

## Variations des concentrations des acides aminés libres et des protéines totales dans les oeufs de la crevette grise *Crangon crangon* (L.) (Crustacea: Decapoda) au cours de l'embryogénèse\*

Christakis MARANGOS\*\*

**Résumé:** Les variations des concentrations des protéines totales et des acides aminés libres (AAL) des oeufs de *Crangon crangon* ont été étudiées au cours du développement embryonnaire. La concentration protéique totale diminue de 35% au cours de l'embryogénèse. Cette baisse est plus accentuée au début du développement. La teneur en AAL totaux est multipliée par 2,3 entre le début et la fin de l'embryogénèse. Les AAL les plus représentés quantitativement sont la glycine, l'arginine, la taurine, l'alanine et l'acide glutamique. Ils représentent en moyenne 75% des AAL totaux.

Au cours du développement embryonnaire la proportion des AAL essentiels diminue nettement (surtout l'arginine et le tryptophane) par rapport aux non-essentiels parmi lesquels la glycine, l'alanine et la glutamine augmentent fortement. L'augmentation des concentrations de ces derniers semble intervenir dans l'ajustement de la pression osmotique des différents tissus de l'embryon à celle du milieu extérieur.

### 1. Introduction

Chez *Crangon crangon*, les oeufs sont fixés sous l'abdomen de la femelle pendant tout le développement embryonnaire, et l'éclosion a lieu au stade zoé. Ce type d'incubation permet de compenser le faible nombre d'oeufs pondus par un taux de survie des larves plus élevé.

Durant l'embryogénèse, l'embryon se développe aux dépens du vitellus où se différencient plusieurs types de tissus correspondant aux divers organes de la larve. Le déroulement de ces processus sur le plan biochimique a été étudié surtout chez les Crustacés inférieurs (GREEN, 1965).

Chez les Crustacés Décapodes, le nombre de travaux est assez limité. Ainsi, la variation des protéines solubles a été étudiée par RYCKAERT et CECCALDI (1974) chez *Processa edulis edulis*. Chez *Palaemon serratus*, l'apparition des activités digestives (CECCALDI et TRELLO, 1975), les variations de la teneur en acide ascorbique (GUARY et GUARY, 1975), les com-

positions amino-acide et protéique (RICHARD et CECCALDI, 1977) ainsi que les lipides (MARTIN, 1978), ont été suivies au cours du développement embryonnaire.

Au cours de ce travail, nous nous sommes intéressés à l'étude de l'évolution des protéines totales et des AAL des oeufs de *C. crangon* durant l'embryogénèse afin de pouvoir évaluer d'une part les besoins en acides aminés pour la synthèse des protéines embryonnaires et d'autre part de mettre en évidence les acides aminés intervenant fortement dans le processus d'adaptation de l'embryon vis-à-vis de l'influence du milieu extérieur.

Les protéines totales représentent en effet l'ensemble des supports matériels de plusieurs fonctions physiologiques: réserves plastiques et énergétiques représentées par les lipoprotéines du vitellus; nouveaux tissus en cours d'édification constituant la masse de l'embryon; protéines enzymatiques; protéines du milieu intérieur en cours de différenciation en d'élaboration. Chacun de ces compartiments protéiques évolue suivant ses règles propres, en étroite interdépendance avec les compartiments voisins. Mais avant d'étudier l'évolution de chacun d'eux, il est indispensable de bien connaître l'évolution globale des protéines totales contenues à l'intér-

\* Manuscrit reçu le 25 janvier 1988

\*\* Laboratoire de Biochimie et Ecologie des Invertébrés marins, E.P.H.E., Centre d'Océanologie de Marseille, U.A. C.N.R.S. 41, Station Marine d'Endoume, rue de la Batterie des Lions, 13007 Marseille, France

leur des membranes de chaque oeuf, et de quantifier la perte en azote total du système biochimique présent dans ces membranes au cours de l'embryogénèse, entre le moment de la ponte et celui de l'éclosion. Une grande partie des réaménagements protéiques passant par l'incontournable stade des acides aminés constituants élémentaires des protéines, il était indispensable d'étudier également leurs variations globales au cours de l'embryogénèse, pour chacun d'eux.

