentons ensuite, de la même façon, l'action des nitrites (nitrite de potassium, puis de sodium) et de l'ammoniaque. Dans le cas des nitrites, il faut 48 heures pour constater un début de dégénérescence. Dans celui de l'ammoniaque, trois gouttes d'ammoniaque du commerce suffisent pour tout détruire en douze heures.

Afin de compléter nos observations, nous mettons dans un bac de cinq litres, équipé comme précédemment, quelques échantillons des mêmes algues et nous ajoutons ensemble, dans les proportions expérimentales ci-dessus, les produits suivants : nitrate d'ammoniaque, nitrite de sodium, ammoniaque.

Dans les quarante-huit heures suivantes, le mélange n'a aucune action nuisible.

Il ressort de ces expériences que les nitrates n'ont aucune action sur la dégradation des algues en aquarium. Les recherches doivent être orientées dans une autre direction.

#### ROLE DES OLIGO-ELEMENTS.

Nous avons constaté, au cours de nos essais, qu'après un assez long séjour en aquarium, certains crustacés présentaient des malformations d'appendices après avoir mué et que les actinies perdaient de jour en jour appétit et vigueur. Une solution d'oligo-éléments comprenant :

- 10 mg de Fe<sup>+++</sup>
- 10 mg de Cu<sup>++</sup>
- 10 mg de Mn<sup>++</sup>
- 50 mg de I<sup>-</sup>
- 10 mg de Sr<sup>++</sup>
- 10 mg de Borate de sodium
- Eau : 1 litre

distribuée à raison de 1 cm<sup>3</sup> par litre, tous les huit jours, contribue non seulement à maintenir en bonne forme des animaux fraîchement pêchés, mais aussi à revigorer des animaux ayant déjà séjourné quelque temps en aquarium.

Malheureusement, la présence de ces oligo-éléments n'empêche pas la mortalité, à brève échéance, des algues et des animaux délicats. L'absence des oligo-éléments n'est pas le seul facteur déterminant dans la destruction des organismes. Il y a d'autres causes.

#### VARIATION DU P.H. — ACTION NOCIVE DES MATIERES ORGANIQUES.

Nous installons un petit bac de trente litres. Nous le mettons en circuit avec un filtre clarificateur en intercalant, entre eux, un filtre de quinze litres dont les éléments sont constitués de charbon actif (charbon végétal activé en granulé « Rhône Poulenc »), recouvert de laine de verre. Nous le remplissons d'eau fraîchement puisée à la mer, et nous le peuplons de quelques poissons, crustacés, actinies, éponges (organismes délicats), etc... La décoration est faite d'algues brunes, rouges, vertes et de zostères. A l'aide de l'indicateur universel R.A.L., nous notons journallement le pH, et nous

constatons que celui-ci, qui était à l'origine de 8,2 s'acidifie peu à peu pour arriver en quinze jours à 6. Entre temps, alors que le pH devient acide (6,5) les éponges meurent et la dégradation des algues commence. Celles-ci périssent finalement lorsque le pH atteint 6. Parvenu à ce stade, si on introduit des algues fraîches dans cette eau, hormis certaines algues vertes comme les Ulves, elles périssent toutes en deux jours. L'acidification semble être une cause de la mortalité des organismes.

#### **ACTION DES SELS A REACTION ALCALINE ET DE LA CHAUX.**

Pour contrebalancer cette acidification, expérimentons successivement des solutions :  
de Bicarbonate de sodium; de Carbonate de sodium; de Phosphate trisodique.

Nous constatons que ces solutions doivent être ajoutées en si fortes proportions, pour parvenir à neutraliser l'acidification, qu'elles deviennent nuisibles aux organismes. En outre, leur action est fugace, quarante-huit heures au plus. Expérimentons également la chaux éteinte, mélangée par moitié au sable du filtre. Tout d'abord, nous constatons un changement favorable du milieu, le pH se rétablit aux environs de 8, les animaux ont un regain de vigueur. Puis, rapidement, le pH monte à 9 et peut-être plus (l'Indicateur utilisé ne permet pas de contrôler une valeur supérieure), causant la mort des algues, de la majeure partie des animaux et incommodant les plus résistants. Si nous diminuons la quantité de chaux, la brièveté de son action ne contrebalance plus l'acidification progressive de l'eau.

#### **ROLE DU CALCAIRE DANS LA NEUTRALISATION DES MATIERES ORGANIQUES.**

Nous avons estimé que cette acidification était due aux déchets organiques. Normalement diffusés dans l'énorme volume d'eau des océans, ils n'y existent qu'en très petite quantité, étant rapidement transformés par les bactéries.

