

CROISSANCE COMPARÉE DE *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* (LMK) DES ÉTANGS DE THAU ET DE SALSES-LEUCATE

par Pierre ARNAUD

L'étang de Salses-Leucate en Roussillon est une nappe d'eau d'environ 5 300 ha. Cet étang est en fait divisé en deux parties : au sud l'étang de Salses qui représente environ les deux tiers de la superficie totale, au nord l'étang de Leucate. Ces deux étangs sont séparés par une série de hauts-fonds (ils marquent la limite des deux départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales). Jusqu'à une date récente l'étang de Salses-Leucate n'était en communication permanente avec la mer que dans sa partie nord par le grau de Leucate, approfondi il y a quelques années. Depuis peu, la réfection du grau Saint-Ange, dans la partie sud, permet une arrivée plus importante et plus régulière d'eau marine.

Une étude préliminaire entreprise à partir de 1955, et les essais d'élevage de moules effectués à partir de 1958, ont montré qu'il était possible et souhaitable d'y développer la mytiliculture ; ceci, bien que l'étang de Salses-Leucate présente des conditions hydrologiques et écologiques très différentes de celles de l'étang de Thau qui, en matière de conchyliculture méditerranéenne, peut servir de référence.

L'implantation de la mytiliculture a donc débuté à partir de 1963. Les premiers résultats ont été satisfaisants mais il nous a paru nécessaire de les chiffrer. Aussi une étude comparative de la croissance de *Mytilus galloprovincialis* LAMARCK a-t-elle été entreprise à partir d'août 1962.

I. - Matériel et méthode.

Les observations qui servent de base à cette note ont été effectuées simultanément sur le parc expérimental de l'Institut des Pêches au large de la Pointe Saint-Félix dans l'étang de Thau et sur le parc expérimental de l'étang de Salses-Leucate ; ce dernier est situé dans la partie sud de l'étang entre le hameau de Garrieux et la pointe de Coudouleyre, c'est-à-dire dans la partie actuellement la plus défavorisée.

Du naissain de *Mytilus galloprovincialis* a été prélevé dans les canaux de Sète le 20 août 1962. Il s'agit vraisemblablement de moules provenant d'émissions du printemps précédent. Ce lot, composé d'individus de 4 à 38 mm, présentait une homogénéité très satisfaisante (mode 17 mm, moyenne 19,3 mm, poids moyen 1 g).

Ce naissain fut mis en cordes à bourses selon la technique d'élevage par suspension, en pratique dans les étangs méditerranéens. Ces cordes à bourses furent placées sur les parcs expérimentaux de Thau et de Salses à quelques jours d'intervalle. Les prélèvements furent faits d'août 1962 à juin 1964 soit pendant vingt-deux mois. Il faut noter que les écarts de temps entre deux prélèvements n'ont pu être absolument réguliers ; ils se situent entre 51 et 121 jours. Chaque prélèvement

de coquillage était accompagné de prises d'eau avec relevé de la température *in situ*. Les prélèvements d'eau plus fréquents que les prélèvements de moules, ont fait l'objet des dosages, par méthodes chimiques, de la chlorinité (Cl‰), du calcium et du magnésium (Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺).

Les mensurations et pesées pour chaque lot ont été faites en millimètres et en décigrammes ; pour l'établissement des graphiques les paramètres classiques ont été calculés afin de déterminer l'intervalle de confiance pour chaque moyenne et son degré de signification par rapport à la précédente. L'examen a porté sur 6 500 individus.

