

INFLUENCE DE LA TEMPERATURE SUR LA PHYSIOLOGIE
DE L'HUITRE *Crassostrea gigas*

Jean-Luc Le Gall & Olivier Raillard

IFREMER, Laboratoire des écosystèmes conchylicoles
B.P. 133, 17390 La Tremblade

Mots-clés: temperature, nourriture, respiration, filtration, *Crassostrea gigas*

Key words: temperature, nourriture, respiration, filtration rate, *Crassostrea gigas*

Résumé

A la suite d'une acclimatation de quatre semaines à différentes températures (30, 25, 20, 15 et 10°C), pour une concentration donnée de nourriture (2.10^7 cellules de *Chaetoceros calcitrans*. l^{-1}), un suivi de la croissance et de l'évolution des constituants biochimiques de *Crassostrea gigas* a montré un effet négatif de la température élevée et de la température basse (30°C et 10°C) sur la croissance; la teneur en sucres totaux et en glycogène est inversement proportionnelle à la température, en relation avec la gamétogénèse.

Parallèlement, des mesures de filtration, de respiration et de consommation, effectuées à des concentrations de nourriture variables (10^6 à 8.10^7 cellules $.l^{-1}$) ont montré une meilleure adaptation des huîtres à 20°C, au bout d'un mois d'acclimatation.

Summary

**Influence of temperature on the physiology
of the oyster *Crassostrea gigas***

After four weeks' stabulation, at temperatures ranging from 30°C to 10°C for a given level of food (2.10^7 cells of *Chaetoceros calcitrans*. l^{-1}), a study of the growth and evolution of the biochemical contents of the oyster *Crassostrea gigas* showed a negative effect of high (30°C) and low (10°C) temperatures on growth; levels of total glucid and glycogen were inversely proportional to temperature and related to gametogenesis.

At the same time measurements of the filtration rate, respiration and food consumption done at different levels of food (10^6 to 8.10^7 cells. l^{-1}) showed a better adaptation of the oysters to 20°C after one month.

INTRODUCTION

L'étude de l'influence des paramètres physiques et trophiques (quantité et qualité de la nourriture) sur l'évolution biochimique et le comportement nutritionnel de *C. gigas* est une étape obligée vers une meilleure compréhension du fonctionnement de l'écosystème du bassin de Marennes-Oléron.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Des huîtres *Crassostrea gigas* d'un an (8-15 g de poids total vivant) issues du bassin de Marennes-Oléron ont été acclimatées aux températures suivantes : 10, 15, 20, 25 et 30°C, dans des bacs de 100 litres contenant 50 huîtres, avec un renouvellement d'eau de 10 % par jour qui assure une concentration de l'ordre de 2.10^7 cellules de *Chaetoceros calcitrans* par litre.

La croissance a été mesurée (chaque semaine) sur 10 huitres par bac. En fin d'acclimatation, neuf huitres ont été sacrifiées à chacune des températures afin d'effectuer des mesures biochimiques (protéines, glucides, lipides).

Les résultats exprimés ici montrent l'effet de deux charges nutritionnelles opposées (5.10^6 et 8.10^7 cellules.l⁻¹) sur la consommation et la filtration.

L'étude de la filtration s'est faite par la méthode indirecte en mesurant la différence de concentration en algue entre un témoin (enceinte vide) et la sortie d'une enceinte contenant une huitre. Le flux était de l'ordre de 2 litres par heure et par huitre ; la concentration en algue a été déterminée par des mesures au Counter Coulter.

La consommation a été déterminée en multipliant le taux de filtration par la concentration initiale de l'enceinte (témoin).

La respiration représente la différence de décroissance d'oxygène entre une enceinte témoin (eau filtrée à 1 μ) et une enceinte identique avec huitre, la mesure ne commençant qu'après ouverture de l'huitre.

La significativité des différences obtenues est déterminée par une analyse de variance à 2 facteurs croisés.

