

# LA SÉLECTION DE LA NOURRITURE CHEZ *TILAPIA GALILAEA* (PISCES, CICHLIDAE) DU LAC TCHAD

Laurent LAUZANNE et André ILTIS

*Hydrobiologistes, O.R.S.T.O.M., B. P. 65 — N'Djamena — Tchad.*

## RÉSUMÉ

*Tilapia galilaea est un poisson phytoplanctophage du lac Tchad qui se nourrit aux dépens de la pellicule d'algues benthiques existant au voisinage du fond. La sélection de la nourriture par ce poisson a été étudiée en utilisant le coefficient d'électivité (IVLEV, 1961). Les algues ont pu être classées en trois grands groupes selon leur aptitude à être ingérées par *Tilapia galilaea*. Il a été montré que les Cyanophycées filamenteuses étaient plus favorables à l'alimentation de *Tilapia* que les Diatomées.*

## ABSTRACT

*Tilapia galilaea is a phytoplanktivorous fish of lake Chad which feeds on bottom deposits composed essentially of benthic algae. Food selection of this fish has been studied using a coefficient of electivity (IVLEV, 1961) with which algae have been separated into three groups according to their ability to be ingested by *Tilapia galilaea*. Results show that filamentous blue-green algae are more convenient for the diet of *Tilapia* than Diatoms.*

## Introduction.

Le régime alimentaire des *Tilapia galilaea* du lac Tchad est constitué principalement par des algues microscopiques qu'ils recueillent à l'aide de leur appareil branchiospinal bien développé (20 à 30 branchiospines en bas du premier arc branchial). Ces poissons consomment préférentiellement la pellicule benthique essentiellement formée d'algues vivant à proximité du fond, qu'ils soulèvent grâce aux mouvements de leur nageoires pectorales et ventrales.

Ce comportement est particulièrement net durant les périodes de calme qui facilitent la stratification du phytoplancton. Il est cependant vraisemblable que les *Tilapia* peuvent se nourrir en pleine eau quand, par suite du vent, l'agitation du milieu entraîne la mise en suspension des éléments de la pellicule benthique. Ces deux possibilités d'alimen-

tation ont été remarquées par FRYER et ILES (1972) pour les Cichlidés phytoplanctophages des grands lacs africains. Nous avons cherché à savoir, en comparant la composition du phytoplancton du fond à celle des contenus stomacaux, s'il existait une sélection particulière de certains constituants.

## 1. Méthode d'étude.

La méthode est basée sur l'utilisation du coefficient d'électivité (E) employé pour la première fois par IVLEV (1961).

$$E = \frac{r_i - p_i}{r_i + p_i}$$

ou  $r_i$  est le pourcentage en nombre d'une espèce  $i$  dans les contenus stomacaux et  $p_i$  son pourcentage dans la nourriture utilisée. Ce coefficient peut varier de  $-1$  à  $+1$ . Un coefficient de  $-1$  indiquera une sélection négative totale, c'est à dire que l'espèce

considérée ne sera pas consommée. Un coefficient de +1 indiquera une sélection positive totale, la totalité des algues considérées étant absorbée. Le coefficient 0 rendra compte d'une absence de sélection, c'est à dire que le poisson aura un comportement indifférent vis à vis de cette algue et les pourcentages dans les contenus stomacaux et le milieu seront semblables. Une bonne utilisation de ce coefficient d'électivité suppose que soit connue avec exactitude la source de nourriture utilisée par le poisson (O'BRIEN et VINYARD, 1974). C'est pourquoi nous avons effectué les échantillonnages à l'issue d'une période de 6 heures de calme plat pour être sûr que les *Tilapia galilaea* s'étaient nourris exclusivement aux dépens de la pellicule de phytoplancton benthique.

