

ACTION DES CHOCS THERMIQUES SUR LE DEVELOPPEMENT D'ARTEMIA.

A. HERNANDORENA (1)

RESUME - Artemia a été soumis à des chocs thermiques à 40° à la fin de la vie embryonnaire et au début de la vie postembryonnaire et les effets à long terme de ces chocs sur le développement ultérieur examinés. Les chocs thermiques infligés pendant la période du développement embryonnaire comprise entre l'hydratation des oeufs et l'éclosion des nauplii n'ont aucune répercussion sur le développement ultérieur. Par contre les chocs thermiques infligés dès l'éclosion alors que les larves ne s'alimentent pas encore mais que leurs cellules se multiplient, induisent des anomalies au niveau des appendices thoraciques et génitaux qui pourraient correspondre à des transformations homéotiques. Ces résultats permettent de mieux situer les effets morphogénétiques obtenus antérieurement en modifiant la composition du milieu nutritif dans lequel les larves sont élevées.

mots-clés : Artemia, chocs thermiques, homéoses.

ABSTRACT - Heat shocks at 40° were delivered to Artemia at the end of embryonic development and at the beginning of postembryonic development and their effects on subsequent development examined. Heat shocks delivered during preemergence development have no effect on subsequent development. Heat shocks delivered to newly hatched nauplii induce anomalies on the morphogenesis of thoracic and genital appendages. These anomalies might correspond to homeotic transformations. The induction of morphological anomalies by thermal conditions prevailing during early larval life makes it easier to integrate, the morphological effects previously induced by nutritional conditions imposed to older feeding stages.

Key-words : Artemia, heat shocks, homeoses.

La qualité de l'alimentation offerte aux larves d'Artemia permet de remettre en cause le caractère normalement appendiculé des segments thoraciques et le caractère normalement apode des segments abdominaux (Hernandorena 1970, 1974, 1979). Le début de la vie larvaire échappe à ce type d'expérimentation puisque la larve nauplius ne s'alimente pas et que les trois premières mues larvaires s'effectuent aux dépens des réserves. Or avant même que la larve n'ait commencé à s'alimenter, le mesoderme correspondant à la formation des sept premiers segments thoraciques est délimité (Anderson, 1967). Il était donc intéressant d'envisager une intervention plus précoce, antérieure au stade auquel les larves deviennent sensibles à la composition du milieu nutritif. Pour ce faire, Artemia (race Utah) a été soumis à des chocs thermiques à 40° et les effets à long terme de ces chocs sur le développement ultérieur examinés. La température de 40° a été choisie car les effets à court terme des chocs à 40° sur la biologie moléculaire d'Artemia sont connus (Miller et McLennan 1986). Les larves choquées ou non sont élevées dans des conditions axéniques sur un nouveau milieu nutritif simplifié (Hernandorena, non publié). Les oeufs sont incubés et les larves élevées à 25°±0.5°. Les animaux arrivés au terme de leur développement sont anesthésiés et examinés au microscope.

(1) Laboratoire MNHN, Plateau de l'Atalaye, 64200 Biarritz.

