Cinétique démographique des populations pré-imaginales d'*Aedes mariaae* (Diptera : Culicidae) des côtes occidentales algériennes

K. Hassaïne¹
S. Gourmala¹
G. Metge²

Mots-clés : *Aedes mariaae*, Culicidae, Algérie, bioécologie, ponte, éclosion, stades immatures, cycle vital.

Le complexe d'espèces jumelles *mariaae* se développe dans les creux de rocher (rock pools) contenant de l'eau de mer. L'espèce *Aedes mariaae* Sergent & Sergent, 1903 se rencontre sur le pourtour du bassin tyrrhénien et notamment sur la côte rocheuse de l'ouest algérien. Le suivi durant une année de la dynamique de la population a permis de démontrer que le cycle biologique est sensiblement différent de celui observé en Méditerranée septentrionale. La présence de femelles actives aux mois de janvier et février et d'un stock réduit d'œufs dans les gîtes, montrent que la population d'*Ae. mariaae* des côtes occidentales algériennes adopte une double stratégie de développement. Les éclosions les plus importantes sont enregistrées lorsque la conductivité est comprise entre 52.000 et 75.000 $\mu\text{S.m}^{-1}$ résultant d'un apport d'eau de mer et de la concentration en sels sous l'effet de l'évaporation. Les conductivités supérieures à 100.000 $\mu\text{S.m}^{-1}$, entravent l'éclosion des œufs en favorisant la dessiccation biologique.

Demographic kinetics of pre-imaginal populations of *Aedes mariaae* (Diptera : Culicidae) in west Algerian coasts

Keywords : *Aedes mariaae*, Culicidae, Algeria, bioecology, hatching, egg laying, preimaginal instars, life cycle.

Aedes mariaae is a thalassophilic complex of three sibling species whose preimaginal instars inhabit rock-pools of the Mediterranean shores. These *Aedes mariaae* species Sergent & Sergent, 1903 co-occur around the Tyrrhenian basin and notably on the rocky coast of Western Algeria. During one year, a survey on the dynamics of populations showed that the biological cycle is obviously different from those observed in the Northern Mediterranean sea by the presence of active females in January and February and a reduced supply of eggs in their habits ; the *Aedes mariaae* populations of west Algerian coasts adopt a double strategy for development. The most important hatching recorded when conductivity ranges between 52,000 and 75,000 μm^{-1} resulting from the supply of sea water and a concentration of salts from evaporation. Conductivity in excess of 100,000 μm^{-1} , restricts the egg hatching in favour of biological desiccation.

1. Introduction

La présence d'*Aedes mariaae* Sergent & Sergent, 1903, sur les côtes algériennes a été confirmée par les premiers travaux de Seguy (1924), Senevet & Andarelli (1954, 1963, 1964) et Rioux (1958). Cette espèce des rock-pools du littoral méditerranéen correspondait à une seule et même espèce pour ces auteurs qui écar-

taient toute possibilité d'une subdivision biogéographique.

La démarche taxonomique, en matière d'espèces jumelles, est bien établie par les travaux se rapportant au complexe *detritus* (Pasteur et al. 1977, Rioux et al. 1998). Les résultats d'études cytotaxonomiques et morphotaxonomiques obtenus par Bullini & Coluzzi (1973), Coluzzi et al. (1974b), permettent d'identifier *Ae. mariaae* comme un complexe de trois espèces jumelles réparties selon trois zones biogéographiques bien distinctes :

- une espèce tyrrhénienne : *Aedes mariaae* Sergent & Sergent, 1903 ;
- une espèce adriatique : *Aedes zammitii* Theobald, 1903 ;

1. Université Abou Bekr Belkaïd, Faculté des Sciences, Département de Biologie, B.P. 119, 13000 Tlemcen, Algérie.

2. Faculté des Sciences St Jérôme, Aix-Marseille III. Antenne Universitaire d'Arles, Laboratoire d'Écologie, Espace Van Gogh, place Félix Rey, 13000 Arles, France.

- une espèce méridionale : *Aedes phoeniciae* Coluzzi et Sabatini, 1968.

La forme de la Méditerranée occidentale (France, Espagne, Maroc, Algérie, Tunisie) correspond à l'aire de répartition de l'espèce tyrrhénienne *Aedes mariaae* (Fig.1).