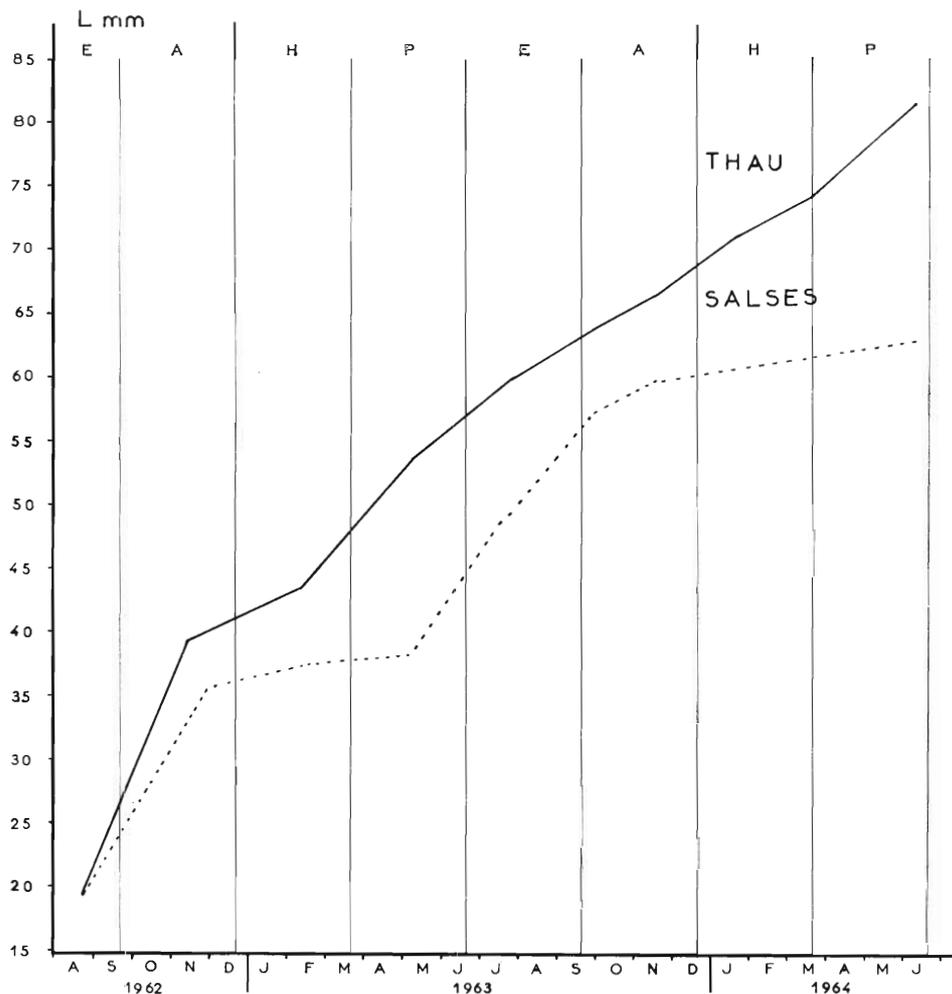


FIG. 1. — Croissance comparée en taille.

2. - Croissance.

a) Croissance en taille.

Dans l'étang de Thau, la taille moyenne est passée de 19,3 mm le 20 août 1962, date de l'immersion, à 81,4 mm en juin 1964; ceci traduit une croissance de 62,1 mm en 661 jours, c'est-à-dire une croissance moyenne journalière de 0,0939 mm. Cette croissance n'est pas continue et l'examen de la courbe permet de mettre en évidence cinq phases principales (fig. 1).

a) Du 20 août au 13 novembre 1962, période d'accroissement rapide (20,01 mm en 85 jours) ; cette croissance est supérieure de 12,03 mm à la croissance moyenne théorique qui serait de 7,98 mm.

b) Du 13 novembre 1962 au 13 février 1963, période de croissance ralentie ; dans ce cas elle est nettement inférieure à la croissance moyenne ($-4,55$).

c) Du 13 février au 18 juillet 1963, période de bonne croissance mais plus rapide entre février et mai ($+2,38$) qu'entre mai et juillet ($-0,37$).

d) Du 18 juillet 1963 au 20 mars 1964, période de croissance ralentie ; le taux de croissance reste malgré tout supérieur à ce qu'il était lors du premier hiver : maximum $-2,03$ entre le 30 septembre et le 20 novembre, minimum $-3,82$ entre le 20 novembre et le 20 mars.

e) Du 20 mars au 11 juin 1964, période de croissance relativement active voisine de la croissance moyenne ($-0,52$).

