Publications du
CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCEANS
(C N E X O)
Série: Rapports scientifiques et techniques
N° 06 et 07 - 1971
Station Marine d'Endoume

1) DISTRIBUTION DES BACTERIES HETEROTROPHES AEROBIES AU LARGE DES COTES ATLANTIQUES FRANCAISES

2) DISTRIBUTION DES BACTERIES HETEROTROPHES AEROBIES ENTRE LE DETROIT DE GIBRALTAR ET L'ARCHIPEL DE MADERE

par

Armand BIANCHI, Micheline BIANCHI

Rapp. Scient. Techn., C N E X O, N° 6 et 7

C N E X O

Rapport Scientifique et Technique n° 6

DISTRIBUTION DES BACTERIES HETEROTROPHES AEROBIES AU LARGE DES COTES ATLANTIQUES FRANCAISES

par

Armand BIANCHI, Micheline BIANCHI

avec la collaboration à bord de Jean-Claude BERTRAND

Rapport Scientifique et Technique n° 7

DISTRIBUTION DES BACTERIES HETEROTROPHES AEROBIES ENTRE LE DETROIT DE GIBRALTAR ET L'ARCHIPEL DE MADERE

par

Armand BIANCHI, Micheline BIANCHI

Station Marine d'Endoume
13 - Marseille 7

DISTRIBUTION DES BACTERIES HETEROTROPHES AEROBIES AU LARGE DES COTES ATLANTIQUES FRANCAISES

par

Armand BIANCHI, Micheline BIANCHI

avec la collaboration à bord de Jean-Claude BERTRAND

Station Marine d'Endoume 13 - Marseille 7

Rapp. Scient. Techn., CNEXO, n° 6

DISTRIBUTION DES BACTERIES HETEROTROPHES AEROBIES AU LARGE DES COTES ATLANTIQUES FRANCAISES

Armand BIANCHI et Micheline BIANCHI
avec la collaboration à bord de Jean-Claude BERTRAND

STATION MARINE D'ENDOUME 13 MARSEILLE 7

RESUME

Nous avons étudié la distribution des populations bactériennes à 13 stations dans l'océan Atlantique nord. Les échantillons recueillis au moyen d'appareils stérilisables, ont été étudiés à bord. Les numérations ont été effectuées par culture sur membrane sur milieu 2216 E.

Dans la couche euphotique on peut observer aux niveaux 20 et 50 mètres des concentrations bactériennes minimales.

Dans les zones profondes la population bactérienne diminue avec la profondeur mais il n'existe pas de courbe type de cette distribution qui est fonction des conditions locales.

Dans ces mêmes zones la biomasse bactérienne est faible car les masses d'eau à population bactérienne réduite (< 400 germes/litre dans le cas présent), peuvent remonter jusqu'à la couche euphotique.

Malgré l'étude simultanée de 17 paramètres physico-chimiques et biologiques il n'apparaît pas possible d'établir une relation entre la distribution des populations bactériennes et la structure hydrologique de la zone étudiée.

ABSTRACT

DISTRIBUTION OF HETEROTROPHIC AEROBIC BACTERIA IN THE ATLANTIC OCEAN OFF FRENCH COAST

We have investigated the distribution of microbial populations of North Atlantic Ocean at 13 stations. Sea water was collected by steril bacteriological samplers. Bacterial counts have been made on board, by membrane filter culture method on 2216 E medium.

Microbial concentration decrease with depth is very irregular. Universal scheme of bacterial distribution cann't be significant.

In the open sea bacterial biomass is weak because lower microbial concentration water mass (< 400 germs/litre here) can be found all over the water column till the euphotic layer.

In spite of the study of 17 physico-chemical and biological characters it is not possible to settle a relation between bacterial distribution and hydrological characteristics in this ocean area.

INTRODUCTION

Sous l'impulsion de l'école soviétique de bactériologie marine, dirigée par KRISS (1960), s'est développée toute une série de travaux dans lesquels les populations bactériennes sont considérées comme étant significatives de l'origine géographique des masses d'eaux. Ainsi, KRISS et al. (1960) décrivent la migration des masses d'eaux d'origine équatoriale ou subtropicale vers les zones des hautes latitudes par les seules différences de concentration bactérienne qu'elles présentent. De même, DE SILVA (1963) confirme la présence d'upwelling le long des côtes de Ceylan par la distribution des germes hétérotrophes aérobies et l'absence d'oxydase chez les populations bactériennes d'origine profonde. En France, RAUTLIN de la ROY (1968) propose comme sous titre de son étude sur l'écologie bactérienne de l'Océan Atlantique Nord : "La bactériologie : technique d'étude de la dynamique des océans".

