

TOXICITE DE DETERGENTS ET D'UN DISPERSANT SUR *ARTEMIA SALINA* LEACH

par Jeanne CASTRITSI-CATHARIOS, Angéliki KARKA et Maria MORAITI

Résumé

Nous avons étudié l'influence toxique de 3 détergents (Tween 20 ou Polysorbate 20, lauryl-sulfate de sodium, Secosyl ou N-Lauroyl sarcosinate de sodium) et d'un dispersant (Finasol OSR₂ ou Dodecyl sodium sulfate) sur l'éclosion et la survie de l'artémie. La détermination des DL₅₀ a été effectuée après 24 h.

Introduction.

Il est évident que toutes les interactions composées entre les biocommunautés et leur environnement naturel sont des facteurs importants pour la sauvegarde de la stabilité des écosystèmes marins. Il est bien connu que l'artémie est une espèce cosmopolite (CLAUS *et al.*, 1977) et constitue une des nourritures des plus adéquates pour les larves de poissons et de décapodes (petite taille, teneur élevée en acides gras) (SORGeloos et PERSOONE, 1975 ; OLENIKOVA et PLESKACHEVSKAYA, 1979).

La toxicité des dispersants et des détergents sur l'artémie a de graves conséquences sur l'écosystème, et cela, non seulement parce qu'elle agit sur une espèce d'organisme précise mais également sur différentes espèces de poissons et de décapodes pour lesquelles l'artémie représente la nourriture de base, comme nous l'avons indiqué. Dans la bibliographie, on trouve des renseignements suffisants sur la physiologie (CONTE *et al.*, 1973 ; 1974) ainsi que sur l'embryologie (CLARK et BOWEN, 1976 ; PERSOONE *et al.*, 1980) et l'écologie (SORGeloos et PERSOONE, 1973) de l'artémie, de même que sur la systématique et l'influence des métaux sur son développement (SALIBA et KRZYZ, 1976). Par contre, nous n'avons pas pu recueillir des renseignements suffisants concernant l'effet des détergents sur la survie d'artémie aux doses létales (MAGGI et COSSA, 1973) ou sublétales.

I. Matériel et méthode.

Nos expériences ont été faites pour une température stable de $24 \pm 0,5^\circ \text{C}$ dans une salle d'élevage thermostatée. Nous avons utilisé des tubes à essai de 100 ml, dont chacun contenait 80 ml de solution et 30 œufs d'artémie. L'éclosion s'est faite dans l'obscurité totale sans oxygénation. La salinité de l'eau de mer utilisée pour l'éclosion a été de 30 ‰ environ. Cette eau de mer a été filtrée 2 fois.

Pour la détermination précise de la DL_{50}^{24} , nos données expérimentales ont été évaluées suivant la méthode des moindres carrés ou méthode des probits de BLISS (1938). Cette méthode permet de transformer en relation linéaire les probits de mortalité en fonction du logarithme des concentrations utilisées. Elle consiste en l'établissement d'une droite de régression de la forme $Y = \bar{Y} + b(X - \bar{X})$ au lieu d'une courbe sigmoïde que l'on obtient avec d'autres méthodes.

Le nombre d'individus utilisés, y compris les témoins, est, en éclosion maximale et minimale, 4 500 œufs pour la survie, 5.000 larves (nauplius), pour la DL_{50}^{24} : 3 800 larves.

La concentration létale, la plus couramment employée pour caractériser une action toxique d'une altéragène sur une espèce, est la DL_{50} , concentration qui tue 50 % des animaux mis en expérience à un temps choisi (STORA et BELLAN, 1977).

2. Travail préliminaire.

Nous avons d'abord étudié les conditions d'éclosion et de survie d'artémie (SORGeloos, 1972 ; 1973) dans notre laboratoire pour déterminer l'optimum dans chaque cas. Le plus grand pourcentage d'éclosion a lieu dans les conditions suivantes : obscurité parfaite (fig. 1), aération continue (fig. 3) et température de $24 \pm 0,5^\circ \text{C}$ (fig. 2). Le pourcentage le plus élevé de survie a eu lieu en pleine lumière avec une aération continue et une température de $24 \pm 0,5^\circ \text{C}$ (fig. 4 et 5).

L'éclosion des œufs commence après 24 h avec un maximum à 48 h et continue en diminuant à 72 h jusqu'à 96 h où il n'y a plus d'éclosion (fig. 6). Nous avons donc décidé de faire les essais au bout de 48 h pour toutes nos expériences.

3. Résultats.

Pour chacun des détergents et pour le dispersant, on a fait des études séparées :

1^{re} expérience : L'influence des produits ci-dessus mentionnés à différentes concentrations sur l'éclosion (maximale, minimale). Des observations et des comptages ont été faits 48 h après.

2^e expérience : L'influence de ces produits sur la survie d'artémie. Cette expérience se divise en deux parties : dans la première, les larves proviennent d'œufs éclos dans des solutions de différentes concentrations. Après 48 h, on les a collectées et placées dans des solutions de concentrations analogues. Comptages et calculs ont été faits 24 h après. La deuxième partie de l'expérience est tout à fait semblable à la première à l'exception du fait que les larves qui ont été utilisées proviennent d'éclosion dans l'eau de mer naturelle pure. La collecte et la mise en contact avec des solutions de concentrations allant de 0,5 ppm jusqu'à 800 ppm ont été effectuées 48 h après, comme précédemment. Pendant toute la durée de l'expérience nous avons procédé à un choix des larves, de façon à ce que les individus du même âge soient utilisés.

