INTERFACE AIR-MER : ASPECTS ECOLOGIQUES DU MICRONEUSTON DANS LE FILM DE SURFACE

Yolanda DE SOUZA LIMA

Station marine d'Endoume et Centre d'Océanographie
Rue de la Batterie des Lions, 13007 - Marseille, France

SUMMARY

AIR WATER INTERFACE : ECOLOGICAL ASPECTS OF MICRONEUSTON DURING
INVESTIGATIONS OF SURFACE FILMS

The sea surface microlayer (upper 100 μm) was sampled using Harvey's rotating drum collector. Greater amounts of nutrients, particulate organic carbon and living material occurred in the surface film than in samples taken at 0,50m. Neuston displayed a greater level of absolute production, but assimilation numbers were usually lower in the films than at a depth of 0,50m. Algal phytoplankton also occurred in much higher densities in sea-surface films than in subsurface waters. Individual species abundances differed between phytoneuston and underlying phytoplankton. Though surface microlayers with a richer nutrient environment may represent a favorable biotope to microplankton growth, neustonic organisms may be subject to considerable stress due to higher intensities of light and turbulence. These two aspects are discussed in this paper.

INTRODUCTION

L'influence des slicks naturels dans l'interaction entre l'océan et l'atmosphère et l'importance écologique de ce biotope pour les bactéries, algues et protozoaires, ont été mis en évidence par Parker et Barsom (1970). D'autres travaux ont montré une accumulation de bactéries (Sieburth, 1971 ; Tsyban, 1971) et de phytoplancton (Wandschneider, 1979 ; Hardy et Valett, 1981) dans les films de surface par rapport aux eaux sous-jacentes. Tout ceci tend à prouver l'existence d'un véritable écosystème superficiel (Hardy, 1973 ; Champalbert, 1975). Mais du fait de sa nature frontalière, les facteurs abiotiques vont soumettre les organismes neustoniques à de fortes contraintes d'adaptation.

Dans ce travail nous avons tenté d'apporter des informations complémentaires concernant l'écophysiologie du microneuston. Pour ce faire, nous avons confronté des mesures de paramètres chimiques (sels minéraux), pouvant avoir une incidence sur la production de l'échelon primaire, à des paramètres estimatifs de la biomasse ainsi qu'à des mesures d'activité biologique.

MATERIEL ET METHODES

Les prélèvements du film superficiel sur une épaisseur d'eau de l'ordre de 100 μm ont été effectués au moyen du rouleau de Harvey (1966). Les eaux sous-jacentes (0,50m) ont été récoltées par pompage. L'échantillonnage a été réalisé dans une zone côtière du Golfe de Marseille (Mer Méditerranée), par temps calme, en présence et en absence de slicks. L'eau recueillie a subi une préfiltration sur voile de nylon de 200 μm de vide de maille, afin d'éliminer la plupart du zooplancton et la fraction détritique grossière. L'aspect chimique du milieu a été évalué par les mesures de phosphates, nitrates et nitrites, selon le protocole de Strickland et Parsons (1972). Le carbone et l'azote organiques particulaires ont été déterminés d'après le protocole de Kerambrun et Szekiélda (1969). La biomasse a été estimée à partir des taux de chlorophylle *a* (Yentsch et Menzel, 1963) et d'ATP (Holm-Hansen et Booth, 1966) et l'activité photosynthétique d'après la méthode de Steeman-Nielsen (1952).

Les échantillons de phytoplancton ont été examinés suivant la méthode de sédimentation d'Utermöhl (1958).

RESULTATS

Sels minéraux.

Les phosphates et nitrates présentent toujours des teneurs moyennes plus élevées dans la microcouche de surface, avec des concentrations plus importantes en présence de slicks (Tableau 1). Les nitrites se caractérisent par un enrichissement plus faible.

Carbone et azote organiques particuliers.

