

CARACTÉRISTIQUES ÉCOLOGIQUES ET BIOLOGIQUES D'ARTEMIA SALINA (CRUSTACÉ, ANOSTRACÉ) DE LA SEBKHA EZ-ZEMOUL, ALGÉRIE NORD-EST

Mounia AMAROUAYACHE¹, Farid DERBAL¹ & Mohamed Hichem KARA¹

SUMMARY. — *Ecological and biological characteristics of Artemia salina (Crustacea, Anostraca) in the sebkha Ez-Zemoul, northeastern Algeria.* — This study concerned some biological and ecological aspects of *Artemia salina* (Branchiopoda, Anostraca) from the sebkha Ez-Zemoul, situated in northeastern Algeria (35° 53' N - 06° 30' E). The survey of the demographic structure and density of *Artemia* population between January 2003 and February 2005 shows that this brine shrimp appeared in November after the cyst hatching, reached a maximum density in March (56 ind.L⁻¹ in 2003 and 38 ind.L⁻¹ in 2004) and disappeared completely in July. The sex ratio was always in favour of males. Its values were very high (1.77 - 31.80). Males were smaller than females. Their respective lengths varied, according to the sampling period, between 7.1 mm and 8.8 mm and between 8.7 mm and 10.4 mm. The length of females at first sexual maturity varied between 7 mm (November) and 9 mm (April). Oviparity was the main mode of reproduction (90 - 100 %). Females were relatively fertile with an average brood size comprised between 19.50 (May 2003) and 104.7 (March 2003) offsprings/female.

RÉSUMÉ. — Cette étude est consacrée à quelques aspects de l'écologie et de la biologie d'*Artemia salina* (Branchiopode, Anostracé) de la sebkha Ez-Zemoul, située dans le nord-est de l'Algérie (35°53' N - 06°30' E). Le suivi de sa structure démographique et de sa densité, entre janvier 2003 et février 2005, montre que ce crustacé apparaît en novembre, suite à l'éclosion des cystes, atteint une densité maximale en mars (56 ind.L⁻¹ en 2003 et 38 ind.L⁻¹ en 2004) et disparaît complètement à partir de juillet. La sex-ratio est toujours en faveur des mâles et ses valeurs sont très élevées (1,77 - 31,80). Ces derniers sont plus petits que les femelles. Les tailles moyennes des deux sexes varient, selon la période d'échantillonnage, entre 7,1 mm et 8,8 mm et entre 8,7 mm et 10,4 mm respectivement. La taille à la première maturité sexuelle des femelles varie entre 7 mm (novembre) et 9 mm (avril). L'oviparité est le principal mode de reproduction (90 - 100 %). La fécondité varie entre 19,5 (mai 2003) et 104,7 zygotes/portée (mars 2003).

Artemia (Leach, 1819) est un crustacé branchiopode qui vit dans les milieux hyperhalins des régions tropicales et subtropicales ou tempérées (Persoone & Sorgeloos, 1980). Il est réparti dans le monde en populations bisexuelles et parthénogénétiques (Barigozzi, 1980). Ses femelles peuvent se reproduire soit par ovoviviparité soit par oviparité lorsque les conditions du milieu sont défavorables (Barata *et al.*, 1995). Son cycle de développement est court, avec un temps de génération de 20 jours et une durée de vie de 3 mois environ (Sorgeloos *et al.*, 1986).

Les principaux travaux disponibles sur *Artemia* concernent son usage en aquaculture (Lavens *et al.*, 1986 ; Sorgeloos *et al.*, 2001 ; Abatzopoulos *et al.*, 2003). En effet, ses nauplii fraîchement éclos sont couramment utilisés dans les écloséries de poissons et de crustacés, en

¹ Laboratoire Bioressources Marines, Université d'Annaba - Badji-Mokhtar. B.P. 230 Oued Kouba, 23003 Annaba, Algérie. E.mail : m.derbal@yahoo.fr

raison de leur taille adéquate, de leur facilité d'utilisation et pour leur richesse en acides gras, essentiels à la survie et à la croissance des stades larvaires de ces prédateurs (Bengtson *et al.*, 1991). L'écologie du genre a été cependant moins abordée en raison de l'instabilité des milieux qu'il fréquente et de sa distribution hétérogène, tributaire de plusieurs facteurs, notamment la direction du vent et le phototactisme des individus (Persoone & Sorgeloos, 1980 ; Wear & Haslett, 1987 ; Van Stappen *et al.*, 2001).

En Algérie, *Artemia* se trouve dans cinq localités différentes (Zemmouri, 1991 ; Gagneur & Kara, 2001) dont trois ont fait l'objet d'investigations : la sebkha d'Arzew (Haddag, 1991), le chott Marouane (Kara, 1998 ; Kara *et al.*, 2004 ; Amarouyache *et al.*, 2009a) et la sebkha Ez-Zemoul (Kara, 1998 ; Amarouyache *et al.*, 2009b). L'espèce *A. salina* (Linnaeus, 1758), anciennement *A. tunisiana* (Bowen *et al.*, 1978), a été confirmée dans ces deux derniers milieux, en utilisant la microscopie électronique à balayage (Amarouyache, 2009), par l'absence des épines à la base du pénis (Triantaphyllidis *et al.*, 1997). Le présent travail est complémentaire et vise une meilleure connaissance de la biologie et de l'écologie de la population de la sebkha Ez-Zemoul pour son exploitation à des fins aquacoles. Sa composition, sa densité, sa biométrie et sa reproduction sont présentées.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

MILIEU D'ÉTUDE

La sebkha Ez-Zemoul est située au nord-est de l'Algérie (35° 53' N - 06° 30' E), dans les hautes plaines semi-arides constantinoises (900 m) (Fig. 1). Sa superficie est d'environ 61 km² et sa profondeur moyenne est estimée à 0,6 m (Anonyme, 2004). La sebkha est essentiellement alimentée par les eaux pluviales et par les eaux de ruissellement. Le climat de la région est caractérisé par un hiver froid et pluvieux et un été sec et chaud, avec des vents dominants qui soufflent du nord-ouest. Les figures 2a et 2b illustrent les données climatiques enregistrées en 2003 et en 2004 dans la région de Constantine (à 40 km du site). La sebkha est généralement pleine d'eau de novembre à juin et s'assèche parfois à partir de juillet, selon les périodes. La salinité de l'eau est très variable (30 et 255 g.L⁻¹). La figure 3 présente les valeurs moyennes de la salinité et de la température de l'eau entre janvier 2003 et juin 2004.