RÉSULTATS - DISCUSSION

L'étude des composants biochimiques met en évidence un effet thermique sur la gamétogenèse, en accord avec les données de Deslous-Paoli *et al.* (1988) sur le milieu naturel ou celles de Mann (1979) en conditions expérimentales.

A 10 et 15°C, il y a accumulation de réserves glucidiques (fig. 1), alors qu'à 20 et 25°C l'importance relative des protéines et des lipides correspond à la synthèse de gamètes (ponte à 5 semaines à 20 et 25°C, soit 700 à 875 degrés-jours) (fig. 2).

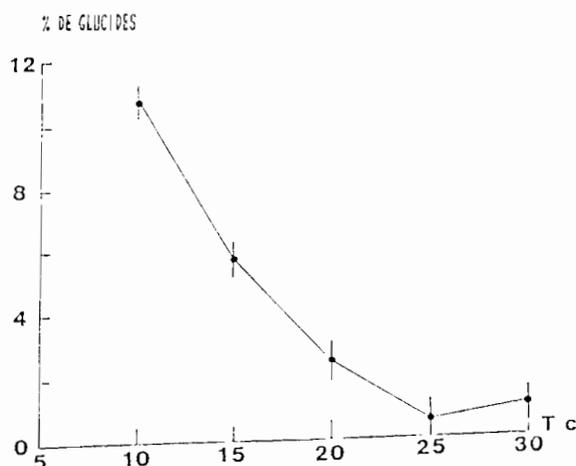


Fig. 1 - Pourcentage de glucides totaux dans la chair de *C. gigas* en fonction de la température d'acclimatation, au bout de 4 semaines (barres verticales : erreur standard à la moyenne après analyse de variance).

- Percentage of total sugar in the flesh of *C. gigas*, according to acclimatation temperature, at the end of four weeks (vertical bars : standard error interval for mean) (after ANOVA).

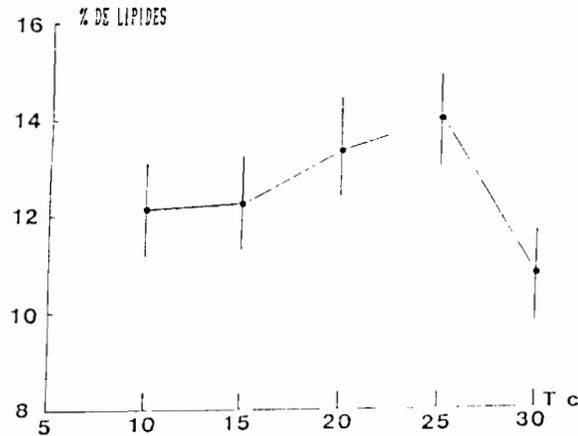


Fig. 2 - Pourcentage de lipides dans la chair sèche de *C. gigas* (barres verticales : erreur standard à la moyenne après analyse de variance).

- Percentage of lipids in the flesh of *C. gigas* (vertical bars : mean standard error interval for mean) (after ANOVA).

A 30°C, les huîtres sont en conditions pratiquement létales caractérisées par l'absence de réserves et une croissance à peu près nulle.

Cette croissance est maximale à 15, 20 et 25°C au bout de 4 semaines d'acclimatation, mais les résultats de plusieurs jours supplémentaires passés dans les mêmes conditions thermiques semblent indiquer que les huîtres à 10°C ont amélioré leur performance de croissance.

La mesure des termes du bilan énergétique en fonction de la température et de la quantité de nourriture montre un effet régulateur de la filtration ; celle-ci décroît aux fortes charges nutritionnelles, excepté à 20°C où elle reste constante (2,3 l.h⁻¹.gPS⁻¹) (fig. 3 et 4).