Si l'on analyse la composition du seston des eaux d'extrême surface (Tableau 2), on observe que les teneurs en carbone et azote organiques sont nettement supérieures à celles des eaux sous-jacentes, ce fait étant plus accentué en présence de slicks. Les valeurs du rapport C/N sont légèrement supérieures dans les slicks (10,3) qu'à l'extérieur (9,9), et dans tous les cas, elles sont plus élevées qu'à 0,50m ; ceci est certainement l'indice de la présence en surface d'une matière organique plus dégradée.

Populations phytoplanctoniques.

La détermination du phytoplancton a été réalisée sur six paires d'échantillons (surface de 0,50 m) récoltés en présence et en absence de slicks (Tableau 3). En juin, nous n'avons trouvé dans les films de surface qu'une seule espèce de diatomée, *Leptocylindrus danicus*. La population est surtout constituée de dinoflagellés (90,6%). Numériquement ce sont les Gymnodiniens qui prédominent (56,6 %) suivis de *Prorocentrum triestinum* (34,1%). Par contre, dans les eaux sous-jacentes, 97% de la population est constituée de diatomées. En Septembre, le groupe dominant est, de loin, celui des dinoflagellés, quel que soit le niveau de prélèvement. Plusieurs espèces de *Prorocentrum* sont particulièrement abondantes, en nombre d'individus, en surface comparativement aux eaux sous-jacentes, l'espèce dominante étant *P. lima* suivi par *P. micans* et *P. maximum*. Dans certains prélèvements superficiels, ce sont les dinoflagellés appartenant aux genres *Gonyaulax*, *Gymnodinium* et *Glenodinium*, qui constituent l'essentiel de la population.

Biomasse microplanctonique, chlorophylle a et assimilation photosynthétique.

Les teneurs moyennes en ATP (Tableau 4) observées dans le film de surface correspondent à des biomasses rarement atteintes dans le Golfe de Marseille. Les teneurs en Chl. a sont toujours supérieures à celles des autres prélèvements. On remarque aussi un rapport Chl. a/ATP presque deux fois plus faible dans les slicks qu'en dehors. Il n'est donc pas exclu qu'à côté des biomasses phytoplanctoniques importantes dans les slicks, ceux-ci soient le lieu d'une intense activité bactérienne associée à la charge en particules. En accord avec les fortes teneurs en ATP et Chl. a, les slicks se caractérisent par une production plus importante qu'à 0,50 m ; par contre, en leur absence, la production photosynthétique reste voisine à celle observée à 0,50 m. (Tableau 4).

DISCUSSION

L'accumulation de sels minéraux et matériel organique dans les films de surface, quelle qu'en soit l'origine (allochtone ou autochtone), peut constituer un des facteurs favorables au développement des organismes neustoniques, photoautotrophes et hétérotrophes. Par contre, un certain nombre de contraintes liées à ce biotope sont susceptibles de s'opposer à une croissance des organismes : nous citerons l'éclairement (spectre à peut près complet dans les premiers mm de la colonne d'eau), mais aussi changements rapides et importants de la salinité ou de la turbulence.

A l'appui de l'hypothèse d'une population dans un état déficient sur le plan physiologique comme l'ont déjà signalé d'autres auteurs (Harvey, 1966 ; Marumo et al., 1971), nous citerons quelques éléments. Tout d'abord, l'observation au microscope nous montre, dans les films superficiels, la présence d'une fraction détritique importante (agglomérats jaunâtres, débris de diatomées). Les valeurs élevées du rapport C/N vont également dans ce sens, sans qu'on puisse préciser l'origine de cette matière organique. D'autre part, on remarque que si, en accord avec les fortes biomasses, les productions sont plus élevées dans les slicks, le

rapport P/B est nettement plus faible qu'à 0,50 m (Tableau 4). On pourrait alors postuler que les populations neustoniques sont dans un mauvais état physiologique ou plutôt ne sont pas viables.