Au cours des trois dernières décennies, les études bioécologiques concernant les Culicides du Maghreb et, plus particulièrement de l'Algérie, ont été délaissées ; les seuls travaux réalisés sur ces sujets sont des études écologiques disparates, le plus souvent non publiées. La bioécologie d'*Ae. mariaae* sur les côtes méditerranéennes occidentales a fait l'objet de peu de travaux : Messerlin (1938), Vacelet (1959), Rioux & Nicoli (1960). Afin d'apporter de nouvelles informations sur cette espèce, nous avons abordé l'étude dynamique des populations de la localité de Honaïne (Ouest algérien). La taille réduite des gîtes et la spécificité de leur habitat présentent de grands avantages pour une telle étude.

De 1994 à 1995, nous avons réalisé :

- une analyse démographique tenant compte de la structure de la population et de sa dynamique spatio-temporelle ;

- une recherche des facteurs écologiques clés de la cinétique démographique.

2. Matériels et méthodes

L'étude a été réalisée dans les rock-pools du littoral de la région de Honaïne (35°11'N, 1°40'W) située sur les côtes occidentales algériennes (Fig.1). La diversité physiographique des platiers rocheux délimite deux stations situées à quelques centaines de mètres l'une de l'autre. La première (S1) se situe entre un et deux mètres au-dessus des plus hautes eaux et présente treize gîtes de différentes dimensions (Tableau 1) ; la seconde (S2) entre trois et quatre mètres et compte sept gîtes. Vingt gîtes ont été prospectés du 11 mars au 16 octobre 1995, avec une fréquence de 7 à 15 jours.

L'évaluation de l'abondance des œufs fut réalisée mensuellement à l'aide d'un filet Langeron (vide de maille de 80 µm) ; compte-tenu de la localisation des œufs dans les anfractuosités (Coluzzi et al. 1975), il fut procédé à des raclages, à l'aide d'une brosse, sur un carré de 20 cm de côté, puis les œufs furent récoltés dans le filet. Le nombre de prélèvements, répartis au hasard sur chaque site, représente une surface échantillonnée d'environ 10 % de la surface des gîtes. Les œufs collectés furent mis dans une cuvette, triés et comptés manuellement à l'aide de pipette puis remis dans le gîte. En période estivale, les œufs pondus à la surface de l'eau furent récoltés à l'aide du filet Langeron.

Fig. 1. Répartition du Complexe *Aedes mariaae* dans le bassin méditerranéen.

Fig. 1. Distribution of the *Aedes mariaae* complex in the Mediterranean basin.

Tableau 1. Effectifs des œufs recensés de janvier à octobre dans les différents gîtes.
Table 1. Egg collections from January to October in different rock-pools.

Gîte	Distance par rapport à la mer		Superficie (m ²)	Profondeur (cm)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Total	Fréquence
	(m)	(m)														
SIG1	4		2,20	0,75	0	0	0	136	601	1893	4688	2104	5789	2181	17392	0,70
SIG2	4,5		2,00	0,35	0	0	0	0	52	1064	304	4767	5998	4297	16482	0,60
SIG3	4,8		1,80	0,40	0	0	0	0	2763	2183	1074	5456	3071	1088	15635	0,60
SIG4	3,0		0,80	0,96	0	0	0	0	731	1247	6580	1137	983	97	10775	0,60
SIG5	4,2		0,44	0,45	0	0	0	0	50	170	2665	707	303	92	3987	0,60
SIG6	3,2		0,64	0,40	0	0	0	0	122	735	4344	1847	697	401	8146	0,60
SIG7	2,0		0,42	0,25	0	0	0	0	0	64	103	0	0	0	167	0,20
SIG8	1,5		0,47	0,20	0	0	0	0	0	25	21	0	30	0	76	0,30
SIG9	1,8		0,52	0,35	0	0	0	0	0	52	553	0	76	0	681	0,30
SIG10	2,6		0,58	0,38	0	0	0	0	32	468	403	828	50	0	1781	0,40
SIG11	1,0		0,72	0,25	0	0	0	0	28	0	4205	0	0	0	4233	0,20
SIG12	1,0		0,22	0,20	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	42	0,10
SIG13	2,0		0,52	0,30	0	0	0	0	0	0	703	81	0	0	784	0,10
S2G1	3,0		2,90	1,30	26	28	52	342	1447	19798	27039	12764	8792	1283	71571	1,00
S2G2	1,2		0,82	0,20	0	0	0	0	39	0	63	87	204	6	399	0,50
S2G3	2,5		0,64	0,35	0	0	0	0	223	12436	482	4127	1887	589	19744	0,60
S2G4	1,5		0,43	0,25	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	23	0,10
S2G5	1,0		0,46	0,30	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	25	0,10
S2G6	2,8		0,50	0,45	0	0	0	0	0	0	58	13	0	0	71	0,20
S2G7	2,8		0,28	0,45	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	27	0,10

Les effectifs des stades immatures - larves et nymphes - correspondent au nombre total d'individus récoltés dans chaque site à l'aide du filet Langeron. Les individus comptés *in situ* furent réintroduits dans le gîte.