Pour l'étang de Salses, la croissance moyenne est passée de 19,3 mm le 20 août 1962 à 62,8 mm le 10 juin 1964. La taille moyenne a donc augmenté de 43,4 mm en 660 jours ce qui représente une croissance moyenne journalière de 0,06586 mm. L'examen de la courbe de croissance fait ressortir cette fois quatre phases principales (fig. 1).

a) Du 20 août au 27 novembre 1962, période d'accroissement rapide : 16,4 mm en 99 jours ; cette croissance est très supérieure à la croissance moyenne ($+9,93$).

b) Du 27 novembre 1962 au 7 mai 1963, période de croissance ralentie et nettement inférieure à la croissance moyenne : $-3,80$ du 27 novembre au 19 février, $-4,30$ du 19 février au 7 mai.

c) Du 7 mai au 24 septembre 1963, période de croissance active, plus marquée entre mai et juillet ($+5,55$) qu'entre juillet et septembre ($+3,92$).

d) Du 24 septembre 1963 au 10 juin 1964 ralentissement de la croissance, plus accentué en période hivernale et se prolongeant pendant la saison printanière :

— 1,07 du 24 septembre au 19 novembre 1963 ;

— 5,91 du 19 novembre 1963 au 18 mars 1964 ;

— 4,32 du 18 mars au 10 juin 1964.

Ces observations sur la taille permettent de tirer certaines conclusions.

1) La croissance linéaire de *Mytilus galloprovincialis* est plus rapide dans l'étang de Thau que dans la partie sud de l'étang de Salses-Leucate : respectivement 62,1 mm en 661 jours et 43,4 mm en 660 jours.

La croissance linéaire des moules de Salses est donc inférieure de 30 % à celle de l'étang de Thau.

2) Dans les étangs la croissance la plus rapide se situe entre l'immersion et le mois de novembre, la croissance étant plus rapide à Thau qu'à Salses.

3) Dans les deux étangs on enregistre un net ralentissement de la croissance au cours de la première année. Ce ralentissement se situe, pour l'étang de Thau, entre novembre et février ; il se prolonge dans l'étang de Salses jusqu'en mai.

4) La phase suivante est une phase de croissance relativement rapide. Elle est plus marquée mais aussi plus courte à Salses qu'à Thau : respectivement 18,6 mm en 140 jours et 16,5 mm en 155 jours.

5) Dans l'étang de Thau on note un ralentissement de croissance au cours du deuxième été ; il se prolonge jusqu'à la fin de l'hiver suivant et il est moins marqué que celui constaté lors du premier hiver. Dans l'étang de Salses un ralentissement analogue est observé mais il n'est sensible qu'au début de l'automne et se prolonge jusqu'en juin suivant.

b) Croissance pondérale.

Pour l'étang de Thau le poids moyen de chaque individu au moment de l'immersion est de 1 gramme ; il atteint 47,4 g en juin 1964. Ceci représente une augmentation pondérale de 46,4 g en 661 jours c'est-à-dire une augmentation pondérale journalière de 0,07015 g. Cette augmentation n'est pas non plus continue, on peut la diviser en cinq phases principales (fig. 2).

a) De l'immersion au 13 novembre 1962 on enregistre une augmentation nette (5,80 g en 85 jours) mais cependant inférieure de 0,16 à l'augmentation moyenne théorique qui serait de 5,96.

b) Du 13 novembre 1962 au 13 février 1963, c'est-à-dire pendant l'hiver, l'augmentation en poids est faible ($-4,56$).

c) A partir de la mi-février 1963 le poids augmente rapidement jusqu'à la mi-juillet. Cette augmentation est légèrement supérieure à l'augmentation moyenne : $+0,14$ du 13 février au 9 mai, $+0,98$ du 9 mai au 18 juillet.

d) Durant le deuxième été et le deuxième automne l'augmentation en poids diminue sensiblement : $-1,49$ du 18 juillet au 30 septembre et $-2,29$ du 30 septembre au 20 novembre.

e) Depuis la fin novembre 1963 jusqu'à la fin des prélèvements en juin 1964 le poids augmente à nouveau, moyennement d'abord puis très rapidement à partir du mois de mars : $+0,10$ entre novembre et mars, $+7,28$ entre mars et juin.

