

Communication affichéePoster

REPONSES ET ADAPTATIONS DE LA CHARGE ENERGETIQUE
ADENYLIQUE ET L'ACTIVITE ENZYMATIQUE DIGESTIVE
A L'EMERSION CHEZ *Crassostrea gigas*

J. Moal & J.F. Samain

IFREMER, Centre de Brest, B.P. 70, 29263 Plouzané

Mots clés: charge énergétique, amylase, émerision, huîtres, *Crassostrea gigas*, cycle de marée

Key words: adenylic energy charge, amylase, emersion, oysters, *Crassostrea gigas*, tidal cycle

Résumé

L'effet de la durée d'émerision sur la charge énergétique adénylique a été étudiée chez des huîtres *Crassostrea gigas*. L'effet à court terme du découvrément est différent selon la saison considérée. Cependant, à plus long terme, les variations de la charge sont compensées en priorité au détriment de la croissance. L'activation de l'amylase chez les huîtres découvertes le plus longtemps pourrait participer au maintien de l'équilibre énergétique.

Abstract

Responses and adaptations of the adenylate energy charge and enzymatic digestive activity to emergence in *Crassostrea gigas*

The effect of tidal emergence on the adenylate energy charge value was studied in *Crassostrea gigas* oysters in Marennes-Oléron Bay. The short-term AEC responses to aerial exposure differed according to the period of the year. However, on a long-term basis, oysters from three bathymetric positions exhibited the same AEC value, but had a different growth rate. The amylase increase observed for the most emerged oysters may play a role in the maintenance of energy equilibrium.

INTRODUCTION

Les mollusques bivalves cultivés sur l'estran sont soumis à de fortes variations de l'environnement, liées au cycle de marée. L'influence de l'alternance des périodes d'émerision et d'immersion sur le métabolisme énergétique des huîtres *Crassostrea gigas* a été étudiée par la mesure de la charge énergétique. La charge énergétique adénylique (Atkinson, 1968) représente le statut énergétique des organismes:

$$CE = \frac{ATP + 1/2 ADP}{ATP + ADP + AMP}$$

Elle résulte d'un équilibre entre les réactions qui produisent l'ATP et celles qui en consomment.

De ce point de vue, l'émerision modifie la production d'ATP puisqu'elle affecte à la fois les processus de nutrition (fourniture de

nutriments pour le métabolisme) et le rendement de la production d'ATP à partir des réactions d'oxydation des substrats: passage d'un métabolisme aérobie (phosphorylation oxydative) à un métabolisme anaérobie (glycolyse - fermentation). Chez les mollusques, le rendement énergétique entre les métabolismes aérobie/anaérobie est de 7 (De Zwann, 1977). Par ailleurs, la consommation d'ATP est en relation avec l'activité métabolique.

1. EFFET A COURT TERME

L'effet à court terme de l'émergence sur la charge énergétique des huîtres a été étudié à marée descendante, à trois périodes différentes de l'année. Les huîtres sont prélevées à intervalles réguliers au cours de l'émergence (marée basse). Le temps 0 correspond au moment où les huîtres émergent de l'eau à marée descendante.

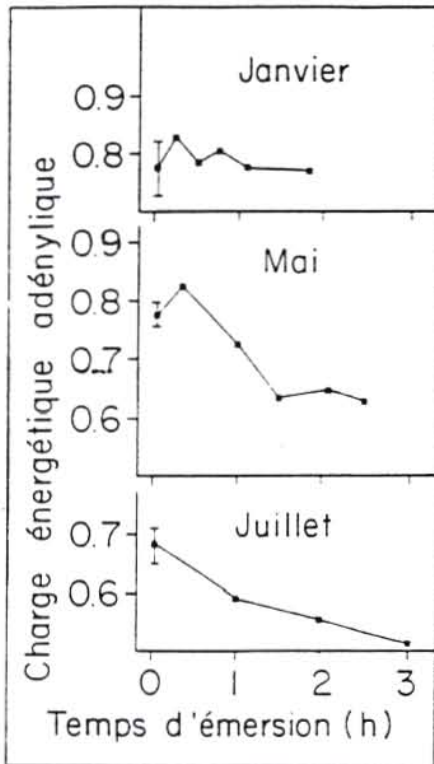


Fig. 1 - Charge énergétique adénylique au cours d'une émergence en janvier, mai, juillet. La valeur au temps 0 est la moyenne des valeurs de douze huîtres, et la barre verticale représente l'intervalle de confiance à 95 %. Les autres points représentent la valeur d'un extrait de cinq huîtres.