3^e expérience : Elle avait comme objectif la détermination de la DL_{50} 24 h. Pour chacune des concentrations, 3 tubes à essai ont été employés contenant 50 larves, âgées de 24 h et écloses dans de l'eau de mer naturelle ; 600 larves, âgées de 24 h, ont été utilisées comme témoins pour la présente expérience.

Le tableau 1 représente les données de la première expérience, tandis que les tableaux 2 et 3 comportent les résultats de la deuxième expérience. Si l'on compare les tableaux 2 et 3 on voit que les larves provenant d'éclosion d'œufs dans de mauvaises conditions ne sont pas plus résistantes que celles qui proviennent d'une éclosion dans l'eau de mer naturelle (fig. 7 et 8). Par contre, à la suite d'une série d'observations préliminaires, la taille des premières est considérablement plus petite que celle des deuxièmes toujours du même âge. Cette observation sera probablement l'objet d'une future recherche.

Les tableaux 4, 5, 6 et 7 (p. 360) comportent les résultats de la troisième expérience et leur élaboration mathématique. Sur la figure 9, on précise la DL_{50} à l'aide de la méthode de BLISS pour chacun des détergents et le dispersant. De l'ensemble des résultats, on peut déduire que le

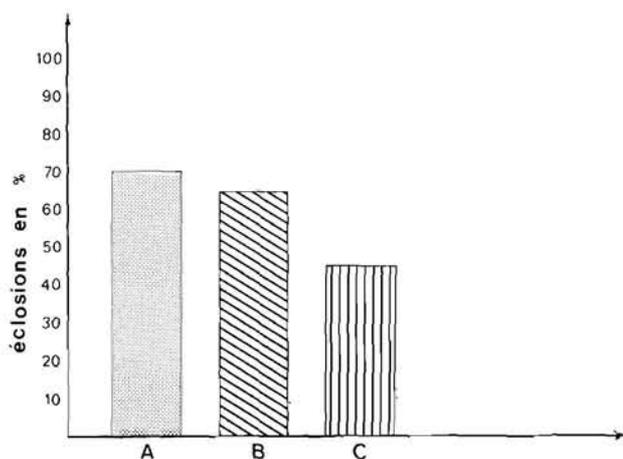


FIG. 1. — Influence à l'éclairage sur l'incubation (A : obscurité parfaite, B : lumière diffuse, C : pleine lumière).

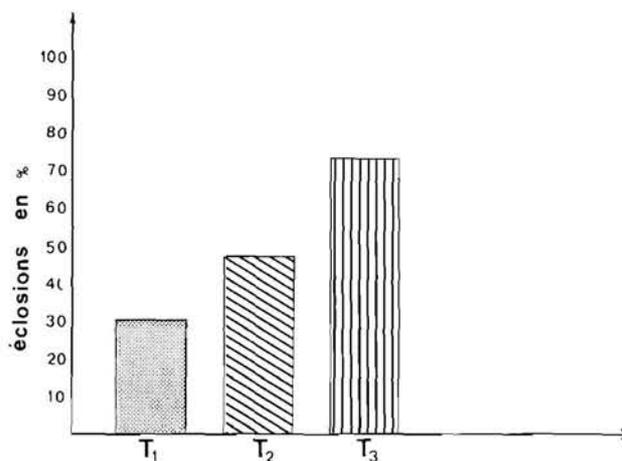


FIG. 2. — Influence de la température sur l'incubation (T₃ = 24 ± 0,5° C ; T₂ = 18 ± 0,5° C ; T₁ = 14 ± 0,5° C).

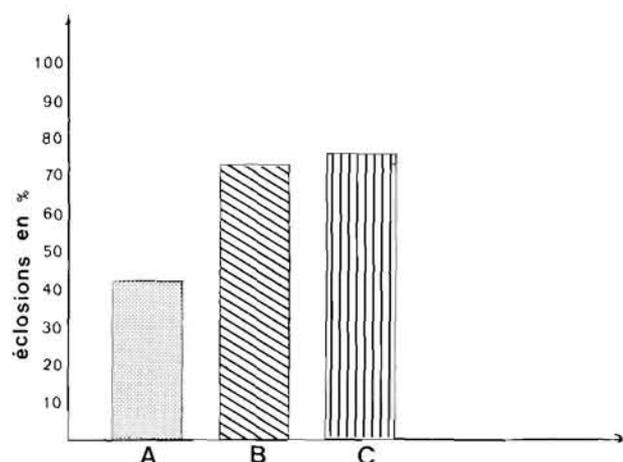


FIG. 3. — Influence de l'aération sur l'incubation (A : alimentation continue en air, B : alimentation périodique en air, C : sans air).

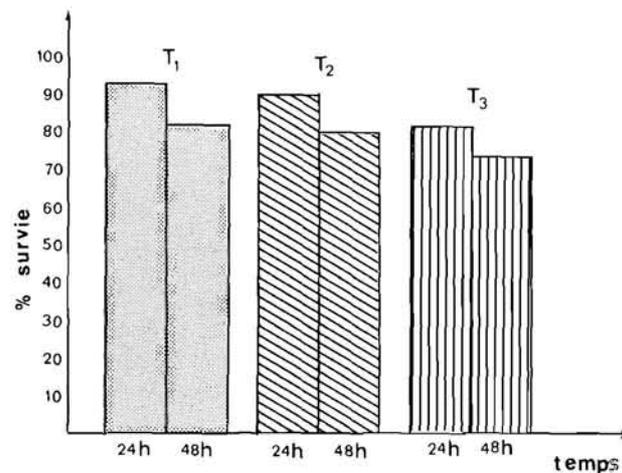


FIG. 4. — Influence de l'aération sur la survie ; de gauche à droite : alimentation continue en air, alimentation périodique en air et sans air.