Les paramètres physiques des creux de rocher retenus sont : la taille, la profondeur et la distance par rapport à la mer (Tableau 1).

Les paramètres physico-chimiques pris en compte sont : la conductivité, la salinité et le pH, mesurés à l'aide d'un appareil de type SOLOMAT 2000, la température, la hauteur de l'eau. Ces mesures ont été effectuées régulièrement dans les gîtes S1G1 et S2G1, sites les plus représentatifs des deux stations d'étude. Ces variables écologiques sont associées au nombre total d'individus des stades immatures, regroupés dans un seul tableau.

Les données traitées en Analyse en Composantes Principales ACP (Thioulouse & Chessel 1997), permettent de mettre en évidence les variables susceptibles d'influencer la dynamique des stades immatures des populations d'*Ae. mariae*.

Les observations de terrain ont permis de déceler la présence de femelles en période hivernale, capturées à l'aide d'un aspirateur dans les crevasses et les petites cavités creusées dans la roche, à proximité des lieux de ponte. Quelques femelles furent capturées sur appât humain. Pour des raisons matérielles, le suivi des variations des effectifs des femelles fortement agressives, n'a pas été réalisé.

3. Résultats

3.1. Effectifs des stades matures

Nos premiers déplacements révélèrent la présence de quatre femelles actives le 14 janvier, capturées sur appât humain. Les prospections des gîtes de repos permirent la récolte de femelles dans les crevasses situées à proximité des gîtes de ponte S1G1, S2G3 et S1G3 et d'une petite grotte située à proximité du gîte S2G1. Le nombre d'adultes capturés ne fut jamais important : un à deux individus dans quelques crevasses et deux à cinq individus dans de petites cavités rocheuses. Au total, 35 femelles ont été recensées dans ces gîtes de repos durant les mois de janvier et février. Le nombre de femelles actives augmente au cours des mois d'avril et mai où respectivement 56 et 138 individus sur appât humain furent capturés. Leur nombre s'accroît considérablement au début juin et leur évaluation précise devient alors impossible, faute de matériel adéquat.

3.2. Effectifs d'œufs

La plupart des gîtes sont dépourvus d'œufs durant la période défavorable allant du mois de janvier au mois d'avril, à l'exception du gîte S1G2 dans lequel 28 œufs furent récoltés dans les amas d'algues filamenteuses (Tableau 2). Dans ce même site les premières pontes eurent lieu le 17 mars. En avril, les pontes concernent aussi bien les gîtes S2G1 que S1G1. Les autres creux de rocher sont colonisés progressivement à partir du début du mois de mai. Durant le mois de juillet, les effectifs des œufs augmentent considérablement et concernent alors l'ensemble des lieux de ponte. Elles sont importantes dans les creux situés à plus de 3 m du front de mer pour la station 1 et 2,5 m pour la station 2. Les gîtes les plus proches de la mer sont généralement très peu productifs ; l'abondance des œufs et la fréquence des pontes y sont faibles (Tableau 1).

3.3. Variations spatio-temporelles des effectifs des larves et nymphes

La première génération larvaire est apparue le 11 mars dans le gîte S2G1. Des éclosions de faible effectif se succèdent sur ce même site jusqu'au début de mai où se déclare la productivité de quatre autres gîtes G1, G3 et G6 au niveau de la station 1 ; ils sont colonisés en second (Tableau 3). Le 26 mai, douze gîtes soit plus de la moitié des gîtes, abritent des larves de différents stades. Les effectifs sont relativement faibles durant cette période printanière, et deviennent très importants en juin. Des éclosions sont enregistrées dans les creux situés à proximité de la mer principalement au cours du mois de juillet (Tableau 1). Les conditions climatiques déterminent une période d'assèchement qui se traduit par l'absence des stades larvaires et nymphaux. Sur l'ensemble des gîtes, le coup de mer du 4 août a contribué à l'apparition de nouvelles générations d'août à septembre. Le premier octobre, les éclosions nombreuses concernent 17 gîtes différents. Ensuite, les effectifs diminuent progressivement, seules douze larves de stade 4 sont dénombrées dans le gîte S2G1 le 30 octobre.