- *Adenylic energy charge in the course of emergence in January, May and July. The time 0 value is the mean value of twelve oysters and the vertical bar represents the confidence interval at 95 %. The other dots represent the value of an extract from five oysters.*

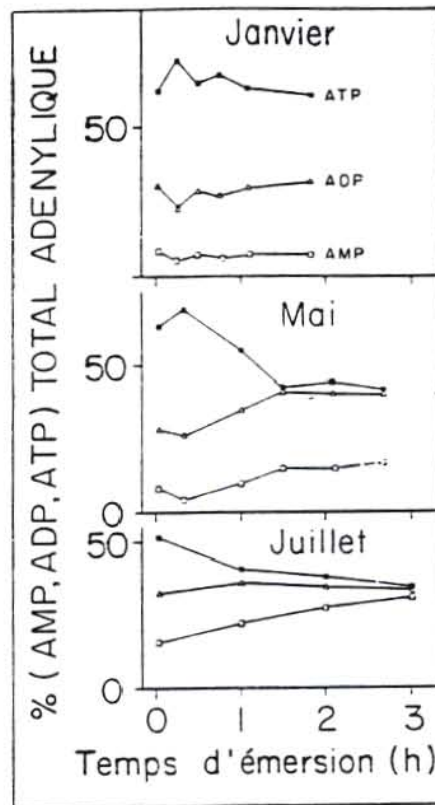
La réponse de la charge énergétique à l'émergence (Fig. 1) n'est pas la même selon la saison considérée: en hiver, l'équilibre énergétique est maintenu, que les huîtres soient émergées ou découvertes; en été, la diminution de la charge indique que la consommation d'ATP dépasse sa production.

Les variations de la charge énergétique sont réalisées à taux constant de nucléotides adényliques totaux (ATP + ADP + AMP) (Fig. 2), et donc par interconversion des nucléotides du pool adénylique (par les adénylates kinases présentes chez les mollusques) (Wijsman, 1976; Sylvestre, 1987). D'autres espèces marines (le polychète *Glycera alba* par exemple) présentent des variations de charge énergétique associées à des modifications du pool des nucléotides adényliques (Blackstock, 1988).

En mai, l'ATP est majoritairement transformé en ADP (13 %) et

Fig. 2 - Variations relatives des nucléotides ATP, ADP et AMP exprimées en pourcentage du total des nucléotides adényliques.

- Relative variations in ATP, ADP and AMP nucleotides expressed as a percentage of the total adenylic nucleotides.



en moindre part en AMP (6,5 %), alors qu'en juillet l'ATP est essentiellement dégradé en AMP.

Ces différences dans le maintien de l'équilibre énergétique à l'émerision s'expliqueraient par des demandes métaboliques (= consommation d'ATP) différentes selon la saison. Les huîtres sont fermées, et il n'y a donc pas de variations de flux entrant d'énergie par la voie alimentaire. En hiver, la faible demande énergétique serait assurée par la production anaérobie d'ATP; en été, la production anaérobie d'ATP ne suffirait pas à couvrir un métabolisme beaucoup plus actif (maturation).

Lorsqu'on compare le mois de juillet au mois de mai, la plus grande dégradation de l'ATP et la baisse continue (3 h) de la C.E. correspondraient à une plus forte demande énergétique.

2. EFFET A LONG TERME

Il est évident, à partir de la Fig. 1, que la durée d'émerision influence la charge énergétique en été, et on peut se demander quelle est la capacité des huîtres à surmonter le déséquilibre énergétique provoqué par des périodes répétées d'émerision en été (cycle de marées).

Pour étudier l'effet à long terme de l'émerision sur la charge énergétique, trois poches d'huîtres ont été placées à des niveaux bathymétriques différents dans la même zone de l'estran. C, D, E, correspondent à un ordre croissant du temps d'immersion.

Après un mois d'élevage aux trois niveaux de marée, il n'existe pas de relation entre les temps cumulés d'exposition à l'air et la valeur de la charge énergétique. On obtient cependant des croissances différentes (Fig. 3).