D'autres éléments appuient, au contraire, l'hypothèse d'un phytoneuston adapté aux conditions de l'interface. L'observation au microscope met en évidence, à côté de débris cellulaires, la présence de cellules ayant gardé leur intégrité structurale. Mais de plus, les populations du film de surface sont assez particulières par rapport à 0,50 m, avec en général une dominance de dinoflagellés. Par ailleurs, même si nous ne pouvons pas, en toute rigueur, calculer l'indice de diversité spécifique, il semble que le film de surface présente un caractère de paucispécificité.

Pourtant, nous avons pu montrer que les valeurs du rapport P/B, sont plus faibles dans les slicks qu'à 0,50 m. Cependant, il faut signaler que la valeur moyenne de ce rapport est de 3,1, dans le film superficiel, donc comparable à celle que Glover (1980) observe dans des cultures en phase exponentielle de croissance (3,5), et pas très éloignée des valeurs trouvées par Steeman-Nielsen et Hansen (1959) dans les eaux de surface en zone tempérée, où elles varient entre 4,0 et 4,2. Ce rapport peut être faussé par une surévaluation de la biomasse (B) ; celle-ci est en effet estimée par la mesure des pigments actifs qui peuvent être surévalués par la prise en compte des pigments non-fonctionnels (Loftus et Carpenter 1971). Mais la plus faible productivité de l'interface peut aussi être une réalité. En effet, si nous avons vu que les ressources trophiques ne peuvent être considérées comme limitantes, d'autres facteurs peuvent freiner la production, et en premier lieu, l'énergie lumineuse. Une telle photoinhibition ne se traduirait pas forcément par la mort cellulaire, mais par une baisse d'efficacité de la photosynthèse.

En fonction des observations précédentes, il nous est difficile de choisir entre les deux hypothèses formulées, bien que les données de la littérature semblent aller dans le sens d'une population déficiente sur le plan physiologique. Cependant, au vu des résultats obtenus, on pourrait penser que les organismes neustoniques, dans la zone néritique étudiée, correspondraient à des populations paucispécifiques pouvant s'adapter aux conditions sélectives de l'interface.

RESUME

Les prélèvements de surface récoltés selon Harvey (1966) sont comparés à ceux effectués à 0,50 m. Le film superficiel est le siège d'un enrichissement important en sels minéraux en matière organique inerte et en biomasse. Si en accord avec les fortes biomasses, les productions sont plus élevées dans les slicks, l'indice de productivité est nettement plus faible qu'à 0,50 m. Par ailleurs, l'interface se caractérise par des densités cellulaires phytoplanctoniques élevées et une composition spécifique particulière. Vu sa situation, ce biotope présente des conditions favorables au développement du microplankton (sels minéraux et matière organique) mais l'instabilité du milieu et les conditions extrêmes qui y règnent peuvent s'opposer à un développement biologique. Ces deux aspects sont discutés ici.

MOTS CLES

Microneuston ; slicks ; composition spécifique ; productivité ; Golfe de Marseille.

REMERCIEMENTS

Je remercie vivement le C.N.P.Q. (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil) sans le support financier duquel cette étude n'aurait pu être réalisée.

		Présence			Slicks		Absence
		m	s	max.-min.	m	s	max.-min.
P-PO ₄	mc	0,66	0,26	1,04-0,33	0,38	0,19	0,68 - 0,13
	0,50 m	0,21	0,06	0,31-0,13	0,18	0,09	0,35 - 0,06
N-NO ₃	mc	4,06	3,73	12,58-1,35	1,84	1,50	5,41 - 0,47
	0,50 m	1,61	1,17	3,53-0,47	0,92	0,58	1,65 - 0,23
N-NO ₂	mc	0,28	0,33	1,09-0,08	0,22	0,08	0,32 - 0,12
	0,50 m	0,12	0,06	0,24-0,06	0,13	0,04	0,20 - 0,08

Tableau 1. Valeurs moyennes (m), maximales et minimales (max.-min.) et écart-type (s) des teneurs en phosphates (P-PO₄), nitrates (N-NO₃) et nitrites (N-NO₂) en µg-at.l⁻¹, dans la microcouche de surface (mc) en présence et en absence de slicks et à 0,50 m.
Les effectifs sont égaux à 8 pour chaque paramètre.