## 2. Échantillonnage.

Les prélèvements ont été effectués sur la bordure sableuse de l'île de Kindjéria au centre de la cuvette

nord du lac Tchad par une profondeur de 1,40 m le 12 juin 1974. Le phytoplancton sédimenté a été recueilli à l'aide d'une boîte en matière plastique lestée (dimensions : 18×23×9 cm) descendue sur le fond. La boîte a été immergée immédiatement après une période d'agitation moyenne et, après être restée en place pendant 6 heures de calme plat, elle a été remontée avec précaution. Une pellicule de couleur brun-vert couvrait uniformément le fond de la boîte. En appliquant l'ouverture d'un tube de 0,785 cm<sup>2</sup> de section (1 cm de diamètre intérieur) sur le fond de la boîte, nous avons isolé une portion de pellicule. Les algues et l'eau contenues dans le tube ont été aspirées à l'aide d'une pipette et transvasées dans un pilulier de 150 ml. L'opération a été répétée 3 fois, si bien que le pilulier contenait une quantité de phytoplancton correspondant à 2,35 cm<sup>2</sup> de pellicule. La fixation a été effectuée avec quelques millilitres de formol à 40 %. Juste après cette opération un coup de senne effectué dans les environs immédiats, rapportait 11 *Tilapia*

TABLEAU I  
Répartition des différentes algues aux trois niveaux considérés

Espèces ou genres	Pellicule		70 cm		Surface	
	N	%	N	%	N	%
<i>Coscinodiscus rudolfii</i> (Dia.).....	242	18,91	81	8,46	72	4,83
<i>Lyngbya contorta</i> (Cya.).....	217	16,95	105	10,97	122	8,18
<i>Cosmarium</i> sp. (Chl.).....	163	12,73	159	16,61	178	11,94
<i>Oscillatoria laevis</i> (Cya.).....	155	12,11	117	12,23	407	27,30
<i>Lyngbya limnetica</i> (Cya.).....	85	6,64	147	15,36	212	14,22
<i>Nitzschia</i> sp. (Dia.).....	80	6,25	105	10,97	78	5,23
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Chl.).....	55	4,30	48	5,02	71	4,76
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Dia.).....	50	3,91	6	0,63	14	0,94
<i>Fragilaria construens</i> (Dia.).....	46	3,59	10	1,04	17	1,14
<i>Nephrocladus subsoletaria</i> (Chl.).....	39	3,05	33	3,45	62	4,16
<i>Oocystis</i> sp. (Chl.).....	19	1,48	57	5,96	112	7,51
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> (Cya.).....	11	0,86	22	2,30	25	1,68
<i>Melosira granulata</i> (Dia.).....	10	0,78	9	0,94	10	0,67
<i>Monoraphidium contortum</i> (Chl.).....	10	0,78	12	1,25	13	0,87
<i>Chroococcus</i> sp. (Cya.).....	9	0,70	20	2,09	14	0,94
<i>Euglena</i> sp. (Eug.).....	9	0,70	5	0,52	22	1,48
<i>Microcystis</i> sp. (Cya.).....	8	0,63	1	0,10	3	0,20
<i>Chodatella</i> sp. (Chl.).....	8	0,63	6	0,63	24	1,61
<i>Pediastrum duplex</i> (Chl.).....	8	0,63	1	0,10	6	0,40
<i>Schroederia</i> sp. (Chl.).....	7	0,55	1	0,10	5	0,34
<i>Synedra rumpens</i> (Dia.).....	7	0,55	3	0,31	5	0,34
<i>Staurastrum</i> sp. (Chl.).....	7	0,55	1	0,10	4	0,27
<i>Tetrastrum glabrum</i> (Chl.).....	6	0,47	2	0,21	3	0,20
<i>Binuclearia</i> sp. (Chl.).....	6	0,47	2	0,21	5	0,34
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Chl.).....	6	0,47	0	0	1	0,07
<i>Actinastrum hantzschii</i> (Chl.).....	6	0,47	0	0	3	0,20
<i>Scenedesmus perforatus</i> (Chl.).....	6	0,47	1	0,10	2	0,13
<i>Anabaenopsis tanganyikae</i> (Cya.).....	5	0,39	3	0,31	1	0,07
TOTAUX.....	1 280	100	957	100	1 491	100