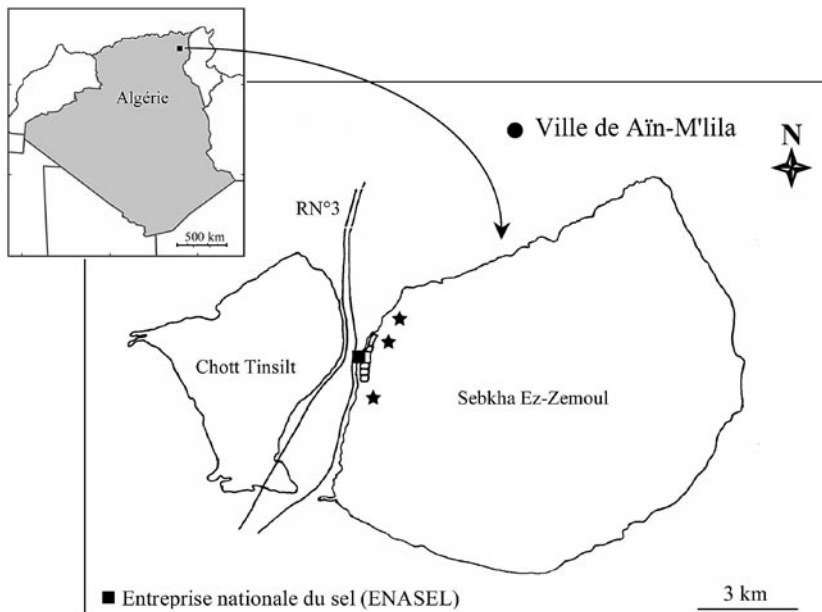


Figure 1. — Milieu d'étude et zone d'échantillonnage (*). *Environment studied and sampling zone (*)*.

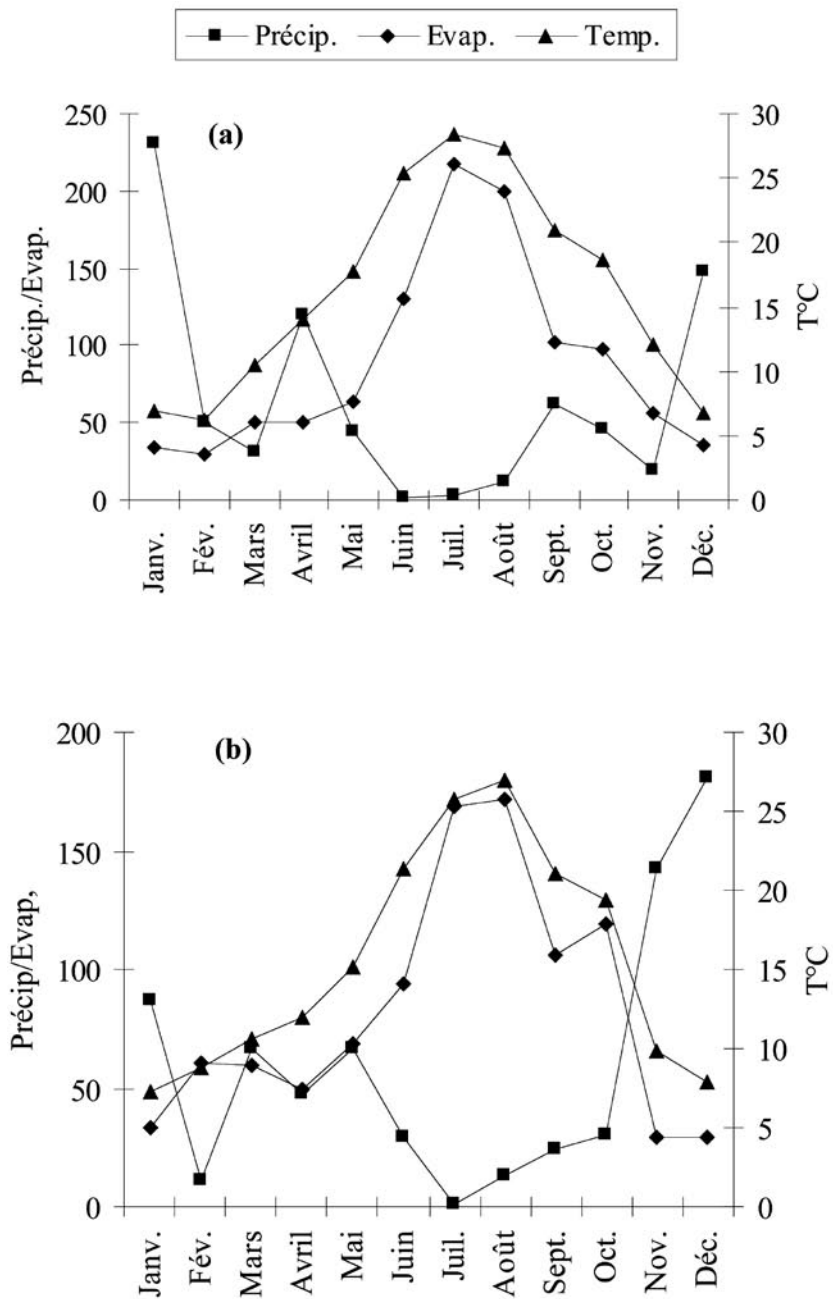


Figure 2. — Précipitations, évaporation (en mm) et température atmosphérique (°C) dans la région de Constantine durant les années 2003 (a) et 2004 (b) (Source : Office National de la Météorologie, Constantine). *Rainfall, evaporation (in mm) and air temperature (°C) in the Constantine region in 2003 (a) and 2004 (b) (Source : Office National de la Météorologie, Constantine).*