		Présence			Slicks		Absence
		m	s	max.-min.	m	s	max.-min.
COP	mc	8,87	6,83	23,88-2,60	2,77	2,05	7,46-0,92
	0,50 m	0,66	0,14	0,80-0,37	0,46	0,13	0,69-0,32
NOP	mc	0,83	0,56	2,10-0,38	0,26	0,13	0,48-0,10
	0,50 m	0,08	0,03	0,13-0,04	0,06	0,02	0,08-0,03
C/N	mc	10,3	2,8	15,6 -6,1	9,9	6,3	15,6 -7,8
	0,50 m	8,9	3,3	14,2 -5,1	8,0	2,3	11,6 -5,1

Tableau 2. Valeurs moyennes (m), maximales et minimales (max.-min.) et écart-type (s) des concentrations en carbone (COP) et azote organiques particulaires (NOP) en mg.l⁻¹, et du rapport C/N, dans la microcouche de surface (mc) en présence et en absence de slicks et dans les eaux sous-jacentes (0,50 m).
Les effectifs étant égaux à 8 pour chaque paramètre.

	01.06.1979		05.09.1979		07.09.1979		12.09.1979		13.09.1979	
Cellules.ml ⁻¹	mc	0,50m								
BACILLARIOPHYCEES										
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	70,0	617,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia</i> sp.	-	110,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia delicatissima</i> Cleve	-	97,0	-	0,02	-	-	0,1	-	-	-
Autres	-	2,6	6,0	0,3	3,5	0,02	0,7	0,3	13,0	-
DINOPHYCEES										
<i>Glenodinium</i> spp.	-	-	173,7	0,3	-	-	0,8	-	-	-
<i>Gonyaulax</i> spp.	-	-	9,6	-	-	0,1	4,7	0,5	3,6	0,5
<i>Gymnodinium</i> spp.	423,5	-	11,4	0,04	-	-	1,0	-	-	0,1
<i>Prorocentrum lima</i> (Ehr.) Dodge	-	-	17,7	0,08	-	-	0,2	-	-	-
<i>P. micans</i> Ehrenberg	-	-	3,3	0,2	4,5	0,02	-	0,3	15,0	0,7
<i>P. triestinum</i> Schiller	255,0	8,8	1,4	-	-	-	-	-	-	-
Autres	0,2	14,2	2,4	0,2	-	0,06	2,5	0,4	1,1	1,7
Total diatomées plus dinoflagellés.	748,7	849,6	225,5	1,1	8,0	0,2	10,0	1,5	32,7	3,0

Tableau 3. Densités des principales espèces phytoplanctoniques (diatomées et dinoflagellés) dans les films de surface (mc) et dans les eaux sous-jacentes (0,50 m).

		Présence			Slicks		Absence		
		m	s	max.-min.	m	s	max.-min.		
ATP	mc	3,93	4,25	13,90- 0,51	0,70	0,26	1,11 - 0,32		
	0,50 m	0,49	0,23	0,78- 0,07	0,40	0,26	0,84 - 0,08		
Chl. <u>a</u>	mc	4,06	2,33	7,91- 0,57	1,55	0,63	2,71 - 0,52		
	0,50 m	0,99	0,69	1,89- 0,12	0,97	0,67	2,21 - 0,14		
P	mc	13,74	12,13	36,22- 2,31	3,62	1,85	6,90 - 1,48		
	0,50 m	8,61	8,56	27,56- 0,45	4,36	2,65	7,59 - 0,92		
Chl. <u>a</u>	mc	1,4	0,9	3,0 - 0,4	2,3	0,9	4,1 - 1,1		
ATP	0,50	1,9	0,9	3,3 - 0,5	2,6	0,9	5,5 - 1,0		
P/B	mc	3,1	1,5	6,0 - 1,2	2,5	0,6	3,5 - 1,9		
	0,50	9,1	6,9	24,6 - 3,2	5,1	1,4	6,6 - 3,4		