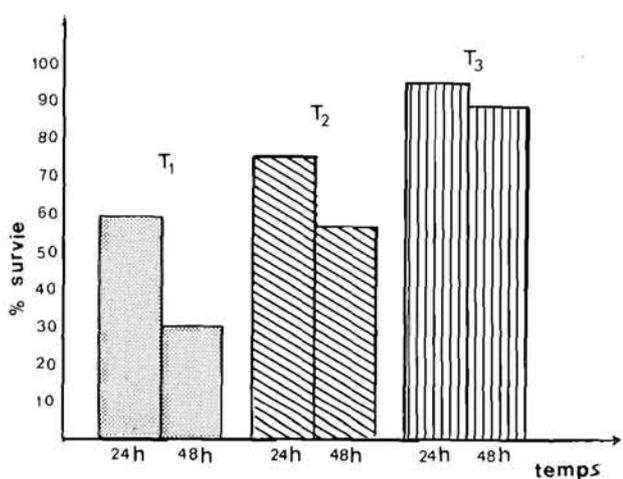


FIG. 5. — Influence de la température sur la survie (T₃ = 24 ± 0,5° C ; T₂ = 18 ± 0,5° C ; T₁ = 14 ± 0,5° C).

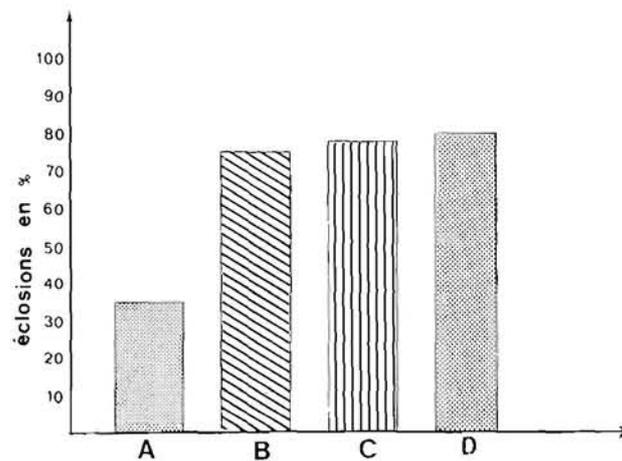


FIG. 6. — Influence de la durée d'incubation sur les pourcentages d'éclosion (A : 24 h, B : 48 h, C : 72 h, D : 96 h).

concentration en ppm	Secosyl		Tween		Sodium lauryl sulphate		Finasol OSR₂	
	Nombre d'œufs non-éclos	% d'œufs non-éclos	Nombre d'œufs non-éclos	% d'œufs non-éclos	Nombre d'œufs non-éclos	% d'œufs non-éclos	Nombre d'œufs non-éclos	% d'œufs non-éclos
0	27	30,00	35	33,98	23	25,0	27	30,0
0,5	35	38,88			38	42,2	51	56,6
1,0	27	30,00			40	44,4	43	48,0
5,0	49	59,44	47	52,22	46	51,4	55	61,1
10,0	41	45,50	42	46,60	59	65,5	45	50,0
15,0	42	46,66	60	66,60	70	77,7	46	51,1
20,0	48	53,33	50	55,50	74	82,2	52	57,7
25,0	48	53,33			77	85,5	53	58,8
30,0	46	51,66	54	60,00	85	94,4	54	60,0
50,0	52	58,33	63	70,00	87	96,6	55	61,1
100	58	64,40	62	68,80	90	100,0	54	60,0
200	60	66,60	58	65			59	65,5
400	75	83,30	63	70			65	72,2
800	80	88,80	69	76,6			84	93,3

TABLEAU 1

concentration en ppm	SECOSYL				TWEEN				SODIUM LAURYL SULPHATE				FINASOL OSR₂			
	No de larves mortes après 24 h	Mortalité %	No de larves mortes après 48 h	Mortalité %	No de larves mortes après 24 h	Mortalité %	No de larves mortes après 48 h	Mortalité %	No de larves mortes après 24 h	Mortalité %	No de larves mortes après 48 h	Mortalité %	No de larves mortes après 24 h	Mortalité %	No de larves mortes après 48 h	Mortalité %
0	6	6	17	16,6	3	3	15	15,6	13	12,5	27	20	6	6	17	16,6
0,5	7	13,2	31	58,5					7	13,5	27	52	4	10	9	23,07
1	8	15	38	69,09					10	20	44	88	5	11	11	23,4
5	12	29,3	32	78,04	1	2,4	3	6,97	9	20,5	39	88,6	5	14	16	45,7
10	3	7,2	32	76,2	1	2,1	18	37,5	6	19,4	25	81	10	22,2	30	66,66
15	4	9,4	35	81,4	3	13,1	10	33,3	16	80		100	9	31,8	31	70,45
20	10	24,4	35	85,36	1	2,4	5	12,5	13	81,3			12	31,5	28	73,6
25	2	4	34	62,96						100			17	48,5	30	85,7
30	11	25	36	81,81	1	2,8	3	7,89					22	61,1	31	86,1
50	23	55	37	88,1	2	6,5	4	14,81								
100	14	70	18	90	3	11,53	6	23,07								
200	14	82,4	17	100	6	14	11	24								
400					2	7,2	8	28,6								
800					3	14,3	6	28,6								