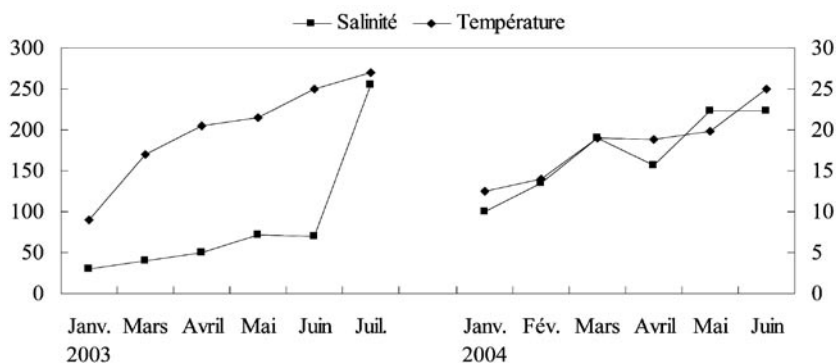


Figure 3. — Salinité et température de l'eau de la sebkha Ez-Zemoul durant la période d'échantillonnage (Source : Entreprise Nationale du Sel). *Water salinity and temperature in the sebkha Ez-Zemoul during the sampling period* (Source : National Salt Company).

La faune aquatique de la sebkha Ez-Zemoul est représentée par des larves d'insectes (Chironomidés), des Anostracés, des Copépodes, des Cladocères, des Ostracodes, des Rotifères et des Ciliés. Les algues microscopiques sont généralement représentées par *Dunaliella salina* (Dunal) (Amarouyache, 2009). Des bactéries halophiles *Halorubrum ezzemoulense* et *Salicola salis*, endémiques à la sebkha, ont été récemment découvertes par Kharroub *et al.* (2006a, b). Parmi les oiseaux migrateurs qui fréquentent la sebkha, le Flamant rose *Phoenicopterus ruber roseus* (Pallas, 1811) est le plus représenté (Samraoui *et al.*, 2006) avec 1500 individus en 2003 (Saheb *et al.*, 2006).

ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE

La période d'étude s'étale de janvier 2003 à février 2005. Chaque mois, un volume de 10 L d'eau est filtré sur un tamis de 125 μm de vide de maille. Les artémies récupérées ont été conservées dans du formol à 3 %. Leurs différents stades de développement ont été identifiés et regroupés selon les critères morphologiques proposés par Sorgeloos *et al.* (1986) en : nauplii (stade I), métanauplii (stade II à stade IV), juvéniles (stade V à stade IX), préadultes (stade X à stade XIV) et adultes. Le nombre de générations a été déterminé chaque mois (temps de maturité sexuelle) par la présence d'ascendances au stade adulte ayant approximativement le même âge. La sex-ratio (SR) est exprimée par la formule $SR = \text{nombre de mâles} / \text{nombre de femelles}$. Pour l'étude de la densité, le comptage des individus a été réalisé dans une cuve Dollfus. Un coefficient de corrélation entre cet indice et les paramètres physico-chimiques du milieu a été calculé. La longueur totale des mâles et des femelles a été déterminée chaque mois durant la 1^{ère} période humide (de janvier à juin 2003). Les mesures ont été effectuées de l'extrémité de la tête jusqu'à la base de la furca (Amat, 1980), sous un microscope optique (grossissement $\times 10$) muni d'un micromètre oculaire. Les tailles des deux sexes ont été comparées en utilisant le test *t* de Student.

La reproduction a été étudiée entre janvier et novembre 2003. La taille à la première maturité sexuelle a été déterminée. Elle correspond à la longueur à laquelle 50 % des individus présentent des signes de reproduction, tels que la présence d'embryons ou de glandes du chorion développées dans le sac ovigère (Amat, 1982). Les sacs ovigères des femelles préalablement mesurées ont été disséqués, afin de déterminer le mode de reproduction, l'oviparité (présence de cystes ou œufs de résistance) ou l'ovoviviparité (présence de nauplii). La fécondité a été déterminée par le nombre de cystes ou de nauplii par portée.

RÉSULTATS

Pendant les deux années 2003 et 2004, *A. salina* apparaissait en novembre et disparaissait complètement en juillet, même lorsque la sebkha contenait de l'eau (2003) (Figs. 4a, b, c). Entre janvier et juin 2003 (Fig. 4a), au moins quatre générations de ce crustacé sont apparues. Les stades jeunes étaient toujours présents. Les adultes étaient rares en janvier et dominaient à plus de 90 % en juin. Au début du mois de novembre de la même année, la population était composée exclusivement de nauplii (Fig. 4b). Entre la fin novembre 2003 et juin 2004, les stades larvaires dominaient généralement et les adultes étaient rares. Entre juillet et octobre 2004, le lac était à sec. Le premier recrutement de la nouvelle hydropériode est apparu en novembre 2004 avec la dominance des nauplii, alors que les préadultes et les adultes étaient totalement absents. De nouvelles cohortes, de moindre importance, sont apparues en décembre, janvier et février 2005 (Fig. 4c).