## 2. Matériel et méthodes

Les femelles oeuvées de *Crangon crangon* ont été pêchées dans le Golfe de Marseille. Après leur prélèvement, les oeufs ont été classés en huit stades de développement différents, selon les caractéristiques définies chez *Palaemon serratus* (RICHARD, 1974).

Dans un premier temps chaque ponte a été séparée en deux parties. La première partie a fait l'objet d'une étude descriptive et biométrique détaillée, concernant la longueur standard des femelles oeuvées, la longueur du grand axe des oeufs, leur largeur, leurs poids frais et sec ainsi que leur teneur en eau (MARANGOS et VINCENT, 1988).

La deuxième partie des oeufs de chaque ponte a été utilisée pour étudier l'évolution des protéines totales et des acides aminés libres (AAL) durant l'embryogénèse. Avant le traitement des échantillons, quand le nombre de pontes appartenant à un stade embryonnaire déterminé le permettait, nous avons constitué un certain nombre de lots d'oeufs homogènes (pools) afin que les dosages de protéines et des AAL puissent se faire sur les mêmes échantillons.

Pour l'extraction des protéines totales, une partie des oeufs lyophilisés, environ 10mg de chaque échantillon, sont broyés dans 10ml d'eau distillée au moyen d'un potter. Après passage des échantillons pendant 10 min. aux ultrasons, les protéines totales ont été dosées selon la méthode de LOWRY *et al.* (1951).

Pour l'extraction des AAL, environ 20 mg d'oeufs lyophilisés sont broyés à 0°C avec 4ml de tampon phosphate 0,01 M pH 7,0 et 1ml d'acide trichloracétique 20%. Après centrifugation à 6000g pendant 30 min., le surnageant a été recueilli et utilisé directement pour le dosage des AAL qui a été réalisé par chromato-

graphie liquide à haute pression (H.P.L.C.). L'identification et la détermination des concentrations des AAL des échantillons ont été réalisées par comparaison avec un étalon externe composé de 20 acides aminés dont la concentration individuelle était de 50 pmoles/ $\mu$ l. La technique utilisée ici n'a pas permis le dosage de la proline car le réactif utilisé (0 phthaldialdéhyde) n'agit que sur les acides aminés primaires.

Les variations des différents paramètres biochimiques étudiés au cours de cette étude ont été testées par le test non paramétrique de Spearman.

## 3. Resultats

### Protéines totales

La teneur en protéines totales diminue au cours de l'embryogénèse (Fig. 1). Cette teneur passe de 17,7  $\mu$ g équivalents albumine/oeuf au stade A à 11,5  $\mu$ g à la fin du développement, soit une diminution de 35%. Et termes de poids de matière sèche, la baisse du taux protéique est de l'ordre de 25%. Cette diminution est très accentuée durant les 4 premiers stades du développement, ensuite, du stade D au stade H la teneur globale en protéines se stabilise à une valeur moyenne de 11,4  $\mu$ g équivalents albumine. L'évolution globale des protéines contenues dans chaque oeuf se fait donc en deux étapes bien distinctes.

Protéines totales ( $\mu$ g équivalents albumine)

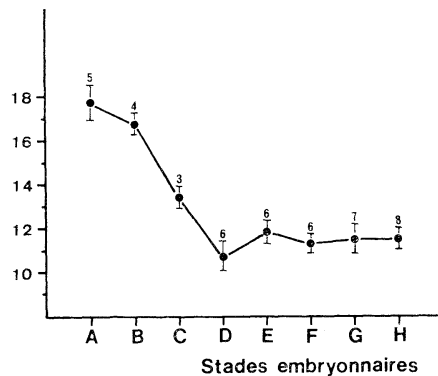


Fig. 1. Variations de la teneur en protéines totales des oeufs de *Crangon crangon* au cours du développement embryonnaire. Les chiffres au-dessus des écart-types indiquent le nombre d'échantillons.