TABL. 2. — Les effets des détergents et du dispersant sur les larves provenant d'œufs éclos dans de mauvaises conditions.

concentration en ppm	SECOSYL				TWEEN				SODIUM LAURYL SULPHATE				FINASOL OS R ₂			
	No de larves mortes après 24 h	Mortalité %	No de larves mortes après 48 h	Mortalité %	No de larves mortes après 24 h	Mortalité %	No de larves mortes après 48 h	Mortalité %	No de larves mortes après 24 h	Mortalité %	No de larves mortes après 48 h	Mortalité %	No de larves mortes après 24 h	Mortalité %	No de larves mortes après 48 h	Mortalité %
	0	5	5	28	28,56	6	5,26	13	2,5	6	5,26	13	12,5	7	6,66	18
0,5	3	3	50	50,00		9			29	29	59	59	6	6	35	35
1	2	2	57	57					23	23	70	70	6	6	37	37
5	6	6	52	52	3	2,91	10	9,61	56	36,12	68	66	7	7	40	40
10	9	8,6	69	65,7	3	2,94	6	5,76	40	60	78	78	10	10	40	55
15	11	9,6	71	61,7	3	3	6	6	85	85	100	100	25	24,4	59	65
20	13	12,1	72	66,7	9	8,49	10	9,43	90	90			45	45	60	66,67
25	16	13,11	83	72,18					96	96			48	46,6	73	81,67
30	26	25	96	88,89	9	8,91	20	18	98	98			61	56,6	64	71,17
80	62	62	95	95,0	10	9,25	16	14,81	99	99			65	62	84	80
100	73	73	98	98	13	11,6	22	19,64	100	100			71	69	82	80
200	98	98	100	100	10	10	22	22					72	70	87	85
400	100	100			18	15,2	42	34,42					70	70	90	90
800					18	18	44	44					74	74	92	92

TABLE 3. — Les effets des détergents et du dispersant sur les larves provenant d'œufs éclos dans de l'eau de mer pure et naturelle.

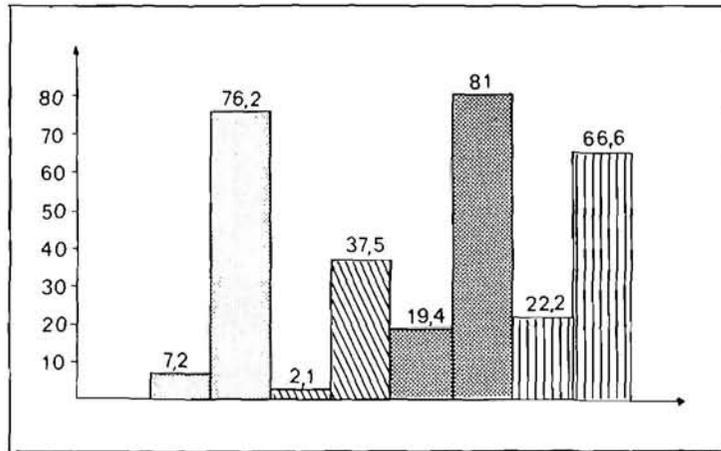


FIG. 7. — Mortalité (%) pour une concentration de 10 ppm après 24 h et 48 h sur les larves provenant d'œufs incubés dans de mauvaises conditions.

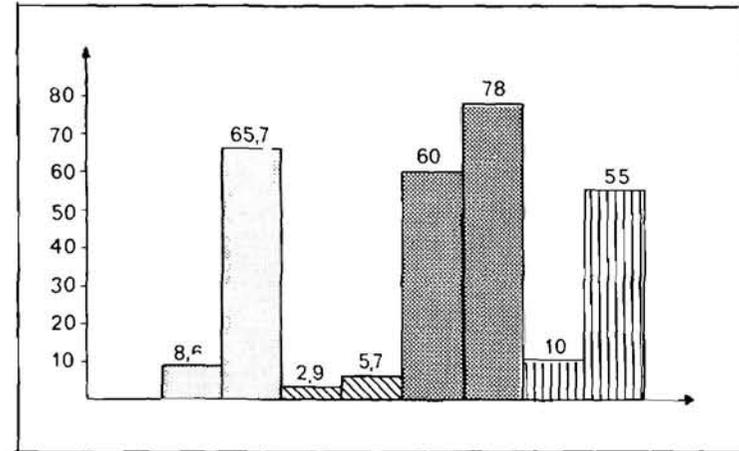


FIG. 8. — Mortalité (%) pour une concentration de 10 ppm après 24 h et 48 h sur les larves provenant d'œufs incubés dans l'eau de mer pure et naturelle.