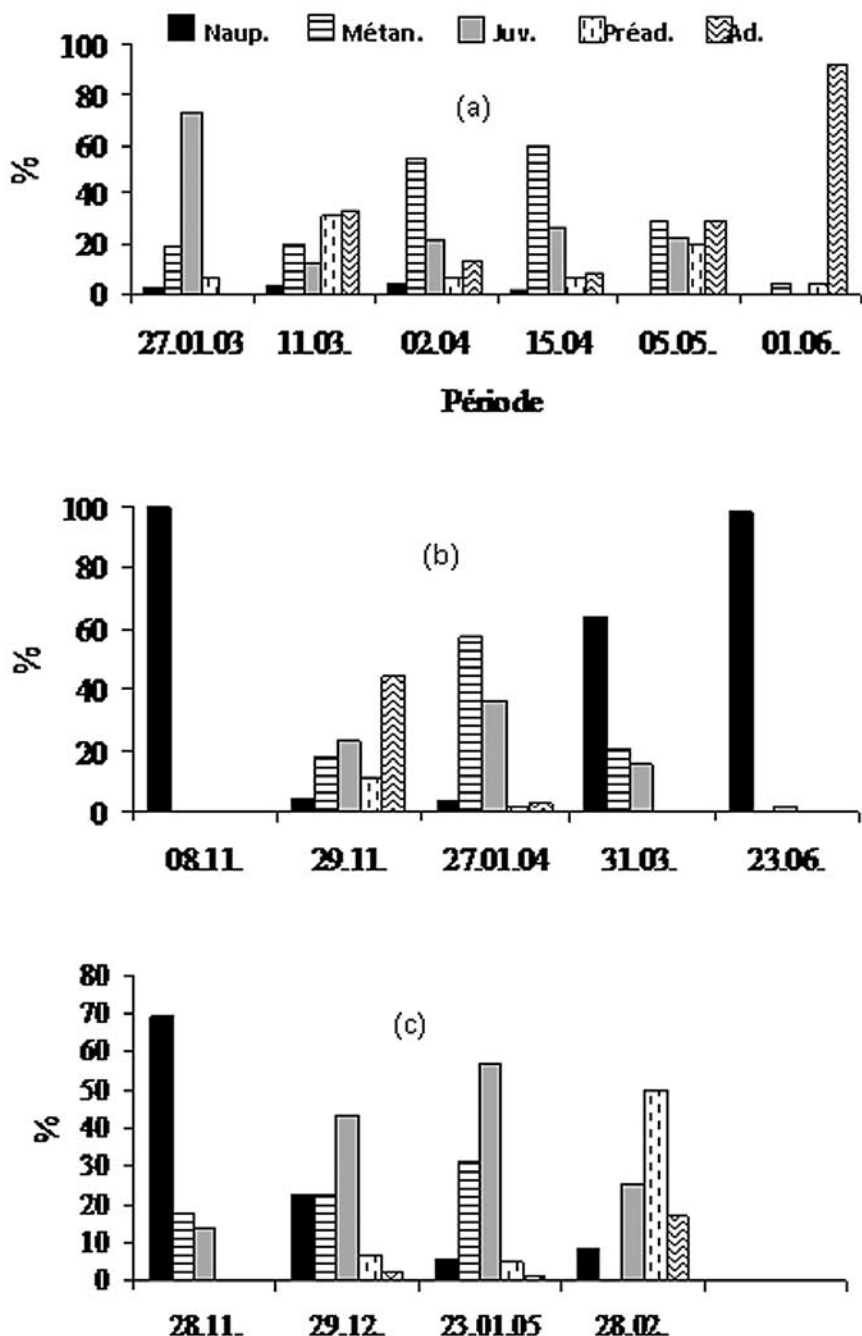


Figure 4. — Structure démographique (en %) d'Artemia de la sebkha au cours de trois cycles humides (a : 27.01.03 - 01.06.03, b : 08.11.03 - 23.06.04, c : 28.11.04 - 28.02.05). Naup. : nauplii, Métan. : métanauplii, Juv. : Juvéniles, Préad. : préadultes, Ad. : adultes. Demographic structure (in %) of Artemia from the sebkha Ez-Zemoul during three wet cycles. (a : 27.01.03 - 01.06.03, b : 08.11.03 - 23.06.04, c : 28.11.04 - 28.02.05). Naup. : nauplii, Metan. : metanauplii, Juv. : Juveniles, Préad. : preadults, Ad. : adults.

La sex-ratio était toujours en faveur des mâles entre janvier 2003 et février 2005 (Fig. 5). Une augmentation graduelle est observée de l'hiver vers l'été pendant l'année 2003, avec des valeurs comprises entre 1,77 et 31,8. Par la suite, les valeurs étaient plus faibles que ce maximum.

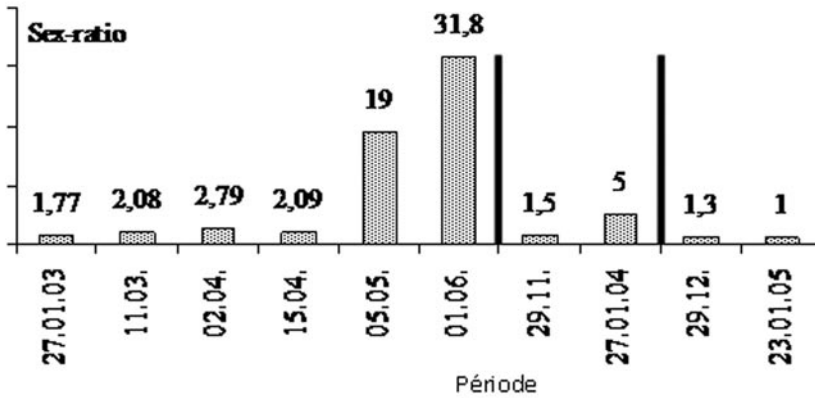


Figure 5. — Sex-ratio d'Artemia de la sebkha Ez-Zemoul durant la période d'échantillonnage. Les traits gras noirs indiquent la fin de l'hydropériode. Sex ratio of Artemia from the sebkha Ez-Zemoul during the sampling period. Black lines point out the end of the hydroperiod.