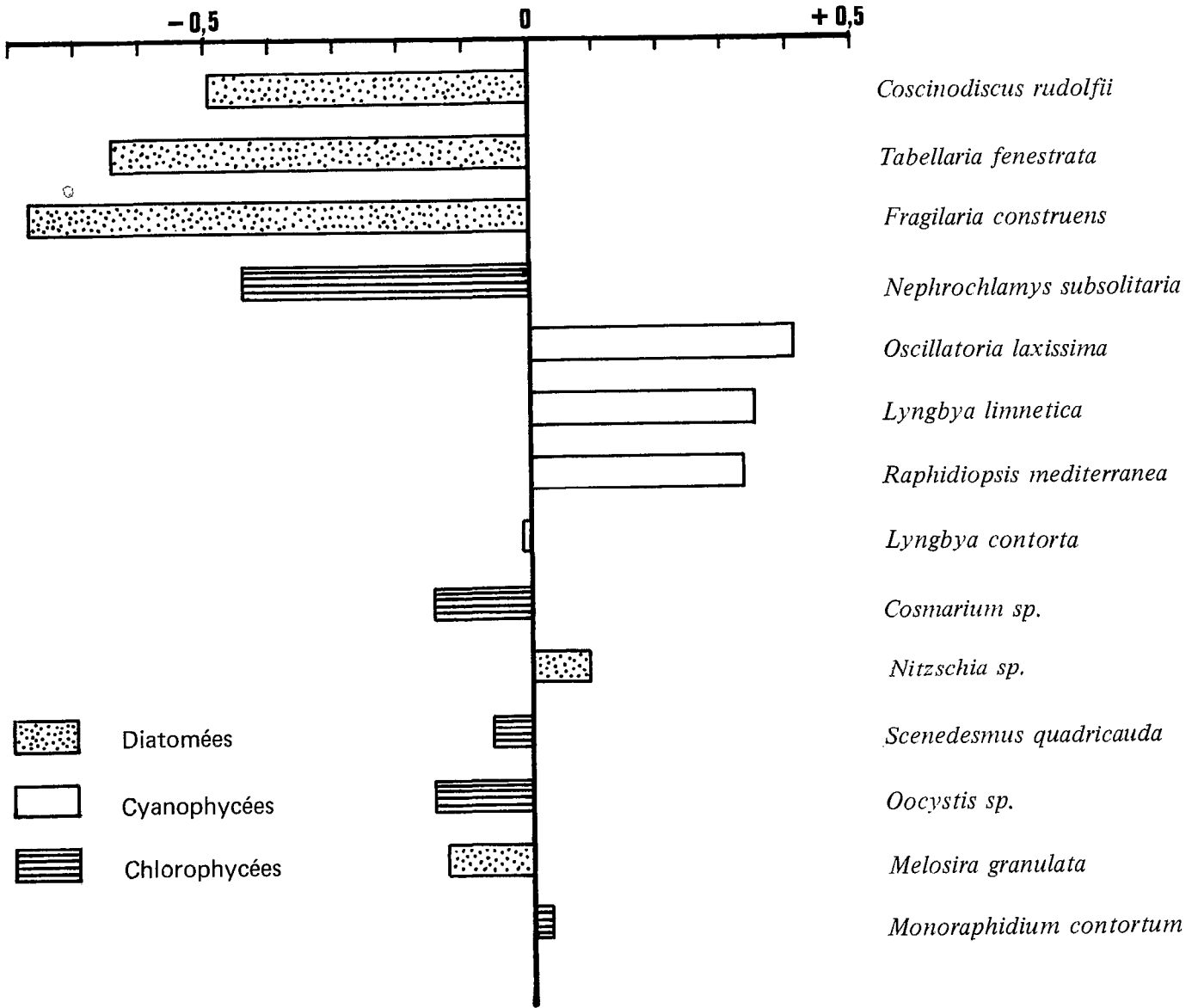


Figure 1. — Valeur du coefficient d'électivité pour chaque espèce d'algue.

*galilaea* de tailles sensiblement comparables (les longueurs standards étaient comprises entre 151 et 174 mm). Il a été prélevé une petite portion du contenu antérieur de l'estomac de chaque *Tilapia*. Ces prélèvements ont été mélangés dans un pilulier de 150 ml et fixés comme précédemment. Il a été également prélevé 150 ml d'eau en surface et 150 ml d'eau à mi-profondeur (0,70 m) afin de pouvoir comparer la composition du phytoplancton en fonction de la profondeur.