Tableau 4. Valeurs moyennes (m), valeurs maximales et minimales (max.-min.) et écart-type (s) des facteurs estimatifs de la biomasse, adenosine triphosphate (ATP) et chlorophylle a (Chl.a) en $\mu\text{g.l}^{-1}$, de la production photosynthétique (P) en $\mu\text{g.l}^{-1}.\text{h}^{-1}$ et des rapports Chl.a/ATP et Production/Chl.a (P/B) en présence et absence de slicks dans la microcouche (mc) et à 0,50 m. Les effectifs (n) sont égaux à 8, à l'exception des valeurs de production en absence de slicks (n=6).

BIBLIOGRAPHIE

- CHAMPALBERT G., 1975. Répartition du peuplement animal de l'hyponeuston. Etude expérimentale de la physiologie et du comportement des pontellidés. *Thèse Doct. d'Etat*, Univ. Aix-Marseille II : 312 pp.
- GLOVER H.E., 1980. Assimilation numbers in cultures of marine phytoplankton. *J. Plankton Res.*, 2 : 69-79.
- HARDY J.T., 1973. Phytoneuston ecology of a temperate marine lagoon. *Limnol. Oceanogr.*, 18 : 525-533.
- HARDY J.T. and VALETT M., 1981. Natural and microcosm phytoneuston communities of Sequim Bay, Washington. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 12 : 3-12.
- HARVEY G.W., 1966. Microlayer collection from the sea-surface : A new method and initial results. *Limnol. Oceanogr.*, 11 : 608-613.
- HOLM-HANSEN O. and BOOTH C.R., 1966. The measurement of adenosine triphosphate in ocean and its ecological significance. *Limnol. Oceanogr.*, 12 : 213-222.
- KERAMBRUN P. et SZEKIELDA K.H., 1969. Dosage simultané du carbone, de l'hydrogène et de l'azote dans le matériel en suspension dans l'eau de mer. Note technique. *Tethys*, 1 : 581-584.
- LOFTUS M.E. and CARPENTER J.H., 1971. A fluorometric method for determining chlorophylls a, b and c. *J. Mar. Res.*, 29 : 319-338.
- MARUMO R., TAGA N. and NAKAI T., 1971. Neustonic bacteria and phytoplankton in surface microlayers of the equatorial waters. *Bull. Plankton Soc. Japan*, 18 : 36-41.
- PARKER B. and BARSOM G., 1970. Biological and chemical significance of surface microlayers in aquatic ecosystems. *Bioscience*, 20 : 87-93.
- SIEBURTH J. McN., 1971. Distribution and activity of oceanic bacteria. *Deep-Sea Res.*, 18 : 1111-1112.
- STEEMAN-NIELSEN E., 1952. The use of radioactive carbon (^{14}C) for measuring organic production in the sea. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 29 : 130-135.
- STEEMAN-NIELSEN E. and HANSEN V.K., 1959. Light adaptation in marine phytoplankton and its interrelation with temperature. *Physiol. Plant.*, 12 : 353-370.
- STRICKLAND J.D.H. and PARSONS T.R., 1972. A practical handbook for seawater analysis. *Bull. Fish. Bd. Can.*, 167 : 310 pp.
- TSYBAN A.V., 1971. Marine bacterioneuston. *J. Oceanogr. Soc. Japan.*, 27 : 56-66.
- YENTSCH C.S. and MENZEL D.W., 1963. A method for the determination of phytoplankton chlorophyll and pheophytin by fluorescence. *Deep-Sea Res.*, 10 : 221-231.
- UTERMÖHL H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplanktonmethod. *Mitt. int. Verein, theor. angew. Limnol.*, 9 : 1-38.
- WANDSCHNEIDER K., 1979. Vertical distribution of phytoplankton of a natural surface film. *Mar. Biol.*, 52 : 105-111.

Imprimé par
INSTAPRINT - TOURS