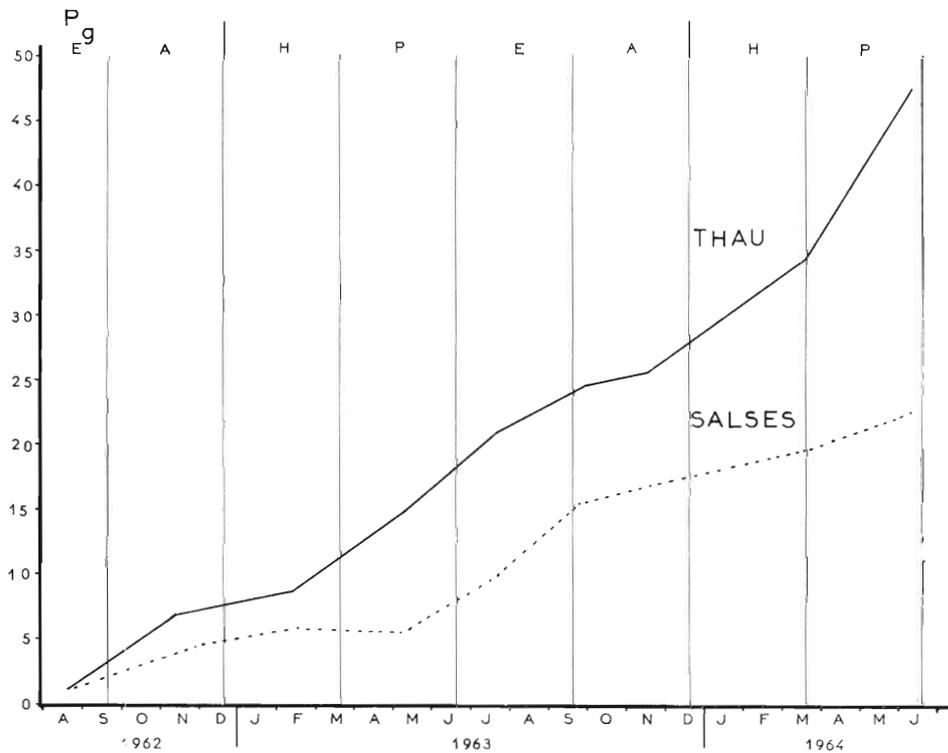


FIG. 2. — Croissance comparée en poids.

Dans l'étang de Salses la moyenne en poids est passée de 1 g à 22,5 g en juin 1964, ce qui traduit une augmentation pondérale totale de 21,5 g et une moyenne journalière de 0,03257 g. Comme pour l'étang de Thau on assiste à une augmentation qui n'est pas continue et que l'on peut classer en cinq phases successives (fig. 2).

a) De l'immersion au 27 novembre 1962 on note une augmentation qui est supérieure à l'augmentation moyenne calculée sur 660 jours ($+0,27$).

b) Pendant la phase suivante un net ralentissement se manifeste de novembre 1962 à février 1963 ($-1,44$) ; il est suivi d'un arrêt total de février à mai 1963 ($-2,91$).

c) Du 7 mai au 24 septembre 1963, nouvelle période d'augmentation nettement supérieure à l'augmentation moyenne : $+1,82$ du 7 mai au 16 juillet, $+3,62$ du 16 juillet au 24 septembre.

d) A partir de l'automne 1963 jusqu'en mars 1964 l'augmentation en poids est faible $-0,32$ du 24 septembre au 19 novembre, $-1,31$ du 19 novembre au 18 mars.

e) De mars à juin 1964, amorce de relèvement qui se traduit par une légère augmentation par rapport à l'augmentation moyenne ($+0,27$).

Dans ces conditions deux faits sont mis en évidence.

1) L'augmentation en poids est plus rapide et plus élevée dans l'étang de Thau que dans la partie sud de l'étang de Salses-Leucate : 46,4 g en 661 jours à Thau, 21,5 g en 660 jours à Salses. La croissance pondérale des moules de l'étang de Salses représente, pour la période d'observation, 46 % de celle des moules de Thau.

2) L'allure générale des courbes est la même dans les deux cas. On note cependant au cours du premier hiver et du printemps suivant un ralentissement plus prolongé à Salses qu'à Thau. De même, le ralentissement de croissance que l'on remarque à Thau au cours du deuxième automne se prolonge à Salses jusqu'à la fin de l'hiver suivant. L'augmentation de poids constatée au cours des derniers mois d'observations est plus sensible à Thau qu'à Salses.