En période estivale (juillet - août), l'absence de stades larvaires et nymphaux apparût dans les gîtes les plus productifs (Fig.2). Les résultats de l'analyse en composantes principales (S1G1 et S2G1), réalisée à partir de la matrice des données constituée par les six facteurs retenus et les 48 dates de prélèvements (Tableau 3), sont représentés sur la figure 3. Pour faciliter la représentation, les plans F1xF2 lignes et colonnes ont été superposés. Les axes 1 et 2 représentent des inerties respectives de 31,54 % et 29,02 % de la variation totale.

Tableau 2. Variation spatio-temporelle des effectifs des stades immatures (larves et nymphes).

Table 2. Spatio-temporal variation of larval and nymphal numbers.

Gîte	Dates de prélèvements																								Total	Fré- quence			
	11-mars	17-mars	24-mars	01-avr	14-avr	21-avr	12-mai	19-mai	26-mai	02-juin	16-juin	23-juin	29-juin	07-juil	15-juil	21-juil	28-juil	04-août	12-août	26-août	08-sept	15-sept	22-sept	02-oct			08-oct	16-oct	
SIG1	0	0	0	0	0	0	0	2	134	94	241	402	307	1230	215	563	176	0	0	0	0	0	3592	810	822	86	0	8674	0,53
SIG2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	5	31	744	194	3	/	/	/	/	0	2674	220	300	954	1308	1211	625	0	8277	0,50
SIG3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177	201	315	83	674	17	/	/	/	0	2475	0	0	27	1237	990	274	0	6470	0,42
SIG4	0	0	0	0	0	0	0	0	283	273	0	65	633	0	28	1882	3763	1008	0	48	352	0	0	83	629	135	0	9182	0,50
SIG5	0	0	0	0	0	0	0	0	7	25	0	17	72	0	285	1206	726	0	0	124	112	0	9	43	173	78	0	2877	0,50
SIG6	0	0	0	0	0	0	0	2	314	138	0	188	94	842	347	612	0	0	0	363	1457	503	44	825	196	39	0	5964	0,53
SIG7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	4	9	76	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	0,19
SIG8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	11	17	3	0	54	0,19
SIG9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	42	186	294	0	0	0	0	0	17	7	0	0	557	0,23
SIG10	0	0	0	0	0	0	0	0	8	6	0	0	304	0	0	36	260	101	0	405	0	0	0	0	10	0	0	1130	0,30
SIG11	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	512	2053	1519	0	0	0	0	0	45	11	0	0	4150	0,23
SIG12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	40	0	0	0	0	0	3	0	0	0	71	0,11
SIG13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	329	0	82	0	0	0	9	0	0	0	467	0,15
S2G1	21	24	141	64	42	68	52	153	644	687	5437	3077	6810	4084	0	0	0	0	0	11539	5908	1449	5908	1449	1766	4775	362	54460	0,80
S2G2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	4	0	0	18	0	0	0	0	0	136	0,23	0	665	124	140	36	0	1133	0,38
S2G3	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	88	3153	4192	1057	284	35	0	0	0	1593	1458	225	595	268	106	12	0	13083	0,30
S2G4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	195	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	240	0,07
S2G5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	30	0,15
S2G6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	0	/	/	0	20	0	0	0	4	19	0	0	163	0,15
S2G7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	8	/	0	0	0	0	0	0	/	/	0	21	0,07
(1) Période d'assechement																													

(/) Période d'assèchement

Fig. 2. Variation dans le temps des effectifs de larves et nymphes dans les gîtes fonctionnels S1G1 et S2G1.

Fig. 2. Temporal variations of larvae and nymphs abundance found in the functional rock-pools S1G1 and S2G1.