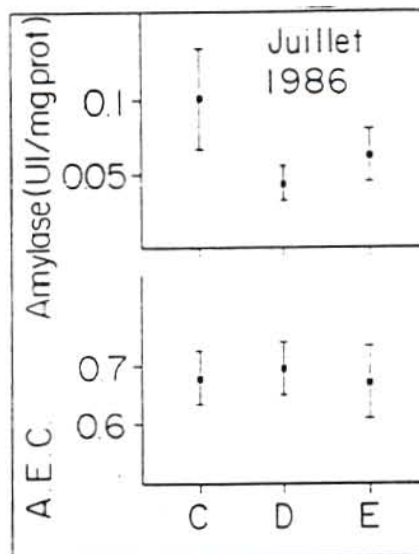


Fig. 3 - En haut: activité spécifique de l'amylase. En bas : charge énergétique adénylique pour les huîtres élevées à trois niveaux bathymétriques depuis un mois. C, D et E correspondent à des durées décroissantes d'émergence. Les points représentent la moyenne des valeurs de douze huîtres et les barres verticales l'intervalle de confiance à 95 %.

- Above : Specific amylase activity. Below : Adenylic energy charge in oysters reared for one month at three bathymetric levels. C, D and E correspond to decreasing lengths of emergence. Dots represent the mean values of twelve oysters and the vertical bars, the confidence interval at 95 %.

Le déséquilibre énergétique (C.E.) provoqué par le découvrément est, à long terme, compensé en priorité aux dépens de la croissance.

En conclusion, les différentes réponses à court terme de la charge énergétique à l'émergence traduisent des niveaux différents de métabolisme énergétique selon la saison. L'émergence permet, en effet, d'interrompre la production extérieure d'ATP (absence de nourriture), et les variations de concentrations observées ne dépendent plus que du niveau de consommation (de besoin) d'énergie. En hiver, la consommation d'énergie est faible; elle est forte au printemps et en été. Ceci correspond à des niveaux de besoins énergétiques variables selon la saison (Moal *et al.*, 1987). Cependant, différentes périodes d'émergence cumulées (niveaux bathymétriques) ne modifient pas la valeur de la charge énergétique. Le déséquilibre à court terme provoqué dans le métabolisme énergétique par le découvrément est compensé à long terme durant les périodes de recouvrement qui sont aussi les périodes d'alimentation. Une meilleure efficacité d'assimilation pendant la période de nutrition, pour le niveau bathymétrique haut (amylase, point C), peut participer à ce rééquilibre. La compensation n'est toutefois pas totale, puisque différentes croissances sont observées.

L'étude présentée ici dans cette communication affichée fait l'objet d'une publication dans les *Proceedings* du 22e Congrès européen de biologie marine (Barcelone, août 1987) qui paraîtront sous forme de supplément à la revue *Investigacion Pesqueras*.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ATKINSON D.E., 1968. - The energy charge of the adenylate pool as a regulatory parameter. Interaction with feedback modifiers. - *Biochemistry*, 7: 4030-4034.

- BLACKSTOCK J. & PEARSON T.H., 1988. - Ecological implications of energetic changes in an indicator species along gradients of organic enrichment. 22nd EMBS, Barcelona, 1987. - *Investigacion Pesqueras* (sous presse).
- HARRIS R.P., SAMAIN J.F., MOAL J., MARTIN-JEZEQUEL V. & POULET S.A., 1986.- Effects of algal diet on digestive enzyme activity in *Calanus helgolandicus*. - *Marine Biology*, 90: 353-361.
- MOAL J., SAMAIN J.F., BODOY A. & LECOZ J.R., 1987. - Approche de l'état physiologique de l'huître creuse *Crassostrea gigas* au cours d'un cycle saisonnier à Marennes-Oléron.- *Haliotis* (sous presse).
- SAMAIN J.F., HERNANDORENA A., MOAL J., DANIEL J.Y. & LECOZ J.R., 1985. - Amylase and trypsin activities during *Artemia* development on artificial axenic media; effect of starvation and specific deletions. - *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 86: 255-270.
- SYLVESTRE C., 1987. - Evolution de la charge énergétique adénylique de *Mytilus edulis* en fonction de divers facteurs de l'environnement.- *Haliotis* (sous presse).
- WIJSMAN T.C.M., 1976. - Adenosine phosphates and energy charge in different tissues of *Mytilus edulis* L. under aerobic and anaerobic conditions. *J. Comp. Physiol.*, 107: 129-140.
- ZWAAN A. de, 1977. - Anaerobic energy metabolism in bivalve molluscs. - *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 15: 103-187.