3. - *Examen de certains facteurs physico-chimiques, leur influence.*

1° **Température** (fig. 3). Pendant la durée de ces observations, c'est-à-dire du 20 août 1962 au 11 juin 1964, la température prise à un mètre sous la surface à l'emplacement des parcs expérimentaux a varié entre 3°80 et 24°90 pour Thau et entre 2°80 et 24°60 pour Salses. L'examen des courbes de variation montre que dans l'ensemble les températures enregistrées à Thau ont été très voisines de celles relevées à Salses. Dans les deux cas on observe :

une diminution régulière de la température entre août et février 1963 ;

une reprise rapide à partir de février 1963 jusqu'en juillet-août de la même année (maximum à Thau en août 24°90 ; maximum à Salses en juillet 24°60) ;

une baisse rapide entre juillet-août et décembre 1963 (minimum fin décembre : à Thau 3°80, à Salses 2°80) ;

une remontée à partir de la fin décembre 1963, plus précoce que l'année précédente ; cette reprise qui s'est prolongée au moins jusqu'à la fin des observations, a marqué dans les deux cas un léger temps d'arrêt au cours du mois de mars.

Si on peut voir dans la diminution de la température au cours du premier et du second hiver une certaine relation avec le ralentissement de croissance de la taille enregistrée à ces deux époques dans les deux étangs, il est bien certain que la température ne peut être considérée comme la seule cause de ce ralentissement. En effet, nous avons vu que le ralentissement de la croissance est beaucoup plus long à Salses qu'à Thau. Pour la même raison la température ne peut être considérée comme le seul facteur influençant la croissance pondérale.

2° **Salinité** (fig. 3). Pendant la même période et toujours à l'emplacement des parcs, la salinité, calculée d'après les tables de Knudsen après dosage de Cl‰, a varié à Thau entre 23,77 et 39,60‰ et à Salses entre 12,23 et 21,82. Ainsi, contrairement à ce qui se produit pour la température, les valeurs de la salinité sont très différentes à Thau et à Salses. Néanmoins les courbes de variations présentent une certaine analogie.

A Thau la salinité qui, le 20 août 1962 est de 39,60‰ tombe à 33,31 le 13 novembre suivant, passe par un minimum (28,39) dans le courant de février, pour augmenter ensuite régulièrement jusqu'en août 1963 (35,10). Le taux se maintient à une valeur à peu près constante pendant deux mois puis s'abaisse à partir de la fin octobre pour atteindre un nouveau minimum en mars 1964 (23,77). Au cours du printemps 1964 la salinité augmente à nouveau : 29,20‰ le 11 juin.

A Salses, au début des observations, le taux de salinité est de 21,82‰; il diminue rapidement jusqu'en fin novembre et se maintient à un niveau minimum jusqu'en mars 1963 (12,23). Il s'accroît ensuite jusqu'au mois d'août (18,78) et tombe brusquement en septembre 1963 (14,22). La période hivernale verra une salinité faible se maintenir (15,0) et amorcer une lente remontée en juin 1964 (16,33‰).

Pour l'étang de Thau, bien que d'une manière générale la baisse de salinité corresponde à la période hivernale, c'est-à-dire à la période de ralentissement de croissance, les variations de salinité ne semblent pas avoir une importance essentielle dans le développement des moules en taille et en poids. En effet le minimum de salinité enregistré en mars et avril 1964 se situe en période de croissance satisfaisante du point de vue de la taille et excellente en ce qui concerne le poids.

En revanche dans l'étang de Salses les variations de salinité paraissent avoir une relation beaucoup plus étroite avec les variations de croissance linéaire et même pondérale. On remarque que la croissance linéaire, en particulier, est très faible chaque fois que la salinité tombe au-dessous de 15 ‰.