Sur l'axe 1, la conductivité et la salinité s'opposent à la température et la hauteur de l'eau, qui varie inversement à la conductivité et à la salinité ; ces deux facteurs s'opposent aux effectifs sur l'axe 2. Les points "dates" (plan F1xF2) se répartissent sur l'axe 1 selon un gradient croissant d'effectifs et sur l'axe 2 selon un gradient croissant de conductivité. L'axe 1 oppose la période printanière (côté négatif) à la période estivale (côté positif). Ainsi, les points "dates" dont les effectifs sont nuls ou faibles et les valeurs de conductivité de l'ordre de $50.000 \mu\text{S.m}^{-1}$ s'opposent aux points représentés par les effectifs les plus élevés et les valeurs de conductivité moins importantes. Alors que ces points s'opposent, sur l'axe 2, aux points situés sur le côté positif de cet axe et traduisant des effectifs nuls et des valeurs de conductivité supérieures à $100.000 \mu\text{S.m}^{-1}$. Les points situés près de l'origine, se caractérisent par des valeurs d'effectifs et de conductivité moyennes.

4. Discussion

Les expériences réalisées en laboratoire par Coluzzi et al. (1974a, 1975) montrent que les femelles issues

de larves élevées en jours longs (ce qui sur le terrain correspond aux générations estivales) pondent préférentiellement sur des surfaces d'eau libre. Les œufs ont un développement immédiat. Par contre, celles issues de larves élevées en jours courts, que l'on peut assimiler aux générations prévernales, pondent sur des surfaces humides et leurs œufs subissent une période de quiescence. Ainsi, le stock hivernal d'œufs quiescents, incrusté dans les cavités et les petites anfractuosités du littoral rocheux, bénéficie d'une protection contre les grosses vagues, en attendant des conditions favorables à l'éclosion.

Nos résultats mettent en relief trois points fondamentaux pour la période hivernale :

1) présence de femelles actives aux mois de janvier et février ;

2) absence d'œufs dans les anfractuosités : les raclages successifs à cette période n'ont pas révélé la présence d'œufs sur l'ensemble des gîtes par contre, les mêmes techniques de prélèvements ont permis de récolter des effectifs importants au printemps et en été ;

Tableau 3. Variation temporelle des facteurs physico-chimiques et des effectifs des stades immatures.

Table 3. Temporal variations of physico-chemical parameters and number of immature instars.

Gîte	Date de prélèvement	Code	Conductivité (µS)	Salinité (g/l)	pH	Température (°C)	Hauteur (cm)	Nombre d'individus immatures					Total
								Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4	Nymphe	
S2G1	11-mars	T1	53470	37	7	17	55	10	11	0	0	0	21
	17-mars	T2	50390	31	7	20	62	0	3	21	0	0	24
	24-mars	T3	52060	35	8,55	14,5	58	140	0	1	0	0	141
	01-avr	T4	51330	34,9	6,8	14,5	62	56	8	0	0	0	64
	14-avr	T5	50900	37,2	6,8	16	70	22	20	0	0	0	42
	21-avr	T6	54540	38,9	6,8	16,5	60	10	35	16	7	0	68
	12-mai	T7	71110	45,5	7,5	20	55	0	14	7	30	1	52
	19-mai	T8	67300	52,2	7,5	20	59	40	38	46	28	1	153
	26-mai	T9	77640	54,2	8,55	20	56	403	77	55	82	27	644
	02-juin	T10	52630	36,14	7,2	20	66,5	270	71	5	323	18	687
	08-juin	T11	67350	48,1	8,5	24	43,5	4862	344	158	15	58	5437
	16-juin	T12	56440	55,8	7	26	54	2403	387	215	43	29	3077
	23-juin	T13	61190	63,1	7,5	25	54,5	5130	1313	29	248	90	6810
	29-juin	T14	80880	69,3	7,5	25	45	1622	1227	336	630	269	4084
	07-juil	T15	105880	76,58	7,5	27	40	0	0	0	0	0	0
	15-juil	T16	124500	74,3	7	29	32,5	0	0	0	0	0	0
	21-juil	T17	118000	71,3	6,2	26	28,5	0	0	0	0	0	0
	28-juil	T18	49500	28,4	6,55	25	70	0	0	0	0	0	0
	04-août	T19	60600	37	8,55	25	63,5	6683	3647	33	627	549	11539
	12-août	T20	65150	59,2	7,5	27	53	3795	413	396	660	644	5908
	19-août	T21	49500	28,4	7	23	71	531	0	9	135	774	1449
	26-août	T22	53200	35,2	7,5	22	66,5	831	580	251	52	52	1766
	08-sept	T23	62500	40,5	8,2	23,5	58	830	680	768	2205	292	4775
	02-oct	T24	64800	43,5	7,2	23	56	1412	406	247	318	142	2525
S1G1	11-mars	T25	50990	30	7	18	100	0	0	0	0	0	0
	17-mars	T26	51070	30,34	6,5	18,5	110,5	0	0	0	0	0	0
	24-mars	T27	51170	32,24	7,95	19	87	0	0	0	0	0	0
	01-avr	T28	50840	36,9	7,5	22	82,5	0	0	0	0	0	0
	14-avr	T29	50900	29,9	7,2	21	110	0	0	0	0	0	0
	21-avr	T30	55030	38,1	7	21,5	90	0	0	0	0	0	0
	12-mai	T31	60900	42,5	7,5	24	79	0	0	2	0	0	2
	19-mai	T32	65560	45,3	7	25	74	28	8	13	18	67	134
	26-mai	T33	73440	51,5	8,5	26	77	0	18	13	29	34	94
	02-juin	T34	77520	67,3	8,9	34	48	54	4	0	97	86	241
	08-juin	T35	58060	49,3	7,9	30	69	327	29	0	15	29	400
	16-juin	T36	67690	54,03	7,5	28	67	216	31	0	5	58	310
	23-juin	T37	71410	61,6	7	32	60,5	315	270	105	75	465	1230
	29-juin	T38	76370	73,26	8,5	36	56	0	0	17	33	165	215
	07-juil	T39	80410	76,81	7,5	37	52	1	50	99	314	99	563
	15-juil	T40	108000	72,9	7	36	47,5	0	0	0	0	0	0
	21-juil	T41	120030	79,7	7	24	43	0	0	0	0	0	0
	28-juil	T42	132560	86,5	7	27	39,5	0	0	0	0	0	0
	04-août	T43	119000	85,4	7	26	34,5	0	0	0	0	0	0
	12-août	T44	161000	88	6,5	27	27	0	0	0	0	0	0
	19-août	T45	51000	32,3	6,8	29	76	0	0	0	0	0	0
	26-août	T46	47800	41,1	7,3	29	71	1534	866	0	617	0	3017
	08-sept	T47	74330	61,35	8,9	26,8	65,5	333	18	53	247	159	810
	02-oct	T48	67920	58,26	7	26,5	74	380	194	124	71	53	822