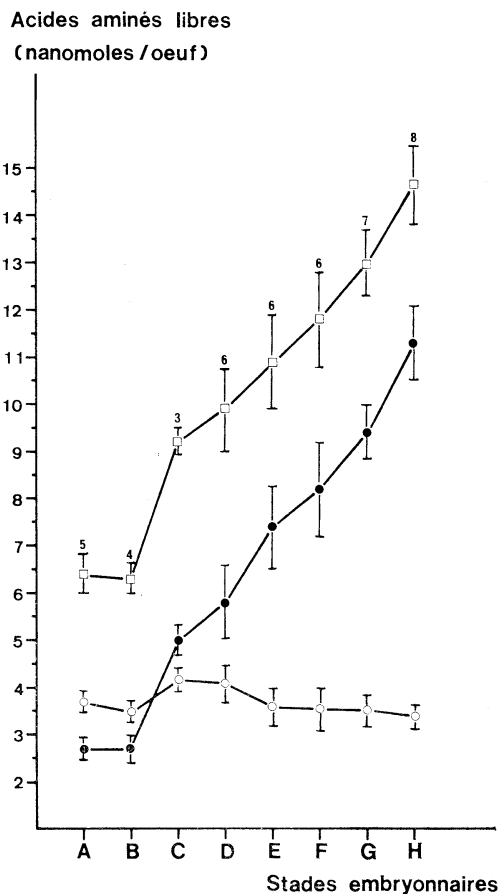


Fig. 2. Evolution de la teneur en acides aminés libres totaux (carré), non-essentiels (cercle noir) et essentiels (cercle blanc) des oeufs de *Crangon crangon* au cours du développement embryonnaire. Les chiffres au-dessus des écart-types indiquent le nombre d'échantillons.

#### Acides aminés libres

Les variations des AAL totaux, des AAL non-essentiels et des AAL essentiels des oeufs de *Crangon crangon* au cours du développement embryonnaire sont représentées sur la Figure 2.

La concentration des AAL totaux est multipliée par 2,3 entre le début et la fin de l'embryogénèse.

Au stade A, la concentration des AAL non-essentiels est très faible (2,7 n moles/oeuf); elle reste stable au stade B puis augmente régulièrement, de manière significative ( $P < 0,001$ ) tout au long du développement embryonnaire, pour atteindre 11,3 n moles/oeuf avant l'éclosion. Par

#### Acides aminés libres (%)

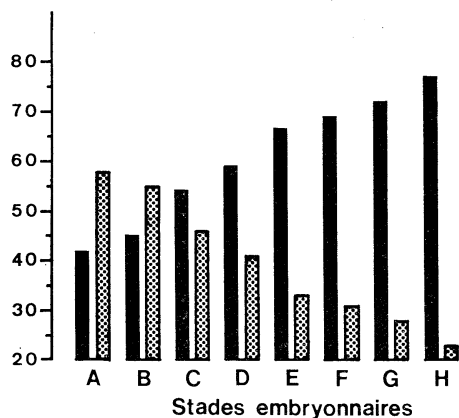


Fig. 3. Evolution de la somme (en pourcentage molaire) des acides aminés essentiels (colonne noire) et de la somme des non-essentiels (colonne pointillée) dans les oeufs de *Crangon crangon* durant l'embryogénèse.

contre, la concentration des AAL essentiels, malgré une très faible augmentation aux stades C et D ne montre pas de variations significatives ( $P > 0,05$ ) durant l'embryogénèse; elle oscille autour d'une valeur moyenne de 3,7 n moles/oeuf.

Au début de l'embryogénèse (Stade A) la concentration des AAL essentiels est de 2,6 fois plus importante que celle des non-essentiels. Par contre, avant l'éclosion, la concentration des AAL non-essentiels est de 3,3 fois supérieure à celle des essentiels. En proportion, les AAL essentiels représentent 57% des AAL totaux au stade A et 23% au stade H. Par contre, les AAL non-essentiels, du début à la fin de l'embryogénèse, représentent respectivement 43 et 77% des AAL totaux (Fig. 3).

Les teneurs moyennes (en n moles.  $10^{-2}$ /oeuf) de tous les AAL détectés à chaque stade de développement embryonnaire sont données dans le Tableau 1. Les AAL les plus représentés quantitativement sont la glycine, l'arginine, la taurine, l'acide glutamique, l'alanine et le tryptophane.