La densité d'A. salina variait considérablement pendant les différentes périodes de l'étude (Fig. 6). Entre mars et juin 2003, la densité a diminué de 56,33 ind.L⁻¹ à 11,83 ind. L⁻¹. Des corrélations négatives ont été observées entre la densité d'A. salina et la salinité ($r = -0,79$; $P \leq 0,05$) et aussi la température de l'eau ($r = -0,91$; $P \leq 0,05$). Entre juillet et octobre 2003, il n'y avait aucune trace des artémies. En novembre, la densité était de 1 ind.L⁻¹ et variait pendant la deuxième hydropériode entre 0,1 ind.L⁻¹ et un maximum de 38,2 ind.L⁻¹ observé en mars 2004. Pendant le début de l'hydropériode située entre novembre 2004 et février 2005, la densité était comprise entre 0,6 et 9,73 ind.L⁻¹.

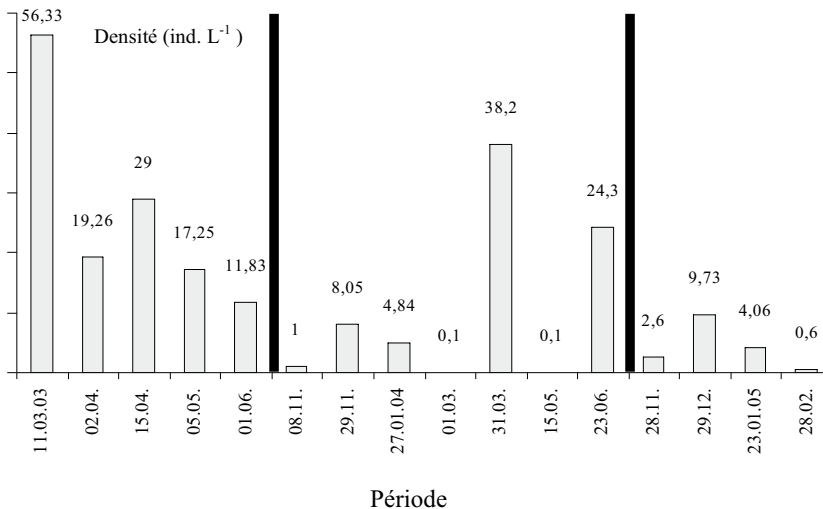


Figure 6. — Densité (ind.L⁻¹) des différents stades de développement d'Artemia de la sebkha Ez-Zemoul au cours de la période d'échantillonnage. Les traits gras noirs indiquent la fin de l'hydropériode. Density (ind.L⁻¹) of the different developing stages of Artemia in the sebkha Ez-Zemoul during the sampling period. Black lines point out the end of the hydroperiod.

Les femelles sont plus grandes que les mâles ($2,88 \leq t_{\text{obs}} \leq 7,89$; $P \leq 0,05$). Globalement, les longueurs totales moyennes variaient pendant la période d'étude entre 7,34 et 10,35 mm (Tab. I).

TABLEAU I

Longueurs totales ($L_t \pm E.T$ en mm) des femelles (♀) et des mâles (♂) d'*Artemia* de la Sebkhia Ez-Zemoul et test t de Student de comparaison des moyennes (* différence significative, *** différence hautement significative)
Total length ($L_t \pm E.T$ in mm) of the *Artemia* males (♂) and females (♀) from Sebkhia Ez-Zemoul and Student t-test of mean comparison (* significant difference, *** highly significant difference)

Dates	Salinité (g.L ⁻¹)	Température moyenne (°C)	Longueur totale (mm)		t_{obs}
			Femelles	Mâles	
27/01/03	30	9	8,82 ± 0,85	7,34 ± 0,71	7,23 ***
11/03/03	40	17	9,46 ± 0,88	7,73 ± 0,79	7,89 ***
15/04/03	50	20,46	10,35 ± 0,83	8,79 ± 0,9	6,89 ***
05/05/03	70	21,5	9,13 ± 0,98	7,84 ± 0,42	2,53 *
01/06/03	71	25,06	8,68 ± 0,79	7,44 ± 1,03	2,48 *

Les femelles d'*A. salina* de la sebkhia Ez-Zemoul deviennent matures à une taille qui varie entre 7 mm (novembre) et 9 mm (avril). Elles se reproduisent généralement par oviparité (90 %) et occasionnellement par ovoviviparité. Le nombre moyen de cystes ou de nauplii produits par portée varie entre 19,5 cystes (mai) et 170 nauplii au maximum (mars) (Tab. II). La fécondité individuelle maximale observée était de 202 cystes/portée (mars).

TABLEAU II

Fécondité d'*Artemia* de la Sebkhia Ez-Zemoul par classe de taille et fécondité moyenne ($\pm E.T.$) en fonction de la période d'échantillonnage (les valeurs entre parenthèses représentent les effectifs)
Fecundity of *Artemia* from Sebkhia Ez-Zemoul and mean fecundity ($\pm S.D.$) according to size classes to the sampling period (values between parentheses indicate individual numbers)

Période	Progéniture	Classes de tailles mm						Fécondité moyenne
		[5 - 6[[7 - 8[[8 - 9[[9 - 10[[10 - 11[[11 - 12[
27/01/03	Cystes	-	45 (2)	60 (2)	22 (1)	84 (1)	-	52,66 ± 20,96
11/03/03	Cystes	-	120 (1)	91,8 (5)	101,88 (9)	104,16 (6)	115 (1)	101,63 ± 37,21
	Nauplii	-	-	-	170 (1)	-	-	170
15/04/03	Cystes	-	-	42 (1)	31,42 (7)	41,8 (10)	53 (8)	42,45 ± 20,51
	Nauplii	-	-	-	24 (1)	37 (1)	-	30,5 ± 6,5
05/05/03	Cystes	-	-	11 (1)	-	28 (1)	-	19,5 ± 12,02
29/11/03	Cystes non-résistants	56,5 (1)	18 (1)	56,5 (6)	47,8 (5)	101,25 (4)	82 (1)	63,3 ± 19
	Nauplii	-	-	-	105 (1)	-	83 (1)	94,0 ± 3