### 3. Dénombrements.

Les dénombrements ont été effectués au laboratoire à l'aide d'un microscope inversé, sur un sous-échantillon provenant de l'échantillon original dilué 50 fois (prélèvements d'eau), 100 fois (contenus stomacaux) ou 200 fois (pellicule sédimentée). Le sous-échantillon a été mis à décanter 24 heures dans une coupelle à sédimentation avant d'effectuer les comptages. Les cénobes, colonies, filaments ont

été comptés pour une unité, comme les cellules uniques. Deux types de dénombrements ont été effectués. L'un a porté sur la plus grande partie des espèces présentes en surface, à mi-profondeur et dans la pellicule benthique, l'autre sur les 14 espèces principales de la pellicule et des contenus stomacaux.

#### 4. Résultats.

##### 4.1. COMPOSITION SPÉCIFIQUE ET IMPORTANCE DE LA BIOMASSE ALGALE.

Les comptages ont porté sur deux sous-échantillons de 1 ml pour chacun des 3 prélèvements de phytoplancton. Vingt-huit taxons ont été reconnus et dénombrés.

On pourra constater (Tabl. I) que des espèces identiques existent dans les trois types de phytoplancton; cependant leurs proportions et l'importance relative des différentes classes d'algues varient suivant la profondeur (Tabl. II).

TABLEAU II

Importance relative des différentes classes d'algues selon la profondeur (en pourcentages)

Classes	Surface	0,70 m	Fond
Cyanophycées.....	52,63	43,36	38,74
Diatomées.....	13,15	22,35	33,99
Chlorophycées.....	32,73	33,74	26,55
Euglénophycées.....	1,48	0,52	0,70

Le phytoplancton près de Kindjéria présente donc, après une période de calme, une stratification assez classique avec en surface, prédominance très nette des Cyanophycées et au niveau du fond un plus fort pourcentage de Diatomées. Les Chlorophycées sont plus abondantes dans la couche d'eau que sur le fond. Les Eugléniens qui ne représentent qu'un faible pourcentage sont situés à proximité de la surface.

Les disparités constatées dans la répartition des divers groupes d'algues aux différents niveaux considérés, confirment la justesse des remarques de O'BRIEN et VINYARD (1974) quant à l'utilisation du coefficient d'électivité. Ces auteurs insistent sur l'importance de connaître exactement la profondeur à laquelle se nourrit un poisson. Dans le cas présent, il est bien évident que la valeur de E pour *Coscinodiscus rudolfii* par exemple ne serait pas du tout la même suivant le niveau considéré.

D'un point de vue quantitatif, la différence entre les deux niveaux de pleine eau et le fond est extrêmement importante. Les densités algales sont respectivement de  $75,5.10^3$  unités taxinomiques par  $cm^3$  d'eau de surface,  $47,8.10^3$  unités pour l'eau de mi-profondeur et de  $16340.10^3$  unités par  $cm^2$  de fond. Bien entendu ces densités ne sont pas directement comparables puisque les deux premières se rapportent à un volume et la troisième à une surface. Néanmoins ces nombres montrent clairement l'énorme concentration algale sur le fond, ce qui explique la préférence marquée de *Tilapia* à se nourrir à ce niveau.

TABLEAU III

Moyenne de p et r — limites de confiance des moyennes pour un coefficient de sécurité de 95 %. — Valeur de E pour chaque espèce d'algue étudiée