En pourcentage, les AAL qui montrent les variations les plus significatives ( $P < 0,01$ ) du début à la fin de l'embryogénèse sont, respectivement, dans l'ordre l'arginine (37,9 à 8,5%;  $R = -1$ ), la glycine (10,5 à 37,7;  $R = 1$ ), la glutamine (1,4 à 3,3%;  $R = 0,99$ ), l'alanine (2,8 à 6,6%;  $R = 0,86$ ), le tryptophane (5,1 à 2,0%;  $R = -0,83$ ) et l'ornithine (1,3 à 0,4%;  $R = 0,82$ ) (Fig. 4).

Tableau 1. Variations des teneurs en acides aminés libres (en nanomoles  $\times 10^{-2}$ /oeufs) dans les oeufs de *Crangon crangon* au cours du développement embryonnaire.

Acides aminés	Stades embryonnaires							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Asp	4,1 (1,3)	6,5 (2,2)	15,6 (0,9)	13,8 (1,5)	14,5 (1,7)	15,7 (1,4)	17,1 (1,9)	20,7 (2,2)
Glu	17,4 (2,5)	31,1 (7,7)	74,3 (4,2)	86,0 (7,8)	99,1(13,1)	105,2(21,3)	102,9 (9,4)	104,2(15,1)
Asn	2,8 (0,6)	2,8 (0,9)	8,1 (0,3)	9,1 (1,0)	10,0 (2,0)	10,4 (0,6)	12,5 (3,8)	14,3 (1,9)
Ser	8,5 (1,9)	9,9 (2,8)	23,8 (1,8)	16,4 (2,3)	16,8 (4,8)	18,5 (2,5)	25,2 (7,8)	33,3 (6,3)
Gln	8,9 (0,6)	9,3 (1,2)	21,4 (0,6)	24,9 (2,6)	30,5 (5,1)	33,3 (2,8)	40,6 (8,1)	48,2 (3,8)
Gly	67,4(10,2)	69,2 (6,2)	158,5(17,7)	195,9(27,7)	300,7(37,8)	352,1(32,5)	412,9(29,5)	525,3(30,5)
Tau	128,7 (7,3)	128,9(12,7)	142,6 (6,0)	168,9(15,3)	190,1(25,3)	209,1(29,1)	228,4(19,5)	252,7(22,0)
Ala	17,7 (5,4)	8,7 (2,5)	21,1 (1,2)	26,5 (9,6)	33,0 (9,7)	37,2 (3,6)	60,4(15,1)	97,0(19,5)
Orn	8,2 (2,2)	9,6 (1,5)	12,6 (5,4)	13,0 (5,4)	5,4 (2,8)	5,3 (1,9)	5,4 (2,1)	6,1 (2,2)
Tyr	5,4 (1,9)	5,9 (2,5)	23,5 (2,7)	24,4 (5,2)	27,6 (2,6)	30,5 (1,7)	32,0 (4,3)	32,2 (5,5)
HIS	8,5 (1,3)	14,3 (2,5)	21,7 (1,8)	24,9 (4,9)	28,8 (3,4)	29,9 (3,3)	31,7 (2,9)	27,6 (4,9)
ARG	242,5 (8,9)	184,4(10,2)	164,8(12,9)	136,9(15,3)	135,6(13,3)	136,0 (6,7)	134,1 (5,1)	124,8(12,9)
THR	30,4 (6,3)	33,8 (3,7)	22,3 (2,4)	26,8 (2,1)	4,3 (0,6)	6,4 (0,8)	3,5 (1,3)	9,1 (3,3)
TRP	32,3 (5,7)	45,3 (7,1)	52,0 (4,8)	60,5 (9,9)	52,1 (7,6)	48,7 (9,7)	42,5 (6,2)	29,2 (3,5)
MET	3,8 (2,2)	5,3 (1,2)	12,6 (0,6)	11,2 (1,3)	10,0 (1,7)	10,4 (1,9)	11,9 (1,6)	12,7 (1,3)
VAL	7,0 (2,5)	8,7 (2,2)	28,3 (2,4)	26,8 (3,4)	26,2 (3,1)	27,2 (3,6)	28,4 (3,2)	30,6 (2,4)
PHE	11,7 (6,9)	16,8 (5,6)	31,6 (5,1)	27,8 (4,1)	23,9 (2,8)	25,2 (4,1)	27,1 (3,2)	25,1 (1,3)
ILE	3,5 (1,6)	5,0 (1,2)	13,2 (1,5)	12,7 (2,1)	12,8 (2,0)	13,7 (1,9)	14,6 (2,1)	16,3 (1,9)
LEU	9,5 (4,4)	12,1 (2,8)	38,2 (4,2)	36,1 (6,7)	31,0 (3,4)	30,0 (4,7)	29,0 (2,9)	26,5 (3,3)
LYS	21,2 (6,6)	19,9 (2,2)	35,8 (3,3)	46,0 (9,8)	37,9 (9,9)	37,8 (6,4)	43,1 (6,5)	37,5 (7,4)