SODIUM LAURYL SULPHATE

Concentration en ppm	Nombre des larves mortes	% larves mortes	log ppm = X	prob. empir = Y	X ²	XY	Probits Probable	Probits corrigés	Z'/P0	W	WX	W ²	WX ²	WX'	W ² ψ
5	56	36,12	0,69897	4,642	0,4885	3,2446	4,5284	4,6492	0,5810	87,15	60,9152	404,5503	283,2069	42,5779	1883,7524
7	72	48	0,84509	4,950	0,7142	4,1832	5,0192	4,9503	0,6366	95,49	80,6976	472,6755	399,4773	68,1907	2340,073
8	83	55,4	0,90309	5,126	0,8156	4,6292	5,2139	5,1356	0,6271	94,11	84,9898	482,4079	436,4736	76,7543	2482,0935
9	93	62	0,95424	5,305	0,9106	5,0622	5,3858	5,3060	0,6161	92,415	88,1860	490,3539	467,9153	84,153	2601,8162
10	105	70	1,00	5,524	1,00	5,524	5,5394	5,524	0,5810	87,15	87,1500	451,4166	481,4166	87,15	2659,3452
11	120	80	1,04139	5,842	1,0844	6,0838	5,6785	5,8228	0,5579	83,685	87,1487	487,2811	507,4496	90,7538	2837,3398
12	120	80	1,07918	5,842	1,1646	6,3046	5,8054	5,8406	0,5026	75,39	81,3594	440,4284	475,3015	87,8014	2571,7495
15	129	86	1,17609	6,080	1,3832	7,1506	6,1309	6,0804	0,4047	60,705	71,3945	369,0864	434,1071	83,9663	2244,0463
			ΣX =	ΣY =	ΣX ² =	ΣXY =				ΣW =	ΣWX =	ΣW ² =	ΣWX ² =	ΣWX' =	ΣW ² ψ =
			7,6980	43,311	7,5611	42,1822				675,79	641,8412	3626,2001	3485,3479	621,6	19.620,215

T W E E N 2 0

Concentration en ppm	Nombre des larves mortes	% larves mortes	log ppm = X	prob. empir = Y	X ²	XY	Probits Probable	Probits corrigés	Z'/P0	W	WX	W ²	WX ²	WX'	W ² ψ
800	27	18	2,90309	4,085	8,4279	11,8591	3,9951	4,0879	0,4386	65,79	190,9943	268,7521	780,2117	554,4715	1099,4118
900	30	20	2,95424	4,158	8,7275	12,2837	4,1953	4,1594	0,5026	75,39	222,7201	313,4716	926,0701	657,9662	1304,2928
1000	36	24	3,00	4,294	9,0000	12,8820	4,3744	4,2972	0,5579	83,685	251,055	359,3434	1078,0301	753,165	1545,3211
1100	45	30	3,04139	4,476	9,2500	13,6132	4,5364	4,476	0,5810	87,15	265,0571	390,0834	1186,3955	806,1375	1746,0132
1200	61	40,7	3,07918	4,773	9,4813	14,6969	4,6843	4,773	0,6161	92,415	284,5624	441,0968	1358,2163	876,2143	2105,355
			ΣX =	ΣY =	ΣX ² =	ΣXY =				ΣW =	ΣWX =	ΣW ² =	ΣWX ² =	ΣWX' =	ΣW ² ψ =
			14,9779	21,786	44,8867	65,3349				404,43	1214,3889	1772,7473	5328,9237	3647,9545	7800,3939

S E C O S Y L

Concentration en ppm	Nombre des larves mortes	% larves mortes	log ppm = X	prob. empir = Y	X ²	XY	Probits Probable	Probits corrigés	Z'/P0	W	WX	W ²	WX ²	WX'	W ² ψ
25	27	15,14	1,39794	3,964	1,9542	5,5414	3,9421	3,9839	0,4047	60,705	84,8619	241,8426	338,0813	118,6319	963,4769
30	32	21,15	1,47712	4,194	2,1819	6,195	4,2755	4,2008	0,5316	79,74	117,7855	334,9718	494,7935	173,9834	1407,1494
35	55	37	1,54406	4,668	2,3841	7,2077	4,5574	4,6748	0,5810	87,15	134,5648	407,4088	629,0636	207,7762	1904,5547
40	63	42	1,60206	4,798	2,5666	7,6867	4,8017	4,7979	0,6147	94,11	150,7679	451,5304	723,3789	241,5424	2166,3975
46	67	45	1,66275	4,874	2,7647	8,1042	5,0573	4,8741	0,6366	95,49	158,7759	465,4278	773,8900	264,0048	2268,5416
48	85	57	1,68124	5,176	2,8266	8,7021	5,1352	5,1758	0,6343	95,145	159,9615	492,4515	827,9291	268,9338	2548,8303
50	93	62	1,69897	5,305	2,8865	9,0130	5,1708	5,3043	0,6274	94,11	159,8900	499,1877	848,1048	271,6484	2647,8411
			ΣX =	ΣY =	ΣX ² =	ΣXY =				ΣW =	ΣWX =	ΣW ² =	ΣWX ² =	ΣWX' =	ΣW ² ψ =
			11,0641	32,979	17,5646	52,4501				606,45	966,6095	2892,8206	4635,241	1546,5209	13906,791