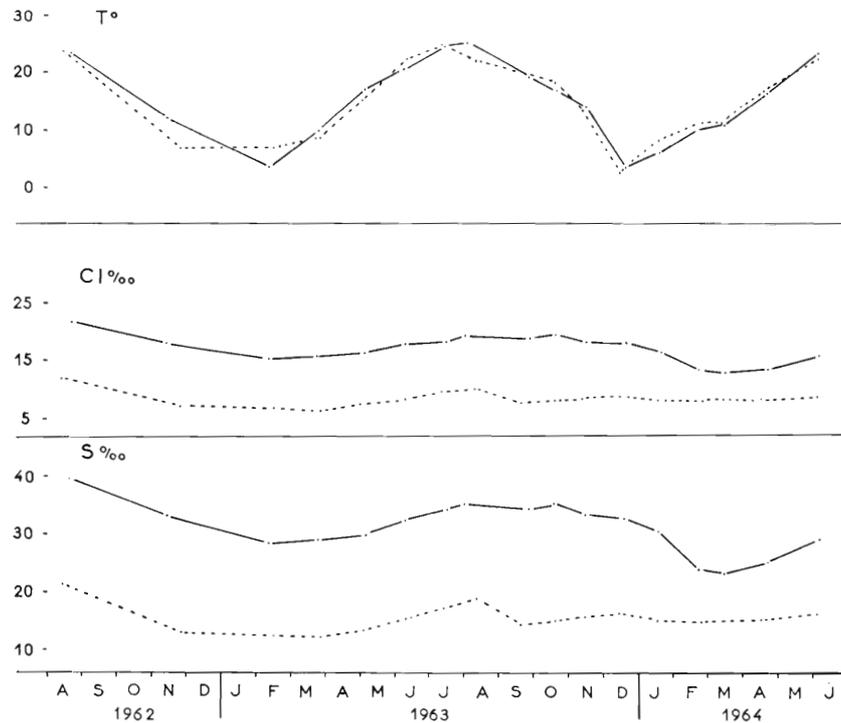


FIG. 3. — Facteurs physico-chimiques : température, chlorinité, salinité (trait plein : étang de Thau, pointillé : étang de Salses).

3° Calcium (fig. 4). Durant la période des observations la teneur en calcium a varié de 303 à 440 mg/l à Thau et de 205 à 297 mg/l à Salses. Les courbes de variations du calcium présentent une analogie certaine avec celles de la salinité. En valeur absolue, l'amplitude des variations d'une saison à l'autre est plus élevée à Thau qu'à Salses, mais à Salses ces variations sont plus fréquentes. On peut faire à propos du calcium la même remarque que pour la salinité. Pour l'étang de Thau, compte tenu du fait que les baisses de la teneur en calcium correspondent aux périodes hivernales, les variations ne semblent pas avoir une importance très grande pour le développement des moules. La teneur en calcium dans l'étang de Thau paraît être toujours suffisante. Au contraire dans l'étang de Salses on remarque une relation plus étroite entre le taux de calcium et les variations de croissance ; en particulier, la croissance linéaire est ralentie lorsque la teneur en ions Ca descend au-dessous de 250 mg/l environ.

4° Magnésium (fig. 4). Dans les deux étangs les variations du taux de magnésium sont plus fortes que celles de la salinité et du taux de calcium. D'autre part, la différence de teneur en magnésium entre Salses et Thau est proportionnellement beaucoup plus grande que les différences relevées pour le calcium et pour la salinité : 923 à 1 222 mg/l à Thau et 591 à 886 mg/l à Salses.

Compte tenu de ces deux observations les variations en magnésium présentent une analogie certaine avec celles du calcium et de la salinité. Et l'on pourrait faire à propos de la relation entre la teneur en magnésium et la croissance des observations analogues à celles faites pour la salinité et la teneur en calcium.

Rapport Ca/Mg (fig. 4). Contrairement à ce que l'on a remarqué pour les facteurs précédents,

le calcul du rapport Ca/Mg a montré que les valeurs sont à Salses toujours supérieures à celles de Thau. Ceci s'explique aisément puisque la différence de teneur en calcium entre Salses et Thau est beaucoup plus faible que les différences de teneur en magnésium.