Par contre, ils s'accumulent dans le volume d'eau très restreint d'un aquarium où les bactéries n'ont pas la possibilité de les éliminer rapidement; ils y provoquent la mort des êtres délicats et des algues par leur action nocive et le changement de pH du milieu. Il restait à trouver le moyen de neutraliser ces acides en les transformant soit en sels insolubles, soit en sels solubles assimilables par les algues. La relation d'une expérience faite en agriculture par SCHLOESIN et MUNTZ (expérience établissant les conditions de la nitrification), démontre que les liqueurs de la putréfaction sont réduites par les bactéries au contact du calcaire et neutralisées pour donner des sels assimilables.

Nous avons donc résolu d'appliquer cette expérience aux aquariums pour essayer de réduire les acides organiques. Pour cela nous avons commencé par supprimer le filtre contenant de la chaux, pour ne conserver qu'un filtre clarificateur sur sable bien propre. Ce que nous savons déjà se reproduit. L'eau très alcaline, acquiert d'abord un pH favorable (8) puis s'acidifie jusqu'à un pH de 6. Nous remplaçons alors, dans le circuit, le filtre précédent par un filtre dont les éléments sont entièrement constitués d'un calcaire tendre, analogue à la craie, et dont la partie filtrante fine a une épaisseur suffisante (les deux tiers des éléments du filtre) pour que l'eau reste en contact prolongé avec ces éléments.

Les résultats sont excellents; en quelques jours le pH se rétablit aux environs de 8, pour s'y maintenir. La dégradation des algues s'arrête progressivement puis, sur les calcs de cicatrisation, apparaissent de nombreux bourgeons qui se développent normalement. Des algues fraîchement introduites dans ce milieu, et qui, primitivement, seraient mortes rapidement, s'y acclimatent sans difficultés. Bien mieux, elles se multiplient un peu partout. A partir de ce moment, nous pouvons maintenir en vie des animaux délicats et des algues.

Il va sans dire qu'une propreté rigoureuse des aquariums contribue à faciliter l'obtention de ce résultat et que, par conséquent, des siphonnements réguliers de tous les déchets organiques provenant des animaux et des débris d'algues, s'avèrent nécessaires.

#### **EXPERIENCE COMPLEMENTAIRE.**

Afin de bien mettre en évidence l'action du filtre à éléments calcaires, nous peuplons d'une vingtaine d'animaux un bac de trente litres. Il se produit une rapide acidification. En quarante-huit heures

le pH est voisin de 6. A ce moment, nous branchons le bac sur un filtre calcaire, de volume double de celui-ci, pour maintenir un contact prolongé de l'eau avec les éléments filtrants, tout en conservant un assez fort courant d'eau assurant une bonne oxygénation. Nous constatons une diminution progressive du pH qui, finalement, se maintient à une valeur voisine de 8. Ces conditions permettent une vie normale des êtres vivants.

Cependant, bien que très satisfaisants, ces résultats demeurent incomplets. Par exemple, si les algues se comportent parfaitement et poussent en aquarium, ce n'est pas avec la vigueur de celles qui croissent en mer.

Est-ce dû à l'absence de certains sels en partie absorbés par les êtres vivants ? Ou, au contraire, à un excès de sels étrangers résultant du métabolisme des êtres vivants ? Seules des analyses régulières, faites par un chimiste spécialisé, résoudreont le problème.