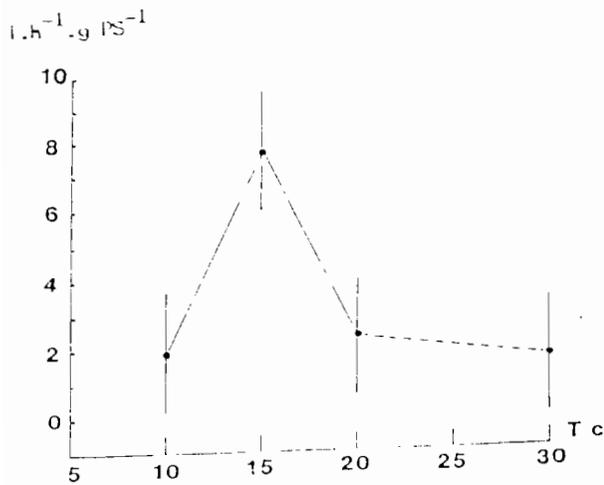


Fig. 3 - Taux de filtration à 5.10⁶ cellules par litre.
- Filtration rate at 5.10⁶ cells.l⁻¹.

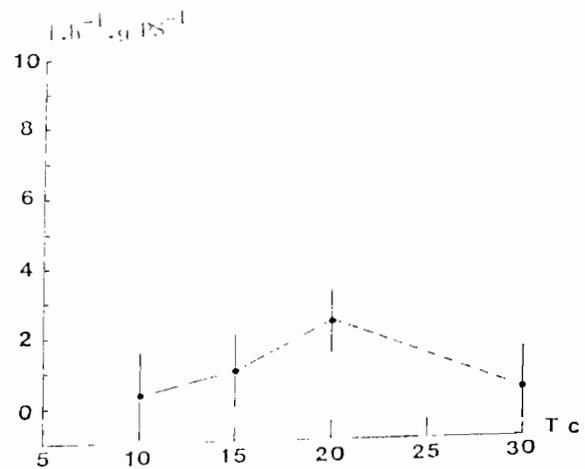


Fig. 4 - Taux de filtration à 5.10⁷ cellules par litre.
- Filtration rate at 5.10⁷ cells.l⁻¹.

Ce dernier résultat est contraire aux données de Gerdés (1983) ($2,5 \text{ l.h}^{-1}.\text{gPS}^{-1}$ à $5.10^7 \text{ cellules.l}^{-1}$; $1,3 \text{ l.h}^{-1}.\text{gPS}^{-1}$ à $10^8 \text{ cellules.l}^{-1}$) mais en accord avec celles de Palmer (1980) sur *Crassostrea virginica* ($2 \text{ l.h}^{-1}.\text{gPS}^{-1}$; filtration constante).

La quantité consommée reste néanmoins supérieure aux fortes concentrations de nourriture, atteignant $11.10^7 \text{ cellules.h}^{-1}.\text{gPS}^{-1}$ à 20°C , soit $3,3 \text{ mg.h}^{-1}.\text{gPS}^{-1}$ (Palmer, 1980 ; 4 à $8 \text{ mg.h}^{-1}.\text{gPS}^{-1}$ avec *Isochrysis galbana*).

La filtration et la consommation décroissent à des températures supérieures à 20°C , en accord avec les résultats de nombreux auteurs sur différents bivalves (Riva & Massé, 1983 ; Widdows, 1976 ; Schulte, 1975) (fig. 5).

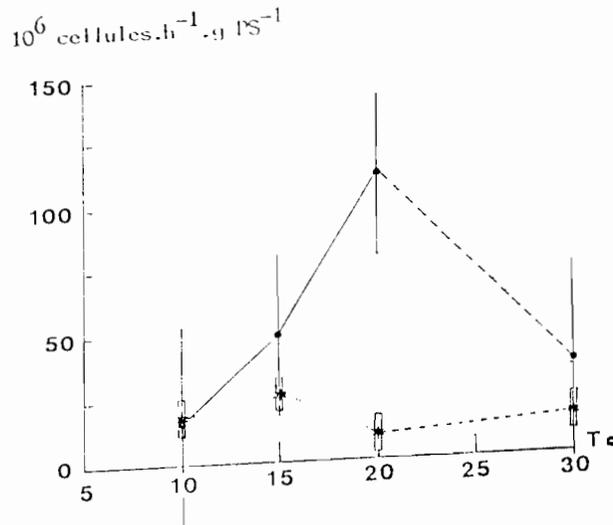


Fig. 5 - Consommation à 5.10^6 cellules par litre () et consommation à 8.10^7 cellules par litre ().
Food consumption at $5.10^6 \text{ cells.l}^{-1}$ and food consumption at $8.10^7 \text{ cells.l}^{-1}$.