F I N A S O L

Concentration en ppm	Nombre des larves mortes	% larves mortes	log ppm = X	prob. empir = Y	X ²	XY	Probits Probable	Probits corrigés	Z'/P0	W	WX	W ²	WX ²	WX'	W ² ψ
10	15	10	1	3,718	1	3,718	3,7203	3,7185	0,3359	50,385	50,385	187,3566	187,3566	50,385	696,6856
13	30	20	1,1139	4,158	1,2407	4,6316	4,0817	4,1706	0,4386	65,79	73,2835	274,3837	305,6361	81,6305	1144,3449
15	36	24,4	1,17609	4,294	1,3832	5,0501	4,2789	4,3065	0,5316	79,74	93,7814	343,4003	403,8696	110,2954	1478,8534
17	38	25,34	1,23044	4,326	1,5139	5,3229	4,4514	4,3362	0,5579	83,685	102,9694	362,8749	446,4959	126,6976	1573,4980
19	41	27,34	1,2787	4,387	1,6350	5,6096	4,6045	4,4052	0,6005	90,075	115,1789	396,7984	507,3863	147,2792	1747,9762
20	67	45	1,30103	4,874	1,6927	6,3412	4,6753	4,8779	0,6161	92,415	120,2347	450,7911	585,1928	156,4289	2198,914
21	63	42	1,3222	4,798	1,7482	6,3439	4,7425	4,7992	0,6161	92,415	122,1726	443,5180	586,3307	161,5122	2128,5318
			ΣX =	ΣY =	ΣX ² =	ΣXY =				ΣW =	ΣWX =	ΣW ² =	ΣWX ² =	ΣWX' =	ΣW ² ψ =
			8,4224	30,555	10,2137	37,0173				554,505	678,0055	2459,123	3023,5678	834,2288	10968,803

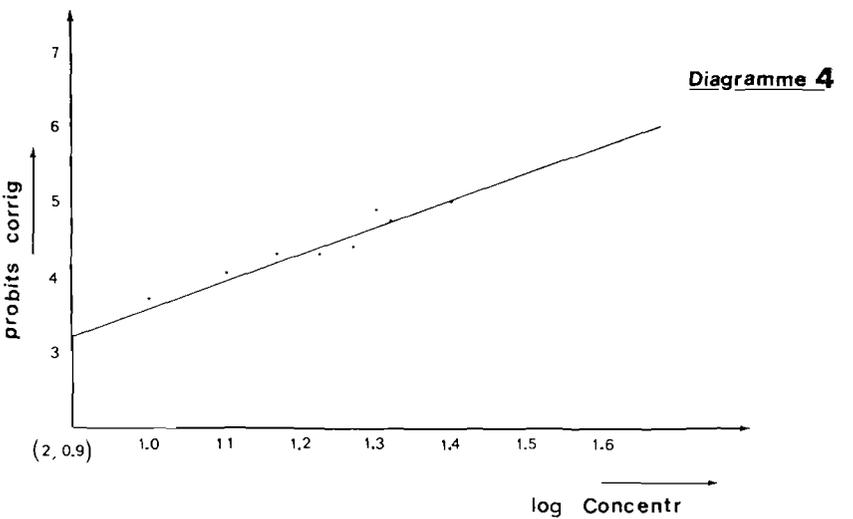
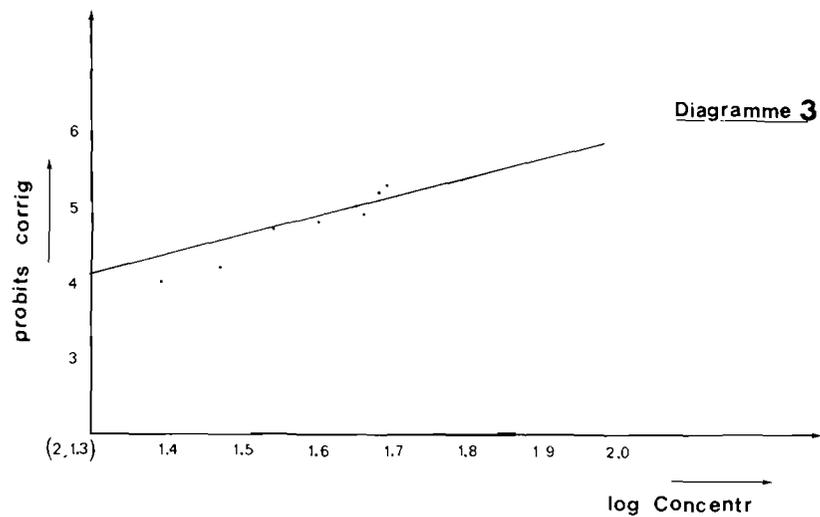
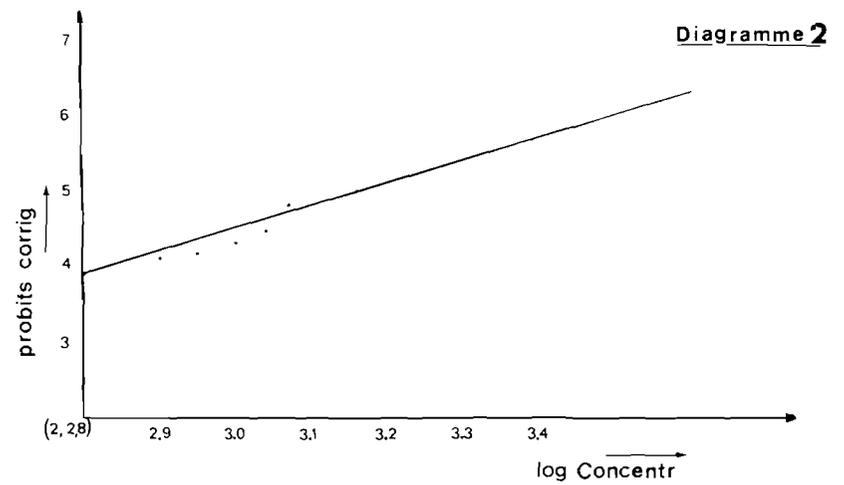
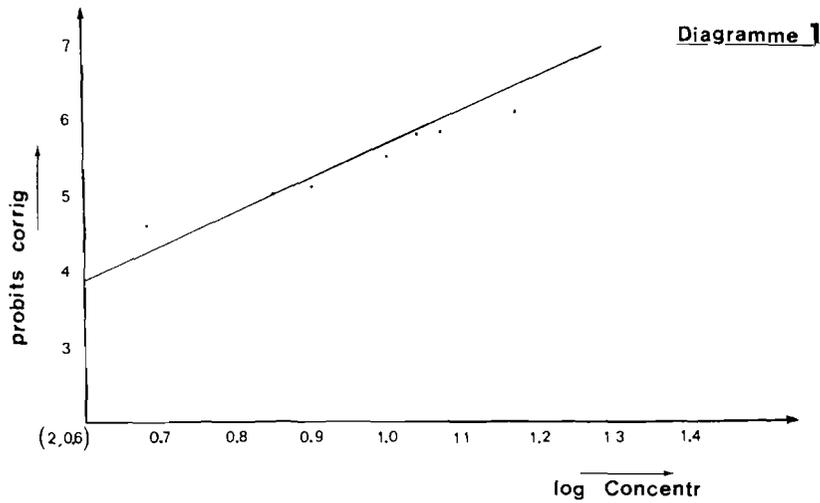