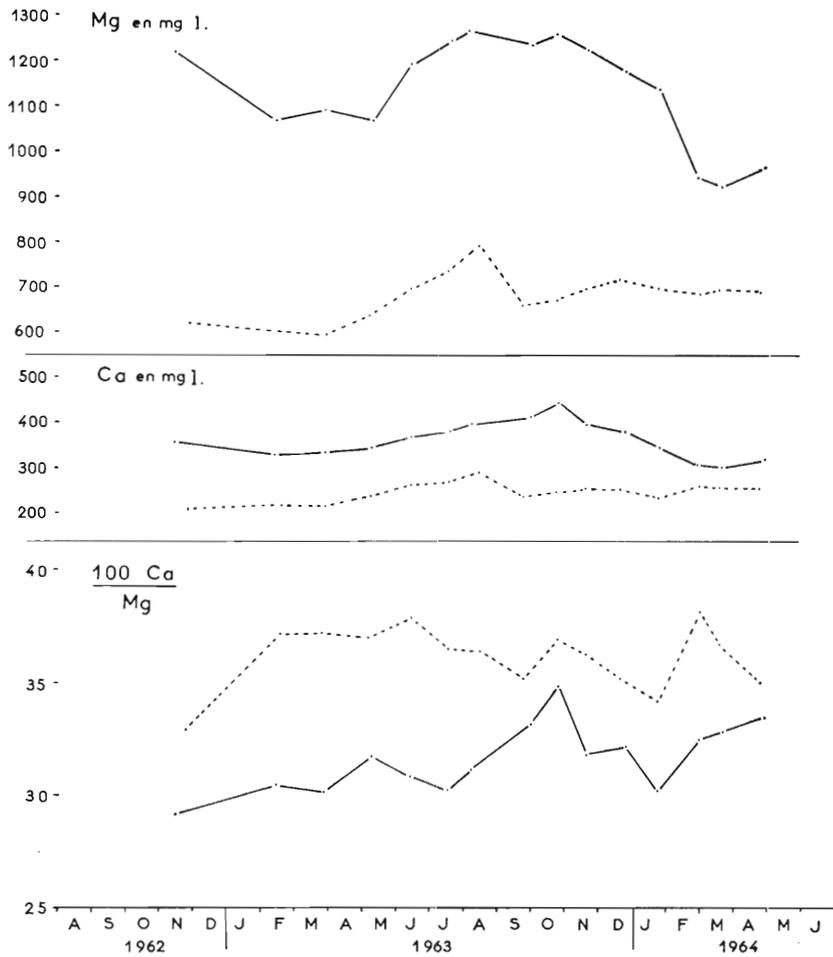


FIG. 4. — Facteurs physico-chimiques : magnésium, calcium et rapport Ca/Mg (trait plein : étang de Thau, pointillé : étang de Salses).

Conclusions.

Cette étude comparée de la croissance de *Mytilus galloprovincialis* dans deux milieux différents conduit à faire trois remarques principales.

1) Les variations dans la salinité, la teneur en calcium et en magnésium ont d'autant plus d'importance sur la croissance que le milieu est plus dilué.

2) La croissance des moules, linéaire et surtout pondérale, est plus faible dans l'étang de Salses que dans l'étang de Thau. Il faut préciser cependant que nous avons choisi à Salses la partie de l'étang où la dilution est la plus grande, et que, de toute manière, la croissance obtenue à Salses reste satisfaisante puisque les moules atteignent la taille marchande dans un délai de douze mois. D'ailleurs dans les parcs à moules actuellement en place dans le nord de l'étang, partie Leucate, ce délai est nettement réduit.

3) Les facteurs physico-chimiques étudiés ne suffisent pas à expliquer les différences de croissance constatées entre les moules de Salses et celles de Thau, surtout en ce qui concerne le poids. En effet la croissance pondérale à Salses est plus faible que la croissance linéaire par rapport à celles obtenues dans l'étang de Thau.

Cette observation nous incite à l'étude d'un autre facteur : la teneur en éléments nutritifs. C'est pourquoi nous entreprenons l'étude comparée de la teneur en matières organiques et en pigments contenus dans le phytoplancton, pour les eaux de l'étang de Thau et celles de l'étang de Salses-Leucate. Le taux de pigment étant considéré non seulement comme une estimation des éléments nutritifs mais comme un indicateur de la richesse du milieu en carbone organique, azote et phosphore.