R représente le coefficient de corrélation de rang de Spearman.

#### 4. Discussion et conclusion

Durant l'embryogénèse, la formation de l'embryon au détriment du vitellus se traduit par l'utilisation d'une certaine fraction des réserves de l'oeuf comme source d'énergie. Ainsi, chez *Crangon crangon*, les oeufs perdent en moyenne 13% de leur poids sec durant le développement (MARANGOS et VINCENT, 1988).

Au cours de cette étude, l'analyse des protéines totales a montré que leurs concentrations diminuent faiblement au cours du développement. Des résultats similaires ont été aussi obtenus chez les Cirripèdes du genre *Balanus* (BARNES, 1965) et la crevette *Palaemon serratus* (RICHARD et CECCALDI, 1977). Suivant GREEN (1965) et BARNES (1965) les protéines ne constituent pas un substrat respiratoire pendant le développement embryonnaire. Ceci est en accord avec le faible niveau d'activité des enzymes protéolytiques mis en évidence dans les oeufs de *P. serratus* au cours de l'embryogénèse par CECCALDI et TREL-LU (1975). Suivant ces auteurs, la consom-

mation du vitellus met en jeu des activités enzymatiques digestives ne provenant pas d'organes spécialisés car le tube digestif et l'hépatopancréas n'existent pas encore chez les embryons. Le fait que les protéines ne constituent pas le principal substrat respiratoire peut aussi, en partie, s'expliquer par le fait que la diminution de la concentration protéique totale chez *Crangon crangon* est assez faible (25%) par rapport à la baisse de la teneur en lipides qui atteint, chez cette espèce, près de 52% (PANDIAN, 1967). Des résultats similaires ont pu être obtenus chez *P. serratus* où la diminution des concentrations des protéines et la baisse de la teneur en lipides sont respectivement 20% (RICHARD et CECCALDI 1977) et 50% (MARTIN, 1978).

La diminution des concentrations des protéines totales, mise en évidence dans ce travail, indique aussi, en tenant compte de l'évolution de la masse vitelline au cours de l'embryogénèse (MARANGOS et VINCENT, 1988) que la diminution des protéines de vitellus (lipoprotéines) n'est pas compensée par l'augmentation des protéines embryonnaires. Ceci pourrait s'expliquer par le fait qu'au cours des remaniements