FIG. 9. — Relation linéaire entre le pourcentage de mortalité (probit corrigé) d'*Artemia salina* et le logarithme de la concentration (ppm) du laurylsulfate de sodium (1), du Tween 20 (2), du Sécosyl (3) et du Finasol (4).

détergent anionique : lauryl-sulfate de sodium est globalement plus toxique que le Secosyl, le Tween 20 ou le dispersant Finasol OSR₂.

$$\psi = f(X)$$

$$\psi = \bar{\psi} + b(X - \bar{X})$$

ψ : probit corrigé (% de larves mortes)

X : log c (c concentration en ppm)

$$\bar{X} = \frac{\sum WX}{\sum W} ; \bar{\psi} = \frac{\sum W\psi}{\sum W} ; b = \frac{\sum WX\psi - \bar{\psi}\sum WX}{\sum WX^2 - X\sum WX}$$

lauryl-sulfate de sodium (tabl. 4, fig. 9 a)

$$\psi = 5,3688 + 2,2779(X - 0,9497)$$

pour $\psi = 5$; $X = 0,8403 \pm 0,0238$, donc $c = 6,9 \pm 1,1$ ppm

Tween 20 (tabl. 5, fig. 9 b)

$$\psi = 4,5833 + 3,9051(X - 3,0027)$$

pour $\psi = 5$; $X = 3,1605 \pm 0,0691$, donc $c = 1447,4 \pm 1,2$ ppm

Secosyl (tabl. 6, fig. 9 c)

$$\psi = 4,7701 + 4,1686(X - 1,5939)$$

pour $\psi = 5$; $X = 1,6497 \pm 0,0219$, donc $c = 44,6 \pm 1,7$ ppm

Finasol (tabl. 7, fig. 9 d)

$$\psi = 4,3480 + 3,2016(X - 1,2227)$$

pour $\psi = 5$; $X = 1,3993 \pm 0,0539$, donc $c = 25,0 \pm 1,1$ ppm

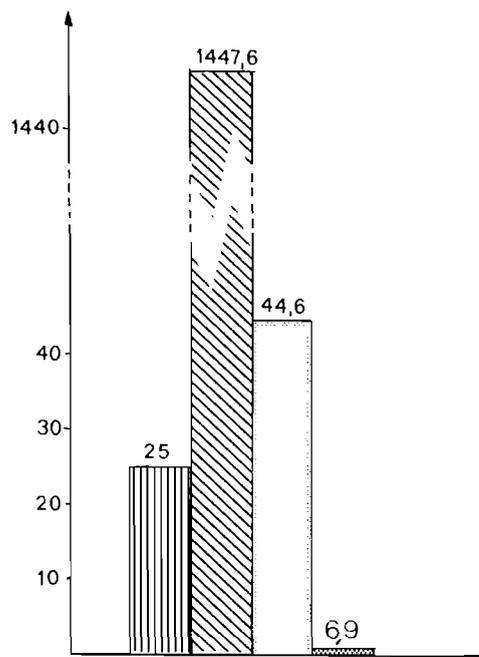


FIG. 10. — Doses létales (DL₅₀) à 24 h, vis-à-vis de l'artémie.

Conclusion.

Le détergent le plus toxique a la DL_{50} la plus élevée. Par la comparaison des différentes concentrations létales pour les tensio-actifs, il est possible de déterminer *in vitro* où l'espèce est plus sensible et peut être touchée par la pollution de son biotope. MAGGI et COSSA (1973) ont étudié la toxicité aiguë à l'égard de quinze organismes. Ils ont trouvé que *Artemia salina* est une espèce plus sensible que les autres crustacés. Pour le détergent lauryl-sulfate de sodium, la DL_{50}^{48} est égale à 7,3 ppm (les individus utilisés étaient âgés de 3 à 4 mois). Il ressort de nos résultats que les larves d'artémie sont aussi très sensibles vis-à-vis du détergent lauryl-sulfate de sodium avec une DL_{50}^{24} égale à 6,92 ppm. A partir de ces deux résultats, on constate que les larves sont plus sensibles que les juvéniles ou les adultes. Cela peut être le sujet d'une future recherche. PERSOONE (1974), pour le dispersant Finasol OSR₂, a trouvé que la DL_{50}^{48} est égale à 21 ppm à une température de 20° C. De nos expériences, DL_{30}^{24} est égale à 25 ppm à une température de $24 \pm 0,5^\circ$ C.