Espèces ou genres	Pellicule benthique		Contenus stomacaux		E
	p	±	r	±	
<i>Coscinodiscus rudolfii</i> (Dia.).....	19,15	1,73	6,53	0,65	-0,49
<i>Lyngbya contorta</i> (Cya.).....	17,06	2,00	16,59	0,89	-0,01
<i>Cosmarium</i> sp. (Chl.).....	11,27	0,95	8,40	0,44	-0,15
<i>Oscillatoria laxissima</i> (Cya.).....	9,96	2,00	23,78	1,47	+0,41
<i>Lyngbya limnetica</i> (Cya.).....	9,36	1,56	19,55	0,93	+0,35
<i>Nitzschia</i> sp. (Dia.).....	9,18	0,72	11,05	1,10	+0,09
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Chl.).....	5,11	1,05	4,54	0,56	-0,06
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Dia.).....	4,88	0,53	1,07	0,19	-0,64
<i>Fragilaria construens</i> (Dia.).....	4,48	0,53	0,60	0,15	-0,77
<i>Nephrochlamys subsolitaria</i> (Chl.).....	3,96	0,66	1,53	0,37	-0,44
<i>Oocystis</i> sp. (Chl.).....	1,98	0,41	1,48	0,32	-0,15
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> (Cya.).....	1,57	0,56	3,09	0,51	+0,33
<i>Melosira granulata</i> (Dia.).....	1,29	0,32	0,99	0,14	-0,13
<i>Monoraphidium contortum</i> (Chl.).....	0,77	0,25	0,81	0,31	+0,03

## 4.2. SÉLECTION DE LA NOURRITURE.

Les dénombrements des 14 espèces principales ont porté sur 10 sous-échantillons de la pellicule et des contenus stomacaux (annexes I et II). Les pourcentages moyens, leurs limites de confiance (95 % de sécurité) et la valeur du coefficient d'électivité correspondant à chaque espèce d'algue, sont consignés dans le tableau III, illustré par la figure 1.

Les espèces étudiées peuvent se classer en trois groupes. Le premier avec les taxons présentant un coefficient nettement positif, un autre où le coefficient négatif est élevé et un troisième rassemblant les espèces ayant un coefficient voisin de 0 (compris entre -0,15 et +0,09). Dans le groupe des algues ingérées de façon préférentielle, on trouve *Oscillatoria laxissima*, *Lyngbya limnetica* et *Raphidiopsis mediterranea* qui sont trois Cyanophycées filamenteuses. Le second groupe relativement peu retenu par *Tilapia* comprend une petite Chlorophycée (*Nephrochlamys subsolitaria*) et trois Diatomées (*Coscinodiscus rudolfii*, *Tabellaria fenestrata* et *Fragilaria construens*). Le troisième enfin comprend les algues de taille moyenne, aussi bien filamenteuses (*Lyngbya contorta*, *Melosira granulata*) qu'unicellulaires (*Oocystis*, *Cosmarium*, *Nitzschia*, *Monoraphidium*) ou coloniales (*Scenedesmus*). L'importance des algues du premier groupe, dans les contenus stomacaux par rapport à celles du second apparaît nettement dans le tableau IV.

TABLEAU IV

Importance relative des trois groupes d'algues dans la pellicule sédimentée et les contenus stomacaux de *Tilapia galilaea*

Groupes	Composition	Sélection	Pellicule	Contenus stomacaux
1	Cyanophycées filamenteuses	+	20,89 %	46,42 %
2	Petites algues Diatomées	—	32,47 %	9,73 %
3	Divers	0	46,66 %	43,86 %

Un phytoplancton riche en algues filamenteuses sera donc plus favorable à l'alimentation de *Tilapia galilaea* qu'un phytoplancton riche en Diatomées.

## 5. Discussion et Conclusion.

L'évaluation du coefficient d'électivité permet de constater une sélection positive, négative ou nulle, mais n'explique pas le mécanisme de celle-ci. Si la sélection positive des trois espèces de Cyanophycées peut s'expliquer par la grande taille des filaments et la sélection négative sur *Nephrochlamys* par les petites dimensions des cellules (de 3 à 7  $\mu$ ), la sélection négative sur la majorité des Diatomées (tailles de 10 à 60  $\mu$ ) ne peut guère être interprétée d'après des critères de taille. MORIARTY (1973) qui a fait un travail similaire sur les *Tilapia nilotica* du lac George, arrive à des résultats semblables. Il pense que le critère de taille n'est pas seul en cause et que la forme de la cellule peut être un facteur sélectif. En effet, les Diatomées du deuxième groupe ont des formes soit discoïdales soit fusiformes et sont dépourvues d'aspérités, facteurs qui facilitent sans doute leur passage à travers le filtre branchiospinal. De plus il est possible, comme le suggère MORIARTY citant GREENWOOD (1953), qu'il existe un pouvoir d'adhérence différentiel selon les espèces vis à vis du mucus qui couvre les branchiospines. Les cellules et les colonies entourées de gelée, les formes à thèque siliceuse ou à coque cellulosique et les organismes à membrane nue, même s'ils sont de forme et de taille sensiblement identiques, ne sont probablement pas retenus dans les mêmes proportions par *Tilapia galilaea*.