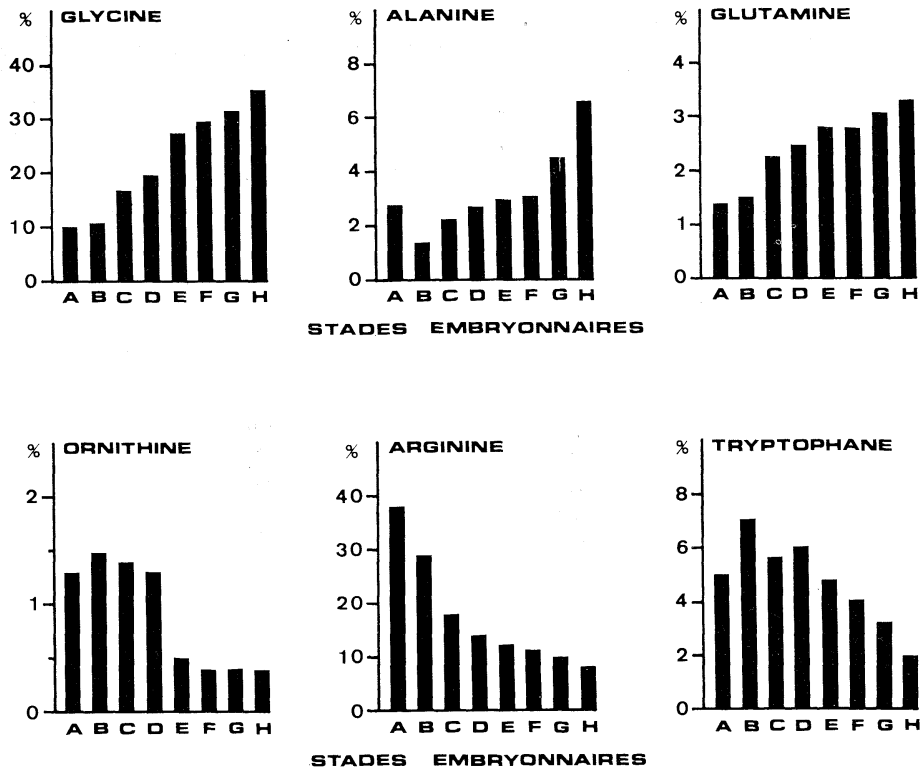


Fig. 4. Evolution des teneurs (en pourcentage molaire) en glycine, alanine, glutamine, ornithine, arginine et tryptophane dans les oeufs de *Crangon crangon* au cours du développement embryonnaire.

protéiques, une partie de l'azote protéique est perdue sous forme d'excrétion azotée. En effet, BARNES et EVANS (1967) ont montré chez les Cirripèdes qu'une partie de l'azote ammoniacal est perdue au cours de l'excrétion azotée.

L'augmentation de la teneur en AAL au cours de l'embryogénèse, reflète à la fois les synthèses d'acides aminés qui peuvent se produire, et le remaniement des protéines (DEUCHARD, 1962). L'évolution de la composition en AAL des oeufs de *C. crangon* montre que les AAL essentiels diminuent nettement (surtout l'arginine et le tryptophane par rapport aux AAL non-essentiels parmi lesquels la glycine, l'alanine et la glutamine augmentent fortement. La forte augmentation de ces acides aminés qualifiés d'osmoactifs (DUCHÂTEAU *et al.*, 1959), peut être due au fait que l'embryon au cours de son développement subit de plus en plus fortement l'influence du milieu extérieur, et se trouve obligé d'assurer son équilibre osmotique.

En effet, l'augmentation de la teneur en eau au cours du développement implique en même temps une augmentation de sels à l'intérieur de l'oeuf (PANDIAN, 1967). De ce fait, l'embryon baignant dans un milieu plus concentré est obligé d'ajuster la pression osmotique intracellulaire de ses tissus. Cet ajustement peut expliquer en partie la forte augmentation des concentrations des AAL non-essentiels et principalement celle de la glycine qui est considérée chez les invertébrés marins comme le principal acide aminé osmorégulateur.

Comme chez *P. serratus* (RICHARD et CECCALDI, 1977) et *Artemia salina* (DUTRIEU, 1960), le développement de l'embryon, chez *C. crangon*, se traduit par d'importants changements dans les proportions des AAL.

Ainsi, du début à la fin de l'embryogénèse, l'arginine, le tryptophane et l'ornithine, diminuent respectivement de 77, 61 et 69%. Par contre, la glycine, l'alanine et la glutamine

augmentent respectivement de 71, 58 et 57%.

Tout au long du développement embryonnaire, la taurine est présente en proportions importantes, relativement plus fortes au début de l'embryogénèse (20% au stade A et 17% au stade H). Cet acide aminé non protéique est toujours en concentrations élevées chez les invertébrés marins et il est habituellement aussi abondant et caractéristique que la glycine, mais son mode de formation n'est pas connu.

L'importance de la proline, non déterminée au cours de ce travail, a été mise en évidence chez *P. serratus* (RICHARD et CECCALDI, 1977) où elle présente à elle seule 30% des AAL totaux. REGNAULT (1971) met aussi en évidence sont intervention dans l'osmorégulation et dans la croissance chez les premières larves de *Crangon septemspinosa*.