Le crustacé *Artemia salina* est plus sensible au lauryl-sulfate de sodium qu'au Sécossil, alors que ce sont tous les deux des détergents anioniques (fig. 10). Ceci confirme que les détergents les moins toxiques sont soit les condensats de l'oxyde d'éthylène ou du propylène, soit ceux qui contiennent un groupe aminé (RICHARD et KAIM-MALKA, 1972). Le Tween 20 est un détergent cationique très peu toxique (British Pharmacology-Codex, 1973). En effet, nos expériences sur l'artémie (% d'œufs non éclos, % mortalité, LD_{50}^{24}) montrent que ce crustacé est très résistant en ce qui concerne l'action du Tween 20. Les résultats de notre deuxième série d'expériences (tabl. 2 et 3) confirment les valeurs de toxicité précisées avec les concentrations létales 50 % pour 24 h. Les résultats de notre discussion sont confirmés par l'homogénéité des réponses aux différentes expériences (éclosion, % mortalité des larves, DL_{50}^{24}) sur le même organisme.

Ce travail a été réalisé dans le Laboratoire de Zoologie, Université d'Athènes, Panepistimiopolis, Athènes (621) Grèce. Directeur : Prof. Dr V. KIORTSIS.

BIBLIOGRAPHIE

- BELLAN (G.), FORET (J.P.) et KAIM-MALKA (R.A.), 1972. — Action *in vitro* de détergents sur quelques espèces marines. — *in*: Marine Pollution and Sea Life/Ruivo (M.) édit. — London: Fishing News (Books) Ltd: 245-248.
- BLISS (C.I.), 1938. — The determination of the dosage mortality curve from small numbers. — *Quart. J. Pharm.*: 192-216.
- British Pharmacology Codex, 1973. — p. 436-437 et 465-466.
- CLARK (L.S.) et BOWEN (S.T.), 1976. — The genetics of *Artemia salina*. VII. Reproductive isolation. — *J. Hered.*, **67** (6): 385-388.
- CLAUS (C.), BENIJTS (F.) et SORGELOOS (P.), 1977. — Comparative study of different geographical strains of the brine shrimp, *Artemia salina*. — *Spec. Publ., European Maricult. Soc.*, 2: 91-105.
- CONTE (F.P.), PETERSON (G.L.) et EWING (R.D.), 1973. — Larval salt gland of *Artemia nauplii*. Regulation of protein synthesis by environmental salinity. — *J. Comp. Physiol.*, **82** (3): 277-289.
- 1974. — Larval salt gland of *Artemia salina nauplii*. Localization and characterization of the sodium + potassium, activated adenosine triphosphatase. — *Ibid.*, **83**: 217-234.
- HISU (W.J.), CHICHESTER (C.O.) et DAVIES (B.H.), 1970. — The metabolism of betacarotene and other carotenoids in the brine shrimp, *Artemia salina* L. (Crustacea Branchiopoda). — *Comp. Biochem. Physiol.*, **32** (170): 69-79.

- KAIM-MALKA (R.A.), 1972. — Action *in vitro* des détergents non ioniques sur l'isopode valvifère *Idotea balthica* Basteri Audouin, 1827. — *Téthys*, **4** (1) : 51-62.
- MAGGI (P.) et COSSA (D.), 1973. — Nocivité relative de cinq détergents anioniques en milieu marin. Toxicité aiguë à l'égard de quinze organismes. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **37** (3) : 411-417.
- OLEINIKOVA (F.A.) et PLESKACHEVSKAYA (T.G.), 1979. — *Artemia salina* as food in mariculture. — Proceedings of the 7th Japan-Soviet joint Symposium on the Aquaculture, Tokyo, september 1978 : 35-38.
- PERSOONE (G.), SORGELOOS (P.), ROELS (O.) et JASPERS (E.), 1980. — The brine shrimp *Artemia*. — Wetteren (Belgium) : Universa Press, 3 vol., 345 + 664 + 456 p.
- SALIBA (L.J.) et KRZYZ (R.M.), 1976. — Acclimation and tolerance of *Artemia salina* to copper salts. *Marine Biol.*, **38** (3) : 231-238.
- SORGELOOS (P.), 1972. — The influence of light on the growth rate of larvae of the brine shrimp, *Artemia salina* (L.). — *Biol. Jaarb.*, **40** : 317-322.
- 1973. — High density culturing of the brine shrimp, *Artemia salina*. — *Aquaculture*, **1** : 385-391.
- 1978. — The culture and use of the brine shrimp, *Artemia salina* as food hatchery-raised larval browns shrimps and fish in southeast Asia. — *FAO Report THA 75/008/78/WP/3* : 50 p.
- SORGELOOS (P.) et PERSOONE (G.), 1973. — A culture system for *Artemia*, *Daphnia* and other invertebrates, with continuous separation of the larvae. — *Arch. Hydrol.*, **72** (1) : 133-138.
- 1975. — Technological improvements for the cultivation of invertebrates as food for fish and crustaceans. II. Hatching and culturing to the brine shrimp, *Artemia salina* (L.). — *Aquaculture*, **6** : 303-317.
- STORA (G.) et BELLAN (G.), 1973. — Utilisation de la notion de concentration léthale en toxicologie des invertébrés marins. — *Rev. int. Océanogr. méd.*, **48** : 125-129.