3) présence d'une faible quantité d'œufs (une vingtaine) piégés par les amas d'algues filamenteuses du creux S2G1.

La présence d'adultes femelles en cette période montre qu'*Ae. mariae* des côtes occidentales algériennes a une activité semi-continue, interrompue durant les périodes froides par un repos hivernal des imagoes femelles. Ceci s'explique par les valeurs relativement élevées des moyennes des minima du mois le

plus froid (m) égales ou supérieures à 9°C. Ces températures sont compatibles avec la vie active des imagoes femelles ; la photopériode peut réduire leur activité en période défavorable et contribuer au repos hivernal qui s'effectue dans les creux de rocher sous abri, à proximité des sites de ponte.

La première génération, observée le 11 mars, résulte probablement des œufs, recensés en période hivernale dans le gîte S2G1, qui ont été pondus sur les algues et

Fig. 3. Analyse en composantes principales mettant en relation les effectifs des stades immatures et la conductivité (plans F1 x F2 lignes et colonnes superposés).

Fig. 3. Principal Component Analysis showing the relationship between abundance of preimaginal instars and conductivity in the plane defined by the 1st and 2nd factors.

sortis de la quiescence. Le stock initial d'œufs est ainsi épuisé. Les générations suivantes du 24 mars et du 21 avril proviennent d'œufs pondus par les femelles sorties de repos hivernal et que l'on a trouvées dans les lieux de repos. Ce gîte, particulier par son fonctionnement, se caractérise par une faible superficie, une profondeur relativement importante et un éloignement du front de la mer qui lui assure une protection contre les coups de mer. Ces caractéristiques en font un milieu confiné, contrairement aux autres gîtes plus ouverts.

Les autres sites deviennent fertiles au début du mois de mai grâce aux pontes récentes des femelles et non à un stock d'œufs ayant subi une diapause hivernale. À la lumière des travaux de Sinegre (1974), Guilvard & Rioux (1986) et Metge & Hassaine (1998) sur *Aedes caspius* et *Aedes detritus* et de nos observations sur le terrain, il semblerait que la population d'*Ae. mariaae* des côtes occidentales algériennes adopte une double stratégie (Fig.4) :

Fig. 4. Cycle de développement d'*Aedes mariaae*.

Fig. 4. Life cycle of *Aedes mariaae*.