DISCUSSION

La première génération d'*A. salina* apparaît dès les premières pluies d'automne qui provoquent l'éclosion des cystes. Ce crustacé se développe dans la sebkhia jusqu'en juin et disparaît complètement en juillet, lorsque la température de l'eau atteint 30° C et la salinité 250 g.L⁻¹ (2003), ou après l'assèchement total du milieu (année 2004). D'après Barata *et al.* (1995), les populations bisexuelles sont plutôt hivernales à printanières, alors que les populations parthé-

nogénétiques résisteraient mieux aux températures élevées et seraient plutôt estivales. Dans le chott Marouane (sud-est algérien), *A. salina* apparaît en janvier/février et persiste jusqu'en mai, lorsque la salinité atteint 360 g.L^{-1} (Amarouyache *et al.*, 2009a). Entre novembre 2003 et février 2005, plusieurs cohortes sont apparues dans la sebkha, comme le montre la dominance régulière des jeunes stades larvaires, alors que les adultes étaient rarement observés. Cette dynamique pourrait être expliquée par un ralentissement de la croissance dû à un manque de nourriture. En effet, Savage & Knott (1998) concluent, dans le lac Hayward en Australie, que le mécanisme majeur qui contrôle la survie des nauplii et le recrutement des artémies est la disponibilité de la nourriture.

La sex-ratio est en faveur des mâles et varie considérablement, ce qui conforte les conclusions de Barigozzi (1980). Dans la population du chott Marouane, elle est entre 1,32 et 1,73 (Amarouyache *et al.* 2009a). Dans le Grand Lac Salé (Utah, USA), elle est de 1 en novembre-décembre et s'élève à 4 en juin (Gliwicz *et al.*, 1995). L'augmentation graduelle de la proportion des mâles par rapport à celle des femelles dans la sebkha Ez-Zemoul, entre janvier et juin 2003, serait due au fait que les mâles résistent mieux aux températures élevées, comme le concluent Van Stappen *et al.* (2001) pour la population du lac Urmiah (Iran). La présence exclusive des mâles a déjà été observée chez d'autres branchiopodes anostracés, tels que *Branchipus schaefferi* et *Streptocephalus torvicornis* des mares temporaires algériennes et espagnoles respectivement (Beladjal *et al.*, 2003). Ces auteurs observent une grande différence entre la période de survie des mâles et des femelles ; lorsque toutes ces dernières sont mortes, plus de 50 % des mâles sont encore en vie pendant 107,9 jours, ce qui représente le tiers de leur vie. Beladjal *et al.* (2002) expliquent ce phénomène comme étant une distorsion de la sex-ratio (SRD) connue chez beaucoup d'espèces animales.

La densité d'*Artemia* dans les milieux hyperhalins a été rarement abordée en raison des contraintes liées à l'échantillonnage (Persoone & Sorgeloos, 1980). Dans la sebkha Ez-Zemoul, elle est très variable. Le maximum observé (en mars 2003) est de 56 ind.L^{-1} . Cette valeur correspond à la densité moyenne de la population d'*Artemia* de la saline de Sfax en Tunisie (Guermazi *et al.*, 2009). Dans la saline de Camargue (Sud de la France), la densité maximale observée en automne est de 50 ind.m^{-2} (Thièry & Puente). En Turquie, elle atteint un maximum de $13,8 \text{ ind.L}^{-1}$ dans la saline d'Izmir (Koray, 1998) et $0,114 \text{ ind.L}^{-1}$ au maximum dans le lac Tuz (Basbug & Demirkalp, 1997). D'après Lavens *et al.* (1986), une densité naturelle de 100 ind.L^{-1} est considérée comme étant très élevée. En 2003, la densité était nettement plus élevée qu'en 2004 ou qu'au début de 2005, probablement à cause de la dilution de l'eau qui a favorisé la multiplication des artémies et des autres taxons carcinologiques présents dans la sebkha. La même situation a été décrite dans le lac salé de Fuente de Piedra en Espagne (Garcia *et al.*, 1997). Un gradient négatif de la densité a été observé durant le premier cycle, entre mars et juin 2003, jusqu'à la disparition complète des individus en juillet. Celui-ci est lié à l'augmentation de la salinité et de la température de l'eau et peut-être, à une diminution de la nourriture disponible dans le milieu, suite à la multiplication progressive des autres taxons. Par ailleurs, la prédation des artémies par les insectes et les flamants roses, particulièrement nombreux pendant cette période n'est pas à négliger (Saheb *et al.*, 2006). Pendant le second cycle hydrologique, marqué par une faible pluviométrie et de fortes salinités, la densité d'*A. salina* était faible.

A. salina de la sebkha Ez-Zemoul est relativement de grande taille (jusqu'à 10,3 mm selon la période) et les mâles sont plus petits que les femelles, ce qui est commun chez ce crustacé (Alonso, 1996). En comparaison avec d'autres populations bisexuelles sauvages d'origine méditerranéenne, les artémies de la sebkha Ez-Zemoul sont parmi les plus grandes (Amat, 1980 ; Mura, 1993 ; Aloui & El-Abed, 1998 ; El-Bermawi *et al.*, 2004 ; Amarouyache *et al.* 2009a). La taille moyenne maximale enregistrée chez les deux sexes est observée en avril, puis diminue chez les nouvelles générations de mai et de juin, avec la multiplication des autres invertébrés présents et aussi l'augmentation de la salinité. La compétition inter- et intraspécifique entraîne la diminution de la nourriture disponible, ce qui aurait une influence négative sur la croissance des individus (Wurtsbaugh & Gliwicz, 2001). Selon Amat (1980), la salinité a aussi une influence directe sur la taille d'*Artemia* qui est d'autant plus faible que la salinité du milieu est élevée.