Quelle que soit la complexité des mécanismes de sélection, l'évaluation du coefficient d'électivité d'Ivlev a permis de classer les différentes algues présentes dans le milieu selon leur plus ou moins grande aptitude à être consommées par ce Cichlidé. L'importance des Cyanophycées filamenteuses dans l'alimentation par rapport aux Diatomées a aussi été mise en évidence. La très forte densité phytoplanctonique de la pellicule du fond explique la préférence de *Tilapia galilaea* à se nourrir à ce niveau même si les proportions relatives des Cyanophycées filamenteuses sont plus élevées en pleine eau.

Manuscrit reçu au S.C.D. de l'O.R.S.T.O.M. le 3 juillet 1975.

## BIBLIOGRAPHIE

- FRYER (G.) et ILES (T. D.), 1972. — The cichlid fishes of the great lakes of Africa. Oliver et Boyd, Edinburg, 641 p.
- GREENWOOD (P. H.), 1953. — Feeding mechanism of the cichlid fish *Tilapia esculenta*. Graham. *Nature*, Lond., 172 : 207-208.
- IVLEV (V. S.), 1961. — Experimental ecology of the feeding of fishes : Yale Univ. Press, New Haven, Conn., 302 p.
- MORIARTY (D. J. W.) *et al.*, 1973. — Feeding and grazing in lake George, Uganda. *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 184 : 299-319.
- O'BRIEN (W. J.) et VINYARD (G. L.), 1974. — Comment on the use of Ivlev's electivity index with planktivorous fish. *J. Fish. Res. Board Can.*, 31, 8 : 1427-1429.

## ANNEXE I

NOMBRES ET POURCENTAGES DES 14 ESPÈCES PRINCIPALES DANS 10 SOUS-ÉCHANTILLONS D'1 ML DE LA PELLICULE BENTHIQUE (DILUTION 200 FOIS)

Espèces ou genres	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Coscinodiscus rudolfii</i> ...	189	21,82	255	20,51	204	23,23	217	19,29	200	17,73	223	16,60	205	16,87	194	16,85	229	20,52	255	18,06
<i>Lyngbya contorta</i> .....	183	21,13	197	15,85	182	20,73	153	13,60	204	18,09	210	15,64	193	15,88	170	14,77	220	19,71	214	15,16
<i>Cosmarium</i> sp.....	79	9,12	151	12,15	92	10,48	119	10,58	114	10,11	153	11,39	139	11,44	132	11,47	152	13,62	174	12,32
<i>Oscillatoria laxissima</i> ....	62	7,16	110	8,85	47	5,35	117	10,40	106	9,40	151	11,24	166	13,66	109	9,47	111	9,95	199	14,09
<i>Lyngbya limnetica</i> .....	76	8,78	122	9,81	64	7,29	107	9,51	120	10,64	151	11,24	116	9,55	153	13,29	75	6,72	96	6,80
<i>Nitzschia</i> sp.....	82	9,47	113	9,09	88	10,02	92	8,18	105	9,31	132	9,83	122	10,04	117	10,17	95	8,51	102	7,22
<i>Scenedesmus quadricauda</i> ..	23	2,66	64	5,15	37	4,21	83	7,38	57	5,05	78	5,81	67	5,51	79	6,86	42	3,76	67	4,75
<i>Tabellaria fenestrata</i> ....	50	5,77	55	4,42	38	4,33	70	6,22	54	4,79	59	4,39	60	4,94	61	5,30	44	3,94	66	4,67
<i>Fragilaria construens</i> ....	50	5,77	46	3,70	36	4,10	52	4,62	47	4,17	59	4,39	58	4,78	43	3,74	45	4,03	78	5,52
<i>Nephrochlamys subsolitaria</i> .....	29	3,35	48	3,86	34	3,87	48	4,27	37	3,28	61	4,54	42	3,46	34	2,95	42	3,76	86	6,09
<i>Oocystis</i> sp.....	13	1,50	36	2,90	19	2,16	28	2,49	24	2,13	21	1,56	29	2,39	20	1,74	12	1,08	26	1,84
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> .....	13	1,50	23	1,85	18	2,05	19	1,69	37	3,28	17	1,27	9	0,74	17	1,48	13	1,16	9	0,64
<i>Melosira granulata</i> .....	11	1,27	15	1,21	14	1,59	14	1,24	14	1,24	16	1,19	4	0,33	16	1,39	23	2,06	19	1,35
<i>Monoraphidium contortum</i> .....	6	0,69	8	0,64	5	0,57	6	0,53	9	0,80	12	0,89	5	0,41	6	0,52	13	1,16	21	1,49