La respiration est maximale à 20°C ($2,06 \text{ mg O}_2 \text{ consommés h}^{-1}.\text{gPS}^{-1}$, soit $2,88 \text{ ml O}_2.\text{h}^{-1}.\text{gPS}^{-1}$ à $8.10^7 \text{ cellules.l}^{-1}$).

Ces valeurs sont comparables aux résultats de Bayne et al. (1976) sur *Mytilus edulis*, mais nettement plus élevées que celles proposées par Shumway et Koehn (1982) pour *Crassostrea virginica* ($0,1$ à $0,3 \text{ ml.h}^{-1}.\text{gPS}^{-1}$) (fig. 6).

La baisse de consommation d'oxygène après 20°C ne suit pas le type linéaire proposé par Dame (1972) et Newell et al. (1977) mais est en accord avec d'autres auteurs (chute de la quantité d'oxygène consommée, à des températures élevées), notamment Bodoy et al. (1986) sur *Ruditapes philippinarum* et *Ruditapes decussatus*.

Enfin, la respiration semble dépendre de la quantité de nourriture, contrairement aux données de Widdows et Bayne (1971) pour *Mytilus edulis*, en augmentant avec la charges nutritionnelle.

Le rapport « consommation sur respiration » montre que les organismes acclimatés à 20°C sont les plus rentables du point de vue énergétique, malgré leurs dépenses métaboliques plus élevées (fig. 7). A 20°C , en effet,

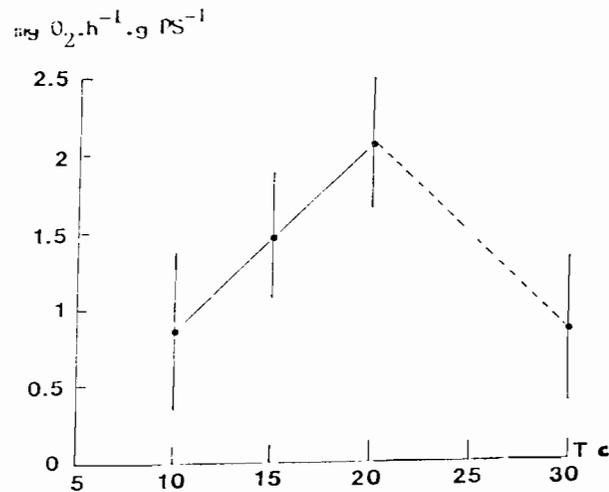


Fig. 6 - Respiration à $8 \cdot 10^7$ cellules par litre.
- Oxygen consumption at $8 \cdot 10^7$ cells.l⁻¹.

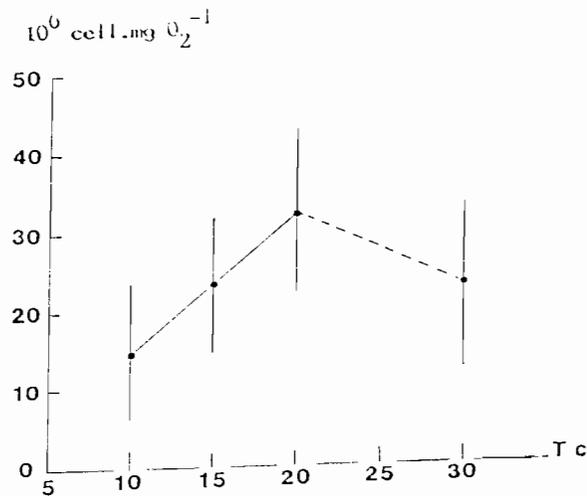


Fig. 7 - Rapport consommation/respiration en fonction de la température.
- Scope for activity according to temperature.

ce rapport atteint $22 \cdot 10^6$ cellules consommées par ml d'oxygène utilisé, contre $8,9 \cdot 10^6$ cellules à 15°C.