1) repos hivernal des femelles pouvant être interrompu par des conditions de photopériode et de températures favorables ;

2) nombre réduit d'œufs quiescents (Coluzzi et al. 1974a) pouvant être réactivés principalement par la longueur du jour, compte-tenu des températures moyennes minimales hivernales comprises entre 12°C et 16 °C.

Ce cycle biologique particulier est sensiblement différent de celui observé en Méditerranée septentrionale (Rioux 1958, Coluzzi et al. 1975) où seuls les œufs pondus en période automnale constituent le stock nécessaire à une nouvelle colonisation du milieu, lorsque les conditions deviennent favorables. Cette différence comportementale semble induite par les températures hivernales (moyennes des minima) nettement inférieures à 9°C sur les côtes italiennes et françaises.

En période estivale, l'absence de larve et de nymphe dans certains gîtes est liée au caractère temporaire de ces biotopes. Compte-tenu de leur situation (Tableau 1), l'apport d'eau de mer est peu fréquent, eu égard aux pertes importantes par évaporation et infiltration. Ces gîtes se caractérisent par des périodes d'assèchement de deux à quatre mois ; la remise en eau provoque une réactivation des œufs et l'apparition de nouvelles générations (Tableau 2).

Dans les lieux de ponte situés à proximité de la mer, la dynamique du plan d'eau interdit la ponte et le développement larvaire durant de longues périodes, à l'exception des périodes de calme relativement courtes de 3 à 4 semaines et très vite interrompues par les coups de mer estivaux. Ces derniers provoquent des mouvements de la masse d'eau sans cesse renouvelée, donnant ainsi un caractère rhéophile à ces gîtes à submersion permanente mais fortement instables.

Dans les gîtes les plus stables et à submersion permanente, les fortes mortalités d'été des stades immatures sont consécutives à une diminution trop rapide du volume d'eau qui engendre de fortes teneurs en sels se traduisant par une conductivité élevée. Les apports en eau - pluies et / ou coups de mer - diluent les sels et favorisent d'autres éclosions ainsi que le développement des larves "rescapées". Les éclosions sont enregistrées pour des valeurs de conductivité comprises entre 50.000 et 100.000 $\mu\text{S.m}^{-1}$. Les conductivités supérieures à 100.000 $\mu\text{S.m}^{-1}$ traduisent une forte teneur en sels qui provoque une importante mortalité des stades immatures et inhibent l'éclosion des œufs. Toutefois, ces teneurs n'interdisent pas les pontes sur les plans d'eau. À la remise en eau, se produisent de nombreuses éclosions après dilution des sels. Cette stase du déve-

loppement des œufs est due aux fortes teneurs en sels qui bouleversent l'équilibre osmotique. En effet, la teneur en NaCl des œufs correspond à environ 30 g/l, ce qui favorise la déperdition de l'eau contenue dans l'œuf lorsque le milieu extérieur est sursaturé. La dessiccation induite par ce processus se répercute alors sur l'éclosion des œufs. Ce phénomène similaire à la mise à sec nécessaire à l'éclosion des œufs d'*Ae. caspius* et d'*Ae. detritus*, décrite par Sinegre (1979), contribue à leur réactivation alors synchrone, ce qui explique les explosions démographiques "enregistrées" après les dilutions.

Ainsi, en période estivale, l'élévation sensible de la teneur en sels que traduit une conductivité élevée provoque une forte mortalité des populations pré-imaginales et inhibe l'éclosion des œufs, ce qui ultérieurement contribue à la réactivation d'une manière significative et synchrone.