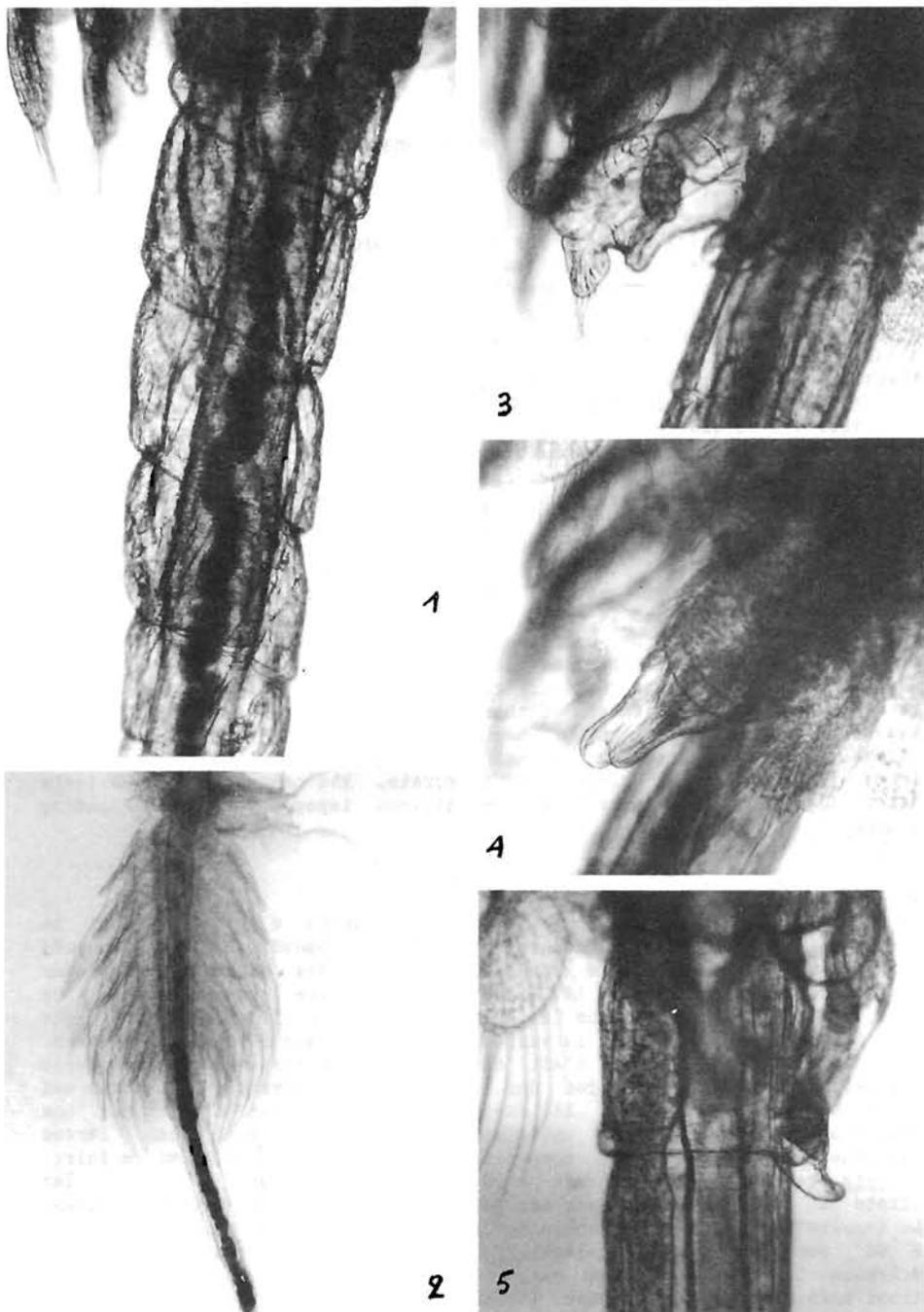


Photo 1-5. Anomalies induites par un choc thermique à 40° d'une durée de 4 heures infligé le jo.

Effets des chocs thermiques à 40° sur les larves. Les résultats les plus spectaculaires concernent l'action des chocs infligés le jour dès l'éclosion des nauplii, 24 heures après l'hydratation des oeufs. Les individus ayant subi le jour un choc à 40° d'une durée de 1 ou 2 heures ne manifestent aucune anomalie évidente. Sur les 314 individus ayant survécu à un choc thermique à 40° d'une durée de 4 heures, 117 soit 37 % manifestent des anomalies (Tableau I).

	nombre	pourcentage
Fusion des appendices thoraciques	74	63
Appendices génitaux anormaux	34	29
Antennes tronquées	6	5
Abdomen spiralé	3	2
Total	117	

Tableau I. Anomalies induites par un choc thermique à 40° d'une durée de 4 heures infligé le jour.

Chez un nombre réduit d'adultes, l'anomalie porte sur l'une ou l'autre des antennes ou les deux à la fois, qui se trouvent réduites à un moignon plus ou moins important ou sur l'abdomen dont les segments sont organisés en spirale (photo 1). L'anomalie la plus fréquente est la fusion, souvent unilatérale, des appendices thoraciques adjacents (photo 2). Le phénotype de ces individus correspond à celui qui résulte de la mutation "swimmerette" décrite chez Artemia par Squire et Grosch (1967). La fusion des ébauches appendiculaires des segments adjacents, anormale dans le cas des segments thoraciques, est normale dans le cas des segments génitaux G₁ et G₂. Chez certains individus, la partie antérieure du gonopode qui prend naissance sur le segment génital G₁ présente une morphologie qui ressemble à celle d'un appendice thoracique alors que la partie postérieure qui prend naissance sur le segment génital G₂ présente la structure d'un appendice génital (photo 3). La mise au point sur un plan focal supérieur montre que chez le même individu, la structure du 2e gonopode est normale (photo 4). La fusion des ébauches appendiculaires des segments G₁ et G₂ peut ne pas se produire. Dans ce cas, l'appendice du segment G₁ ressemble davantage à un appendice thoracique qu'à un appendice génital et le segment abdominal A₁ normalement apode, porte une ébauche appendiculaire surnuméraire (photo 5). Tout se passe comme s'il était possible de transformer le segment G₁ en segment thoracique T12, le segment G₂ en segment G1 et le segment A₁ en segment G₂. Ces effets pourraient correspondre à des transformations homéotiques. Sachant que chez la Drosophile ce sont les chocs thermiques infligés à l'embryon (Maas 1948, Santamaria 1979) et non à la larve qui produisent des phénocopies des mutations homéotiques, il paraissait intéressant de vérifier chez Artemia, les effets sur le développement ultérieur des chocs thermiques infligés aux embryons.