La très forte diminution des concentrations de l'arginine, détectée au cours de ce travail, est en relation avec son rôle dans le métabolisme énergétique et sa participation en tant qu'élément indispensable au développement et à la croissance embryonnaires.

La teneur élevée en ornithine pendant les premiers stades de l'embryogénèse pourrait être en relation avec une certaine concentration d'urée dans les oeufs. En effet, RICHARD et CECCALDI (1977) ont trouvé dans les oeufs de *P. serratus* des fortes concentrations d'urée. Suivant ces auteurs, l'urée synthétisée permettrait de stocker les déchets azotés sous une forme moins toxique que l'ammoniac avant leur élimination.

En conclusion, le développement embryonnaire de *Crangon crangon* se traduit par une évolution de la composante protéique et amino-acide. L'évolution de ces composantes s'effectue de manière à assurer la formation des nouveaux tissus de l'embryon. En même temps, au fur et à mesure que le développement s'accomplit, la composante amino-acide libre et principalement les AAL considérés comme osmoactifs (glycine, alanine et glutamine) interviennent de plus en plus fortement pour assurer à l'embryon sa protection nécessaire vis-à-vis de l'influence du milieu extérieur et contribuer après l'éclosion à une meilleure survie des larves.

Des travaux futurs portant sur l'influence des facteurs du milieu, et particulièrement de la température et de la salinité, sur l'embryogénèse

pourraient permettre d'évaluer de façon plus approfondie, qualitativement et quantitativement, les variations et les remaniments biochimiques au cours du développement de l'embryon. Ils apporteront des renseignements précis sur le temps de développement, le taux d'éclosion et le taux de survie des larves. En effet, ces deux facteurs pourraient influencer fortement l'utilisation des réserves de l'oeuf, la physiologie de l'embryon et par conséquent la survie des larves.

Parallèlement, ce type d'étude, effectué sur l'embryogénèse des espèces présentant un intérêt économique, comme les Penéides, pourrait contribuer à une amélioration d'une part de leur élevage et d'autre part de leurs besoins nutritionnels.

### Remerciements

Je remercie sincèrement Monsieur le Professeur H. J. CECCALDI pour l'intérêt scientifique et pour les discussions fructueuses que nous avons eu pendant la réalisation et la rédaction de ce travail, et Madame M. GROSJEAN pour sa précieuse aide technique tout au long de la réalisation de cette étude.

### Bibliographie

- BARNES, H. (1965): Studies in the biochemistry of Cirriped eggs. I. Changes in the general biochemical composition during development of *Balanus balanoides* and *B. balanus*. J. mar. biol. Ass. U.K., **45**: 321-339.
- BARNES, H. and R. EVENS (1967): Studies in the biochemistry of Cirriped eggs. III. Changes in the amino-acid composition during development of *Balanus balanoides* and *B. balanus*. J. mar. biol. Ass. U.K., **47**: 171-180.
- CECCALDI, H.J. et J. TRELLE (1975): Apparition des activités enzymatiques digestives dans les oeufs de *Palaemon serratus* Pennant (Crustacé Décapode) au cours de l'embryogénèse. C.R. séances Soc. Biol., **169**: 1249-1255.
- DEUCHARD, E.M. (1962): The roles of amino acids in animal embryogenesis. Biol. Rev., **37**: 378-421.
- DUCHÂTEAU, G., M. FLORKIN et C. JEUNIAUX (1959): Composante amino-acide des tissus chez les crustacés. I. Composante amino-acide des muscles de *Carcinus maenas* L. lors du passage de l'eau de mer à l'eau saumâtre et au cours de la mue. Archs int. Physiol., **67**: 489-500.