La taille à la première maturité sexuelle chez la population d'*A. salina* de la sebkha Ez-Zemoul est supérieure à celle observée dans le chott Marouane (Amarouayache *et al.*, 2009a). Les femelles se reproduisent préférentiellement par oviparité comme chez la plupart des espèces bisexuelles du genre (Barata *et al.*, 1995). D'après ces auteurs, la production d'œufs de résistance a lieu lorsque les conditions du milieu sont défavorables (salinité élevée et faible taux d'oxygène dissous) et dans les biotopes confrontés à la sécheresse. Les femelles de la sebkha sont relativement fécondes puisqu'elles produisent plus d'une soixantaine d'œufs en moyenne par portée, contre une dizaine dans le chott Marouane où la salinité de l'eau est proche de la saturation (Amarouayache *et al.*, 2009a). Van Stappen *et al.* (2001) considèrent que la fécondité comprise entre 30 et 80 cystes ou nauplii, produits par la population du lac Urmiah, est très élevée. Globalement, les conditions de vie de la sebkha Ez-Zemoul favorisent donc le développement d'*Artemia* en comparaison avec celles du chott Marouane ou d'autres biotopes méditerranéens. Cependant, sa dynamique varie d'un cycle humide à un autre et serait tributaire des conditions climatiques et physico-chimiques du milieu.

RÉFÉRENCES

- ABATZOPOULOS, T.J., EL-BERMAWI, N., VASDEKIS, C., BAXEVANIS, A.D. & SORGELOOS, P. (2003). — Effects of salinity and temperature on reproductive and life span characteristics of clonal *Artemia*. (International Study on *Artemia*. LXVI). *Hydrobiologia*, 492 : 191-199.
- ALLOUI, N. & EL-ABED, A. (1998). — Biométrie et paramètres d'éclosion chez *Artemia* (*A. franciscana*). Étude des souches de Megrine et de Sfax. *Actes des Troisièmes Journées Tunisiennes des Sciences de la Mer*. Bizerte : 5-8.
- ALONSO, M. (1996). — *Fauna iberica. Crustacea Branchiopoda*. Vol 3. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones, Madrid.
- AMAROUAYACHE, M. (2009). — *L'artémia dans les Chotts et les Sebkhass du nord-est de l'Algérie : recherches sur les populations du Chott Marouane et de la Sebkha Ez-Zemoul*. Thèse de Doctorat en Sciences de la mer, Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.
- AMAROUAYACHE, M., DERBAL, F. & KARA, M.H. (2009a). — Biological data on *Artemia salina* (Branchiopoda, Anostraca) from Chott Marouane (Northeast Algeria). *Crustaceana*, 82 : 997-1005.
- AMAROUAYACHE, M., DERBAL, F. & KARA, M.H. (2009b). — The parasitism of *Flamingolepis liguloides* (Gervais, 1847) (Cestoda, Hymenolepididae) in *Artemia salina* (Crustacea, Branchiopoda) in two saline lakes in Algeria. *Acta Parasitologica*, 54 : 330-334.
- AMAT, F. (1980). — Differentiation in *Artemia* strains from Spain. Pp 19-39 in : G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels & E. Jaspers (eds), *The brine shrimp Artemia. Morphology, genetics, radiology, toxicology*. Universa Press, Wetteren, Belgium.
- AMAT, F. (1982). — Diferenciación y distribución de las poblaciones de *Artemia* (Crustáceo, Branchiópodo) de España. III. Oviparismo y ovoviviparismo. Estudio cualitativo y cuantitativo. *Inv. Pesq.*, Barcelona, 46 : 3-13.
- ANONYME (2004). — *Atlas (IV) des zones humides algériennes d'importance internationale*. Direction Générale des Forêts (eds), MADR, Algérie.
- BARATA, C., HONTORIA, F. & AMAT, F. (1995). — Life history, resting egg formation and hatching may explain the temporal geographical distribution of *Artemia* strains in the Mediterranean basin. *Hydrobiologia*, 298 : 295-305.
- BARIGOZZI, C. (1980). — Genus *Artemia* : problems of systematics. Pp 147-153 in : G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels & E. Jaspers (eds), *The brine shrimp Artemia. Morphology, genetics, radiology, toxicology*. Universa Press, Wetteren, Belgium.
- BASBUG, B.A & DEMIRCALP, F.Y. (1997). — A note on the brine shrimp *Artemia* in Tuz Lake (Turkey). *Hydrobiologia*, 353 : 45-51.
- BELADJAL, L., PEIREN, N., VANDEKERCKHOVE, T.T.M. & MERTENS, J. (2003). — Different life histories of the co-occurring fairy shrimps *Branchipus schaefferi* and *Streptocephalus torvicornis* (Anostraca). *J. Crustac. Biol.*, 23 : 300-307.
- BELADJAL, L., VANDEKERCKHOVE, T.T.M., MUYSSSEN, B., HEYRMAN, J., DE CESMACKER, J. & MERTENS, J. (2002). — B-chromosomes and male-biased sex ratio with paternal inheritance in fairy shrimp *Branchipus schaefferi* (Crustacea, Anostraca). *Heredity*, 88 : 356-360.
- BENGTSON, D.A., LEGER, P. & SORGELOOS, P. (1991). — Use of *Artemia* as a food source for aquaculture. Pp 255-285 in : R. A. Browne, P. Sorgeloos & C.N.A. Trotman (eds), *Artemia biology*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- EL-BERMAWI, N., BAXEVANIS, A.D., ABATZOPOULOS, T.J., VAN STAPPEN, G. & SORGELOOS, P. (2004). — Salinity effects on survival, growth and morphometry of four Egyptian *Artemia* populations (International study on *Artemia*. LXVII). *Hydrobiologia*, 523 : 175-188.
- GAGNEUR, J. & KARA, M. H. (2001). — Limnology in Algeria. Pp 1-34 in : R. G. Wetzel & B. Gopal (eds), *Limnology in developing countries*, 3. SIL, Intern. Assoc. Limnol.