## ANNEXE II

NOMBRES ET POURCENTAGES DES 14 ESPÈCES PRINCIPALES DANS 10 SOUS-ÉCHANTILLONS D'1 ML DES CONTENUS STOMACaux DE *T. Galilaea* (DILUTION 100 FOIS)

Espèces ou genres	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Coscinodiscus rudolfii</i> ...	107	6,65	92	5,32	96	6,30	107	7,17	165	7,55	97	6,70	172	7,29	135	6,42	164	7,07	78	4,80
<i>Lyngbya contorta</i> .....	272	16,87	273	15,78	238	15,63	247	16,55	380	17,39	250	17,28	412	17,45	298	14,17	381	16,42	298	18,35
<i>Cosmarium</i> sp.....	147	9,11	127	7,34	132	8,67	127	8,51	178	8,15	124	8,57	189	8,01	190	9,03	206	8,88	125	7,70
<i>Oscillatoria laxissima</i> ....	380	23,59	496	28,67	365	23,97	348	23,32	470	21,51	334	23,08	539	22,83	469	22,30	548	23,62	405	24,94
<i>Lyngbya limnetica</i> .....	278	17,28	349	20,17	302	19,83	262	17,56	444	20,32	288	19,90	451	19,10	453	21,54	475	20,47	314	19,33
<i>Nitzschia</i> sp.....	228	14,14	161	9,31	158	10,37	168	11,26	255	11,67	151	10,44	287	12,16	241	11,46	209	9,01	174	10,71
<i>Scenedesmus quadricauda</i> ..	74	4,60	65	3,76	64	4,20	57	3,82	106	4,85	59	4,08	88	3,73	124	5,90	116	5,00	88	5,42
<i>Tabellaria fenestrata</i> ....	12	0,71	19	1,10	20	1,31	19	1,27	19	0,87	13	0,90	22	0,93	17	0,81	34	1,47	22	1,35
<i>Fragilaria construens</i> ....	5	0,31	9	0,52	11	0,72	11	0,74	11	0,50	13	0,90	10	0,42	8	0,38	20	0,86	10	0,62
<i>Nephrochlamys subsolitaria</i> .....	19	1,15	29	1,68	23	1,51	29	1,94	29	1,33	16	1,11	28	1,19	26	1,24	63	2,72	23	1,42
<i>Oocystis</i> sp.....	19	1,15	26	1,50	39	2,56	25	1,68	25	1,14	20	1,38	35	1,48	29	1,38	25	1,08	23	1,42
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> .....	44	2,73	55	3,18	50	3,28	55	3,69	72	3,30	49	3,39	79	3,35	85	4,04	45	1,94	32	1,97
<i>Melosira granulata</i> .....	20	1,21	17	0,98	11	0,72	11	0,74	22	1,01	16	1,11	31	1,31	18	0,86	22	0,95	17	1,05
<i>Monoraphidium contortum</i> .....	8	0,50	12	0,69	14	0,92	26	1,74	9	0,41	17	1,17	18	0,76	10	0,48	12	0,52	15	0,92