CONCLUSION

Les mesures biochimiques et de nutrition effectuées à 30°C définissent cette température comme sub-létale pour *C. gigas*. L'interaction significative des facteurs température et nourriture sur la filtration nous révèle que les animaux acclimatés à la température du milieu naturel sont les seuls à garder une filtration constante pour des teneurs nutritives différentes ; dans cette mesure, nos résultats se rapprochent de ceux obtenus par Deslous-Paoli *et al.* (1987) en milieu naturel. Les phénomènes de régulation signalés par de nombreux auteurs (Gerdes, 1983 ; Langefoos, 1975 ; Epifanio, 1977) n'interviennent que pour les autres gammes de température.

Enfin, l'influence de la turbidité sur le bilan énergétique reste à étudier, afin d'évaluer l'impact de fortes concentrations particulières sur les capacités d'assimilation des huîtres.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bayne B.L., 1976. - Marine mussels, their ecology and physiology (Bayne B. ed.). - Cambridge University Press, London.
- Bodoy A., Riva A., Maitre-Allain Th., 1986. - Comparaison de la respiration de *Ruditapes decussatus* (Linné) et *R. Philippinarum* (Adam & Reeve) en fonction de la température. - *Vie et Milieu*, 36 (3) : 83-89.
- Dame F., 1972. - The ecological energies of growth, respiration and assimilation in the intertidal American oyster *Crassostrea virginica*. - *Mar. Biol.* 17 : 243-250.
- Deslous-Paoli J.M., Héral M., 1988. - Proximate biochemical composition and energy values of *Crassostrea gigas* (Thunberg) cultured in the Bay of Marennes-Oleron. - *Aquatic Living Ressources* : sous presse.
- Epifanio C.H.E. & Ewart J., 1977. - Maximum ration of four algal diets for the oyster *C. virginica* (Gmelin). - *Aquaculture* : 11, 13-29.
- Gerdes D., 1983. - The Pacific oyster *Crassostrea gigas*. I. Feeding behavior of larvae and adult. - *Aquaculture* 31 : 195-219.
- Langefoss C.M. & Maurer D., 1975. - Energy partitioning in the American oyster, *C. virginica*. - *Proceedings of the national Shellfisheries Association*, 65 : 20-25.
- Mann R., 1979. - Some biochemical and physiological aspects of growth and gametogenesis in *Crassostrea* and *Ostrea edulis* grown at sustained elevated temperature. - *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 59 : 95-110.
- Newell R.C., Johnson L.G., Koefed L.H., 1977. - Adjustment of the component of energy balance in response to temperature changes in *Ostrea edulis*. - *Oecologia* (Berlin), 30 : 97-110.
- Palmer R.E., 1980. - Behavioural and rhythmic aspect of filtration on the Bay Scallop *Argopecten irradian* concentration (Say) and the oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin). - *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 45 : 273-295.
- Riva A., Massé H., 1983. - Etude écophysiological de quelques mollusques bivalves. Bases biologiques de l'aquaculture, Montpellier, 1983. - IFREMER, Actes et Colloques n° 1 : 45-62.
- Schulte E.H., 1975. - Influence of algal concentration and temperature on the filtration rate of *Mytilus edulis*. - *Mar. Biol.* 30 : 331-341.
- Shumway S.G., Koehn R.K., 1982. - Oxygen consumption in the American oyster *Crassostrea virginica*. - *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 3 : 59-68.
- Widdows J., 1987. - Physiological adaptation of *Mytilus edulis* to cyclic temperatures. *J. Comp. Physiol.* 105 : 115-128.
- Widdows J., Bayne B.L., 1971. - Temperature acclimatation of *Mytilus edulis* with reference to its energy budget. - *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 51 : 827-843.