Travaux cités

- Bullini L. & Coluzzi L. 1973. — Electrophoretic studies ou gene-enzyme systems in mosquitoes (Diptera, Culicidae). *Parasitologia*, 15 : 223-248.
- Coluzzi M. & Sabatini A. 1968. — Divergenze morfologiche e barriere di sterilità nel complesso *Aedes mariaae* (Diptera, Culicidae). *Rev. Parasit.*, 39 (1) : 49-70.
- Coluzzi M. & Bullini L. 1971. — Enzyme variants as markers in the study of precopulatory isolating mechanisms. *Nature*, 231 : 445-456.
- Coluzzi M., Gironi M-A. & Muir D-A. 1970. — Ulteriori esperimenti d'incrocio tra le forme del complesso *mariae* del genere *Aedes*. *Parasitologia*, 12 (2/3) : 119-123.
- Coluzzi M., Dideco M. & Gironi M-A., 1974a. — Embryonic diapause in *Aedes mariaae* and changes in the oviposition behaviour induced by photoperiod. In 3rd International Congress of Parasitology. Munich. Vol. II, Facta. Publ., : 902-903.
- Coluzzi M., Sabatini A., Bullini L. & Ramsdale C. 1974b. — Nuovi dati sulla distribuzione delle specie del complesso *mariae* del genere *Aedes*. *Rev. Parasit.*, 35 (4) : 321-330.
- Coluzzi M., Dideco M. & Gironi A-M. 1975. — Influenza del fotoperiodo sulla scelta del luogo di ovideposizione in *Aedes mariaae* (Diptera, Culicidae). *Parasitologia*, 17 (3) : 121-130.
- Guilvard E. & Rioux J-A. 1986. — Dynamique de l'autogénèse dans les populations naturelles d'*Aedes (O.) detritus* (Haliday, 1833) espèce jumelle A (Diptera, Culicidae) en Camargue. Rôle prééminent de la photopériode. *Ann. Parasit. Hum. Comp.*, 61 : 109-119.
- Messerlin A. 1938. — *Aedes mariaae* au Maroc occidental. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 31 (2) : 110-115.
- Metge G. & Hassaïne K. 1998. — Study of environmental factors associated with oviposition by *Aedes caspius* and *Aedes detritus* along a transect in Algeria. *J. AMCA*, 14 (3) : 283-288.
- Pasteur N., Rioux J-A, Guilvard E., Pech-Périer J. & Verdier J-M. 1977. — Existence chez *Aedes (Ochlerotatus) detritus* (Haliday, 1833) (Diptera, Culicidae) de Camargue, de deux formes sympatriques et sexuellement isolées (espèces jumelles). *Ann. Parasito. Hum. Comp.*, 52 : 325-337.
- Rioux J-A. 1958. — *Les Culicides du midi-méditerranéen*. *Encycl. Entomol.* 35 P. Lechevalier, Paris : 303 p.

- Rioux J-A. & Nicoli M. 1960. — Sur l'écologie des diptères Culicidae. IV. Tolérance des larves d'*Aedes mariaae* Sergent aux variations de concentration haline. *Bull. Soc. Hist. Nat. Hérault* : 21-25.
- Rioux J-A., Guilvard E. & Pasteur N. — Description d'*Aedes (Ochlerotatus) coluzzi* n.sp. (Diptera, Culicidae) espèce jumelle A du complexe *detritus*. *Parasitologia*, 40 : 353-360.
- Seguy G. 1924. — *Les moustiques de l'Afrique mineure, de l'Egypte et de la Syrie*. Encycl. Entomol. 24 P. Lechevalier, Paris : 257 p.
- Senevet G. & Andarelli L. 1954. — Le genre *Aedes* en Afrique du Nord. *Arch. Inst. Pasteur*, 41 : 115-141.
- Senevet G. & Andarelli L. 1963. — Les moustiques de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. III- Les *Aedes*. Première partie : généralités. *Arch. Inst. Pasteur Algérie*, 41 : 115-141.
- Senevet G. & Andarelli L. 1964. — Les moustiques de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. III- Les *Aedes*. Deuxième partie : description des espèces : sous genre *Ochlerotatus*, groupe E. *Arch. Inst. Pasteur Algérie*, 42 : 94-144.
- Sergent E.D. & Sergent ET. 1903. — Observations sur les moustiques des environs d'Alger. *Annal. Inst. Pasteur Algérie*, 17 : 60-67.
- Sinegre G. 1974. — Contribution à l'étude physiologique d'*Aedes (Ochlerotatus) caspius* (Pallas, 1771) (Nematocera, Culicidae). Eclosion, dormance, développement, fertilité. Thèse d'Etat Univ. Languedoc : 285 p.
- Sinegre G. 1979. — La chute de la teneur en oxygène dissous à l'interface eau-sol des marais temporaires gouverne l'éclosion des œufs quiescents de moustiques. *Bull. Soc. Ecophys.*, 4 (1) : 53-56.
- Theobald F-W. 1903. — *Amonograph of the Culicidae or mosquitoes*. Brit. Museum. Nat. Hist., London : 252 p.
- Thioulouse J. & Chessel D. 1997. — ADE-4. A multivariate analysis and graphical display software. *Statistics Comput.*, 7 (1) : 75-83.
- Vacelat E. 1959. — Etude physico-chimique des flaques supra-littorales à salinité variable. Relations avec le peuplement. *Recueil Trav. Stat. Marit. Endoume*, 29 : 33-38.