- DUTRIEU, J. (1960): Observations biochimiques et physiologiques sur le développement d'*Artemia salina* Leach. Arch. Zool. exp. gén., **99**: 1-133.
- GREEN, J. (1965): Chemical embryology of the Crustacea. Biol. Rev., **40**: 580-600.
- GUARY, M.M. et J.C. GUARY (1975): Variations de la teneur en acide ascorbique dans les oeufs de *Cancer pagurus* et *Palaemon serratus* (Crustacea: Decapoda) au cours de l'embryogénèse. Mar. Biol., **32**: 357-363.
- LOWRY, O.H., N.R. ROSEBROUGH, A.L. FARR and R.J. RANDALL (1951): Protein measurement with the Folin phenol reagent. J. biol. Chem., **193**: 265-275.
- MARANGOS, C. et M. VINCENT: Etude descriptive et biométrique des oeufs de la crevette grise *Crangon crangon* (L.) (Crustacea: Decapoda) au cours de l'embryogénèse. La mer, **26**: 53-60.
- MARTIN, B.J. (1978): Teneur en lipides et composition en acides gras des oeufs de *Palaemon serratus* (Crustacea Decapoda) au cours de l'embryogénèse. C.R. séances Soc. Biol., **172**: 1168-1172.
- PANDIAN, T.J. (1967): Changes in chemical composition and caloric content of developing eggs of the shrimp *Crangon crangon*. Helgoländer wiss. Meeresunters., **16**: 216-224.
- REGNAULT, M. (1971): Acides aminés libres chez les larves de *Crangon septemspinosa* (Caridea). Variation de leur taux de l'éclosion à la métamorphose. Leur rôle au cours du développement et leur importance dans la nutrition. Mar. Biol., **11**: 35-44.
- RICHARD, P. (1974): Contribution à l'étude du développement larvaire et de l'organogénèse chez *Palaemon serratus*, et du métabolisme des acides aminés libres chez cette espèce et *Penaeus kerathurus*. Thèse 3ème cycle, Océanographie. Univ. Aix-Marseille 2, Luminy. 139 p.
- RICHARD, P. et H.J. CECCALDI (1977): Variations des caractéristiques pondérales et des compositions amino-acide et protéique pendant le développement embryonnaire de *Palaemon serratus*. 3rd Meet. I.C.E.S. W.G. Maricult., Actes de Colloques du CNEXO, **4**: 203-212.
- RYCKAERT, M. et H.J. CECCALDI (1974): Variations des protéines solubles des oeufs de *Processa edulis edulis* (Crustacea Decapoda) au cours de l'embryogénèse. C.R. séances Soc. Biol., **168**: 561-568.

**Variations of free amino acids and total protein concentrations in eggs of the grey shrimp *Crangon crangon* (L.) (Crustacea: Decapoda) during embryonic development**

Christakis MARANGOS

**Abstract:** Variations of total protein and free amino acids (FAA) concentrations in eggs of *Crangon crangon* have been studied during embryonic development. Total protein concentration is reduced from about 35% during embryogenesis. This decrease is pronounced in the first stages of development. Total FAA content is 2.3 fold higher at the end than at early stages of embryogenesis. The most abundant FAA are glycine, arginine, taurine, alanine and glutamic acid. All together, they amount to 75% of total FAA.

During embryonic development, essential FAA proportion decreased in a significant way (mainly arginine and tryptophane) in relation to non-essential FAA. Among these amino acids, glycine, alanine and glutamine content increased significantly. Increase of these amino acids content seems to intervene in osmotic regulation of the various tissues of embryo.

## エビジャコの1種 *Crangon crangon* の卵発生過程における 遊離アミノ酸と全蛋白質の卵中濃度の変化

Christakis MARANGOS

要旨: *Crangon crangon* の卵発生過程で、全タンパク質量は約 35% 減少したが、この減少はとくに発生初期で著しいことが観察された。全遊離アミノ酸量は、卵発生初期からその終期までの間に、当初の 2.3 倍まで上昇した。その結果を遊離アミノ酸組成で見ると、グリシン、タウリン、アルギニン、グルタミン酸およびアラニンの 5 種類の量がとくに多く、これらの合計は全遊離アミノ酸量の 75% を占めた。

卵発生過程では、必須遊離アミノ酸の比率が、非必須遊離アミノ酸のそれと比べて顕著に低下したことも注目される。この比率の低下は、とくにアルギニンとトリプトファンで著しい。これらの減少は、エネルギー代謝での役割や胚の発育成長上の不可欠要素としての関与と無関係ではない。それに対して、非必須遊離アミノ酸、とくにグリシン、アラニンおよびグルタミンの 3 種類の増量が目立った。これらの非必須遊離アミノ酸濃度の増加は胚の諸組織の浸透圧調節に係わっているものと思われる。