Effet des chocs thermiques à 40° sur les embryons. Des chocs thermiques à 40° d'une durée de 1h, 2h ou 4h infligés 1h, 6h ou 18h après l'hydratation des oeufs n'ont aucune influence sur le développement ultérieur. Une particularité du développement embryonnaire d'Artemia pourrait expliquer ces résultats négatifs. La période comprise entre l'hydratation des oeufs et l'éclosion des nauplii se caractérise par l'absence de multiplications cellulaires et l'absence de biosynthèse d'ADN (Nakanishi et al 1962, Olson et Clegg 1978). Les multiplications cellulaires redémarrent à l'éclosion (stade E₁) moment à partir duquel les chocs thermiques ont une influence sur le développement ultérieur. Les cellules qui se divisent au moment du choc seraient les seules capables de répercuter sur le développement

ultérieur les traces laissées par les chocs thermiques.

Conclusion - L'étude de l'action des chocs thermiques montre que le développement d'Artemia met en oeuvre des processus qui déterminent longtemps à l'avance l'identité des segments : le passage des segments thoraciques aux segments génitaux est décidé dès le jo alors que le corps de la larve nauplius n'est pas encore segmenté. Chez la Drosophile, ces processus correspondent à la mise en oeuvre de l'activité des gènes homéotiques (Lewis 1978). L'existence de tels gènes n'est pas démontrée chez les Crustacés. Si les effets obtenus chez Artemia correspondent bien à des transformations homéotiques, le choc thermique infligé le jo, induirait des phénocopies des mutations homéotiques et la description des copies aura précédé la description des originaux ! Mais alors que le passage des segments thoraciques aux segments abdominaux est remis en cause par des chocs thermiques infligés pendant la vie embryonnaire chez la Drosophile, le passage des segments thoraciques aux segments génitaux est remis en cause par un choc thermique infligé pendant la vie postembryonnaire chez Artemia. Cette donnée est fondamentale car elle permet de comprendre que les conditions nutritionnelles subies par les larves d'Artemia jusqu'au stade IX puissent avoir un effet à retardement sur la morphogenèse d'appendices surnuméraires sur les segments abdominaux normalement apodes (Hernandorena 1970, 1974, 1979). L'expression des gènes qui codent la formation de ces appendices est déréprimée et comme le souligne Sang (1984) cette dérépression correspond à la production d'homéoses.

- ANDERSON D.T., 1967. Larval development and segment formation in the branchiopod crustaceans Limnadia stanleyana King (Conchostraca) and Artemia salina (L.) (Anostraca). Aust. J. Zool., 15, 47-91.
- HERNANDORENA A., 1970. Obtention de morphogenèses appendiculaires abortives et surnuméraires chez Artemia salina (L.) (Crustacé branchiopode) par carences alimentaires de base pyrimidique et de nucléotide purique. C.R Acad. Sci. Paris, 271, 1406-1409.
- HERNANDORENA A., 1974. Besoin alimentaire en acide adénylique, croissance et morphogenèse chez Artemia salina (L.) (Crustacé branchiopode). Ann. Nutr. Alim., 28, 65-82.
- HERNANDORENA A., 1979. Relationships between purine and pyrimidine dietary requirements and Artemia salina morphogenesis. Comp. Biochem. Physiol., 62 B, 7-12.
- LEWIS E.B. 1978. A gene complex controlling segmentation in Drosophila. Nature, 276, 565-570.
- MAAS A.H., 1948. Über die Auslöbarkeit von temperatur-modifikationen während der Embryonalentwicklung von Drosophila melanogaster. Wilhelm Roux's Arch., 143, 315-372.
- MILLER D., McLENNAN A.G., 1986. Changes in intracellular levels of Ap₃ A and Ap₄ A in cysts and larvae of Artemia do not correlate with changes in protein synthesis after heat shocks. Nucleic Acid. Res., 14, 6031-6040.
- NAKANISHI Y.H., IWASAKI T., OKIGATI T., KATO H., 1962. Cytological studies of Artemia salina I. Embryonic development without cell multiplication after the blastula stage in encysted dry eggs. Annot. Zool. Jap., 35, 223-228.
- OLSON C.S., CLEGG J.S., 1978. Cell division during development of Artemia salina. Wilhelm Roux's Arch., 184, 1-13.
- SANG J.H., 1984. Genetics and development. Longman, London, New York, 398 p
- SANTAMARIA P., 1979. Heat shock induced phenocopies of dominant mutants of the bithorax complex in Drosophila melanogaster. Molec. Gen. Genet., 172, 161-163.
- SQUIRE R.D., GROCSH, D.S., 1967. "Swimmerette" a new sex-linked recessive mutant in the brine shrimp Artemia salina L. Biol. Bull., 133, 487.