#### BIBLIOGRAPHIE

- SVERDRUP (H. V.), MARTIN (W.), JOHNSON, RICHARD, FLEMING (H). — 1946. The Oceans, their physics, chemistry and general biology. — New-York, Prentice-Hall, 1946.
- BECK (Pierre). — 1950. Traité complet de la vie des animaux en aquarium. — Paris, Payot, 1950.
- HARVEY (H. W.). — 1945. Chimie et Biologie de l'eau de mer. — Paris, Bibliothèque sc. int., 1945.
- DUVAL (Marcel). — 1925. Recherches physico-chimiques et physiologiques sur le milieu intérieur des animaux aquatiques. Modifications sous l'influence du milieu extérieur. — *Ann. Inst. Océan.*, 2, 1925.
- RANSON (Gilbert). — 1927. L'absorption des matières organiques dissoutes par la surface extérieure du corps chez les animaux aquatiques. — *Ann. Inst. Océan.*, 4 (3), 1927.
- FISCHER (Edouard). — 1927. Sur la tolérance de quelques espèces animales du littoral vis-à-vis des variations du pH. — *Bull. Inst. Océan.*, n° 505, 1927.
- PLESSIS (Yves). — 1953. Application des phénomènes de capillarité à l'élevage de petits animaux marins. — *Bull. du Muséum Nat. Hist. Nat.*, 25 (2), 1953.
- HELDT (H.). — 1925. Sur un procédé nouveau d'aération et de renouvellement de l'eau en aquarium la trompe S.O.S. — *Stat. Océan. Salambo*. Note n° 1, nov. 1925.
- HELDT (H.). — 1926. Sur la résistance à l'asphyxie des principales espèces d'animaux marins. Application à la tenue des aquariums et aux transports des crustacés par bateaux-viviers. — *Stat. Océan. Salambo*. Note n° 2, avril 1926.
- VEILLET (André), DEMEUSY (Noëlle). — 1951. Utilisation des matières plastiques dans les installations d'élevage d'animaux marins. — *Bull. Inst. Océan.*, n° 987, 1951.
- BROWNE (Edward). — 1898. On keeping medusae alive in an aquarium. — *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 5 (2), 1898.
- BROWNE (Edward). — 1907. A new method for growing hydroïds in small aquaria by means of a continuous current tube. — *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 3 (1), 1907.
- ALLEN (E. J.). — 1914. On the culture of the plankton diatom "*Thalassiosira gravida*. Clève" in artificial sea-water. — *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 10 (3), 1914.
- ALLEN (E. J.), NELSON (E. W.). — 1910. On the artificial culture of marine plankton organisms. — *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 8 (5), 1910.
- ATKINS (W. R. G.). — 1931. Notes on the condition of the water in a marine aquarium. — *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 17 (2), 1931.
- BREDER (C. M.), SMITH (H. W.). — 1932. On the use of sodium bicarbonate and calcium in the rectification of sea-water in aquaria. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 18 (1), 1932.
- COPPER (L. H. N.). — 1932. On the effect of long continued additions of lime to aquarium sea-water. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 18 (1), 1932.
- HONIG (C.). — 1934. Nitrates in aquarium water. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 19 (2), 1934.
- LOWNDES (A. G.). — 1942. The displacement method of weighing aquatic organisms. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 25 (3), 1942.
- FOYN (E.). — 1950. Ammonia determination in sea-water — *J. Cons. int. expl. mer.*, 16 (2), 1950.
- WOODWARD (F. N.). — 1950. Chemistry of the british brown marine algae and their possible industrial utilization. — *Proc. 7th int. Bot. Congr. Stockholm, 1950*, p. 843-4.
- ARNON. — 1954. Some recent advances in the study of essential micronutrients for green plants. — *8° Congr. int. Bot. Sect. 11-12. 1954*, p. 73-80.
- MYERS (J.). — 1951. Physiology of the algae. — *Ann. Rev. Microbiol. U. S. A.* 1951, 5, p. 157-80.

- MUNK (W. H.), RILEY (G. A.). — 1952. Absorption of nutrients by aquatic plants. — *J. Mar. Res. U. S. A.*, **11** (2), 1952, p. 215-40.
- GORBMAN (A.), CLEMENTS (M.), O'BRIEN (R.). — 1952. Utilization of radioiodine by invertebrates, with special study of several annelida and mollusca. — *J. Exper. Zool. U. S. A.*, **127** (1), 1954, p. 75-92.
- CVIIC (V.). — 1953. The bactericidal and bacteriostatical of antibiotics on marine bacteria. — *Acta adriatica. Inst. Oceanografiju i ribastvo. Split.*, **5** (7), 1953.
- MARGALEF (Ramon). — 1954. Un aparato para el cultivo de algas en condiciones regulables. — *Publ. Inst. Biol. apl.*, Barcelona, **17**, 1954.
- AUGIER (J.). — 1953. La constitution chimique de quelques Floridées Rhodomélacées. — *Rev. gén. Bot. fr.*, **60** (711), 1953, p. 257-83.
- DAO (S.). — 1954. Comportement de l'*Acetabularia mediterranea*. Lamour en culture. Etude de sa croissance. — *Rev. gén. Bot. fr.*, 1954, n° 728, 573-606.
- PARRY (G.). — 1954. Ionic regulation in the palaemonid prawn *Palaemon (Leander serratus)*. — *J. Expér. Biol. G.-B.*, **31** (4), 1954, p. 601-13.
- POTTS (W. T. W.). — 1954. — The energetics of osmotic regulation in brackisch- and fresh-water animals. — *J. Exper. Biol. G.-B.*, **31** (4), 1954, p. 618-30.
- HAROLD, STANIER. — 1955. The genera *Leucothrix* and *Triothrix*. — *Bacteriol. Rev. U. S. A.*, **19** (2), 1955, p. 49-64
- SCHACHTER (D.), SENEZ (J.), LEROUX-GILLERON (J.). — 1953. Notes préliminaires sur la dystrophie d'un étang saumâtre du littoral méditerranéen : « l'Étang de l'Olivier ». — *Vie et Milieu*, **4** (1), 1953, p. 701-6.
- SUFET (D. E.). — 1955. — Notes sur le phytoplancton du Bassin d'Arcachon. — *Vie et Milieu*, **6** (1), 1955.
- FISCHER, PIETTE (E.). — 1955. Répartition le long des côtes septentrionales de l'Espagne des principales espèces peuplant les rochers intercotidaux. — *Ann. Inst. Océan.*, **21** (2), 1955.
- THOMOPOULOS (A.). — 1955. Sur un aquarium d'eau de mer en circuit fermé installé au Laboratoire d'Anatomie et d'Histologie comparées à la Sorbonne. — *Bull. Inst. Océan.*, n° 1066, 1955.