BIBLIOGRAPHIE

- ARNAUD (P.), 1961. — Note préliminaire sur l'hydrologie de l'étang de Salses-Leucate (Température et Salinité). — *Comm. int. Explor. sci. Mer Médit., Rapp. et P.V.*, **16** (3) : 773-80.
- AUDOUIN (J.), 1962. — Hydrologie de l'étang de Thau. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **26** (1) : 1-104.
- BRIENNE (H.), 1955. — Les gisements de moules du Boulonnais. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **19** (3) : 389-414.
- BESADA-RIAL (J.-R.) et RODRIGUEZ-MOLINS (L.), 1962. — Determinacion complexometrica de los iones calcio y magnesio en el agua del mar y estudio de las variaciones de su concentracion en las aguas de la ria de Vigo. — *Bol. Inst. esp. Oceanogr.*, Madrid, n° 111, 11 p.
- DE ANGELIS (C.), 1949. — Osservazioni su alcuni stagni della Sardegna meridionale. — *Boll. Pesca, Pisc., e Idrobiol.*, **4** (2) : 190-215.
- FONTAINE (M.), 1960. — Remarque sur les difficultés des recherches éco-physiologiques appliquées à la solution de certains problèmes posés par l'étude écologique des milieux lagunaires. — *Comm. int. Explor. sci. Mer Médit., Rapp. et P.V.*, **15** (3) : 163-70.
- GÉNOVÈSE (S.), 1961. — Analisi biometrica di una popolazione *Mytilus galloprovincialis* LAMARCK (Moll. Lam.) vivente nella laguna veneta. — *Comm. int. Explor. sci. Mer Médit., Rapp. et P.V.*, **16** (3) : 799-809.
- GOURRET (P.), 1897. — Les étangs saumâtres du midi de la France et leurs pêcheries. — *Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille*, **5**, mém. 1, 386 p.
- HARVEY (H.W.), 1949. — Chimie et biologie de l'eau de mer. — Trad. de l'anglais par Cl. FRANCIS-BŒUF et Cl. LALOU. Paris, Presses univ. France, 179 p., bibl. 12 p.
- KNUDSEN (M.), 1901. — Hydrographical tables. — Copenhague, TUTEIN et KOCH, 63 p.
- KURC (G.), 1961. — Foraminifères et Ostracodes de l'étang de Thau. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **25** (2) : 133-247 (thèse).
- LUBET (P.), 1959. — Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les Mytilidés et les Pectinidés (Mollusques bivalves). — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **23** (4) : 299-548 (thèse).
- MARS (P.), 1952. — Contributions à l'étude biologique des étangs méditerranéens. Faune malacologique de l'étang de Salses (Pyr.-Or.). — *Vie et Milieu, Bull. Lab. Arago*, **3** (2) : 148-50.
- 1961. — Recherches sur quelques étangs du littoral méditerranéen français et sur leurs faunes malacologiques. — Paris Fac. Sci., 270 p. (thèse).
- NISBET (M.) et SCHACHTER (D.), 1961. — Constituants chimiques des eaux de quelques étangs littoraux. — *Bull. Inst. océanogr.*, Monacc, n° 1207, 45 p.
- NISBET (M.), PETIT (G.) et SCHACHTER (D.), 1958. — Caractères chimiques de quelques étangs méditerranéens. Considérations sur la classification des eaux saumâtres (Note préliminaire). — *Verh. int. Ver. Limnol.*, **13** : 672-5.
- PETIT (G.), 1953. — Introduction à l'étude écologique des étangs méditerranéens. — *Vie et Milieu, Bull. Lab. Arago*, **4** (4) : 569-604.
- RENZONI (A.) et SACCHI (C.F.), 1961. — Notes sur l'écologie de la moule (*Mytilus galloprovincialis* LMK) dans le lac Fusaro (Naples). — *Comm. int. Explor. sc. Mer Médit., Rapp. et P.V.*, **16** (3) : 811-14.
- RICCI (E.), 1957. — Contribution à la biométrie, à la biologie et à la physico-chimie de la moule commune *Mytilus galloprovincialis* LMK. — *Ann. Stat. Oceanogr. Salammbô*, **11** : 1-163.
- SCHLIEPER (C.), 1958. — Sur l'adaptation des invertébrés marins à l'eau de mer diluée. — *Vie et Milieu, Bull. Lab. Arago*, **9** (2) : 139-52.
- SOUSA (A. DE), 1954. — La détermination rapide du calcium et du magnésium dans l'eau de mer. — *Analyt. Chim. Acta*, **11** (3) : 221-4.
- SUDRY (L.), 1910. — L'étang de Thau. Essai de monographie océanographique. — *Ann. Inst. océanogr.*, n.s. **1** (10), 210 p.
- SVERDRUP (H.U.), JOHNSON (M.W.) et FLEMING (R.H.), 1954. — The oceans. Their physics, chemistry and general biology. — New York, Prentice-Hall, 1 087 p., 265 fig., 121 tabl., 8 cartes.