- GARCIA, C., GARCIA-RUIZ, M.R., RENDON, M., NIELL, F.X. & LUCENA, J. (1997). — **Hydrobiological cycle and inter-annual variability of the aquatic community in a temporary saline lake (Fuente de Piedra, Southern Spain).** *Hydrobiologia*, 345 : 131-141.
- GLIWICZ, Z.M., WURTSBAUGH, A. & WARD, A. (1995). — *Brine shrimp ecology in the Great Salt Lake, Utah. June 1994 - May 1995.* Performance Report to the Utah Division of Wildlife Resources, Salt Lake City, UT.
- GUERMAZI, W., AYADI, H. & ALEYA, L. (2009). — Correspondence of the seasonal patterns of the brine shrimp, *Artemia salina* (LEACH, 1819) (Anostraca) with several environmental factors in an arid solar saltern (Sfax, Southern Tunisia). *Crustaceana*, 82 : 327-348.
- HADDAG, M. (1991). — *Contribution à l'étude d'une souche d'artémia (Artemia tunisiana) endémique aux eaux de la saline d'Arzew, Algérie.* Thèse de Magistère en Sciences biologiques. Option aquaculture. Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral, Alger, Algérie.
- KARA, M.H. (1998). — *Bases biologiques et écologiques de l'élevage du loup Dicentrarchus labrax dans la région d'Annaba.* Thèse de Doctorat d'État es-Sciences Naturelles. Université des Sciences et Techniques Houari Boumediene, Alger.
- KARA, M.H., BENGRAINE, K.A., DERBAL, F., CHAOU, L. & AMAROUAYACHE, M. (2004). — Quality evaluation of a new strain of *Artemia* from Chott Merouane. *Aquaculture*, 235 : 361-369.
- KHARROUB, K., AGUILERA, M., QUESADA, T., ANTONIO MORILO, J., RAMOS-CORMENZANA, A., BOULAHROUF, A. & MONTEOLIVA-SANCHEZ, M. (2006a). — *Salicola salis* sp. nov., an extremely halophilic abacterium isolated from Ezzemoul sabkha in Algeria. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 56 : 2647-2652.
- KHARROUB, K., QUESADA, T., FERRER, R., FUENTES, S., AGUILERA, M., BOULAHROUF, A., RAMOS-CORMENZANA, A. & MONTEOLIVA-SANCHEZ, M. (2006b). — *Halorubrum ezzemoulnes* sp. nov., halophilic archaeon isolated from Ezzemoul sabkha, Algeria. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 56 : 1583-1588.
- KORAY, T. (1998). — Annual production of *Artemia parthenogenetica* in a solar saltworks. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 35 : 554-555.
- LAVENS, P., LEGER, P. & SORGELOOS, P. (1986). — Production, utilization and manipulation of *Artemia* as food source for shrimp and fish larvae. *Oceanis*, 4 : 229-247.
- MURA, G. (1993). — Seasonal distribution of *Artemia salina* and *Branchinella spinosa* in a saline astatic pond in south west Sardinia Italy (Anostraca). *Crustaceana*, 64 : 172-191.
- PERSOONE, G. & SORGELOOS, P. (1980). — General aspects of ecology and biogeography of *Artemia*. Pp 3-24 in : G., Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels & Jaspers, E. (eds), *The brine shrimp Artemia*, 3. *Ecology, culturing, use in aquaculture*. Universa Press. Wetteren, Belgium.
- SAHEB, M., BOULAKHSSAIM, M., OULDJAOU, A., HOUHAMDI, M., & SAMRAOUI, B. (2006). — Sur la nidification du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* en 2003 et 2004 en Algérie. *Alauda*, 74 : 368-371.
- SAMRAOUI, B., OULDJAOU, A., BOULAKHSSAIM, M., HOUHAMDI, M., SAHEB, M & BÉCHET, A. (2006). — The first recorded reproduction of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria : behavioural and ecological aspects. *Ostrich.*, 17 : 153-159.
- SAVAGE, A. & KNOTT, B. (1998). — *Artemia parthenogenetica* in Lake Hayward, Western Australia. I. Interrupted recruitment into adult stages in response to seasonal limnology. *Int. J. Salt Lake Res.*, 7 : 1-12.
- SORGELOOS, P., LAVENS, P., LEGER, P., TACKAERT, W. & VERSICHELE, D. (1986). — *Manual for the culture and use of brine shrimp Artemia in aquaculture.* Artemia Reference Center, State University of Ghent, Belgium.
- SORGELOOS, P., DHERT, P. & CANDREVA, P. (2001). — Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture. *Aquaculture*, 200 : 147-159.
- THIÉRY, A. & PUENTE, L. (2002). — Crustacean assemblage and environmental characteristics of a man-made solar saltwork in southern France, with emphasis on anostracan (Branchiopoda) population dynamics. *Hydrobiologia*, 486 : 191-200.
- TRIANANTAPHYLIDIS, G.V., CRIEL, G.R.J., ABATZPOPOULOS, T.J., THOMAS, K.M., PELEMAN, J., BEARDMORE A. & SORGELOOS, P. (1997). — International study on *Artemia*. LVII. Morphological and molecular characters suggest conspecificity of all bisexual European and North African *Artemia* populations. *Mar. Biol.*, 129 : 477-487.
- VAN STAPPEN, G., GHOLAMREZA, F. & SORGELOOS, P. (2001). — International study on *Artemia* LXIII. Field study of *Artemia urmiana* (Günther, 1890) population in lake Urmiah, Iran. *Hydrobiologia*, 466 : 133-143.
- WEAR, R. & HASLETT, S. (1987). — Studies on the biology and ecology of *Artemia* from lake Grassmere, New Zealand. in : P. Sorgeloos, D.A. Bengtson, W. Declair & E. Jaspers (eds), *Artemia research and its applications*, 3. *Ecology, culturing, use in aquaculture*. Universa Press. Wetteren, Belgium.
- WURTSBAUGH, W.A., & GLIWICZ, Z.M. (2001). — Limnological control of brine shrimp population dynamics and cyst production in the Great Salt Lake, Utah. *Hydrobiologia*, 466 : 119-132.
- ZEMMOURI, A., (1991). — A note on the genus *Artemia* in Algeria. *Hydrobiologia*, 212 : 231-233.