A part quelques travaux, dont ceux de DE SILVA (1963), peu de résultats simultanés sur la bactériologie et l'hydrologie d'une même masse d'eau ont été publiés. De ce fait, les descriptions de courants ou de stratification des océans, basées sur des données bactériologiques seules n'ont pu être confirmées.

Nous avons eu la possibilité de participer à la campagne "HYDRATLANTE I" à bord du n/o "Jean Charcot", qui regroupait plusieurs équipes étudiant 17 paramètres tant biologiques que physico-chimiques. Bien que les résultats obtenus par les différentes équipes ne soient pas tous publiés, nous en avons eu connaissance avant de rédiger cet article. Pour notre part, nous avons étudié la répartition des germes hétérotrophes aérobies aux différentes profondeurs à chacune des treize stations de prélèvement que l'on peut situer sur la figure 1.

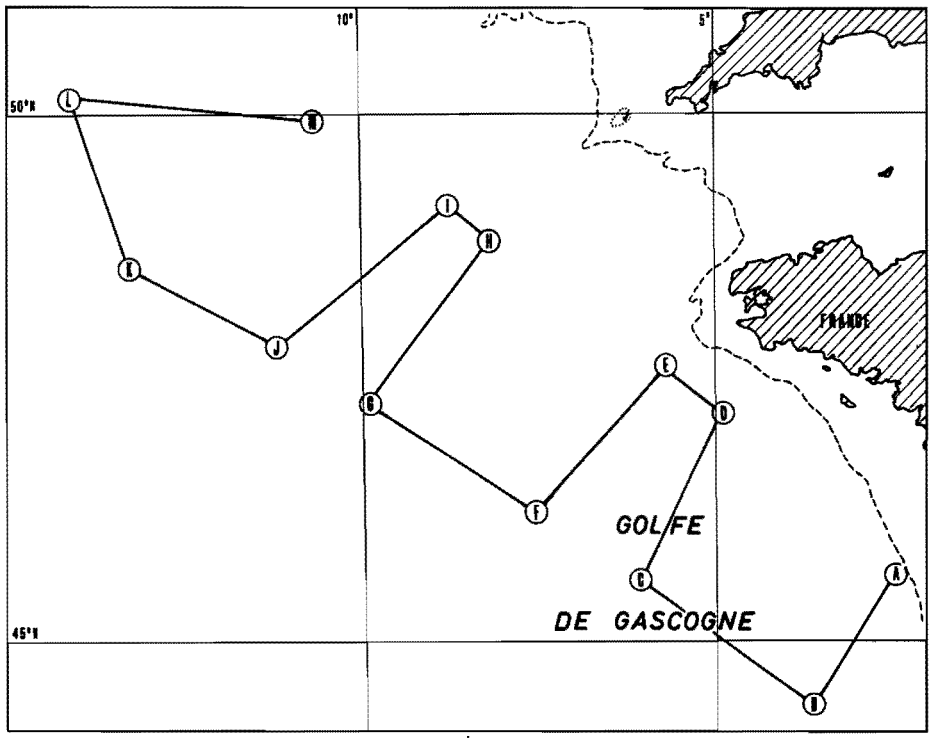

Figure 1 - Emplacement des stations de prélèvement dans l'Océan Atlantique. Campagne Hydratlante I (Biologie) du "Jean Charcot".

MATERIEL ET METHODES

Pour l'étude bactériologique, l'eau est prélevée à la fois dans des bouteilles hydrologiques en chlorure de polyvinyle de 36 litres et dans des poires en caoutchouc stérilisables fixées sur les supports de ces bouteilles, selon le dispositif décrit par BOURDILLON (1972). La comparaison des résultats obtenus (BIANCHI et BIANCHI, 1972 a) confirme la nécessité des prélèvements stériles.

Les ensemencements ont été effectués à bord, immédiatement après la remontée en surface des échantillons. L'eau est filtrée sur membrane millipore 0,45 µ. Afin d'obtenir un nombre acceptable de colonies quelle que soit la concentration bactérienne, nous avons filtré des volumes de 50 et 100 ml en double et de 10 ml en quadruple exemplaires pour chaque prélèvement.

Les membranes sont posées dans des boîtes de Petri de 60 mm de diamètre contenant un tampon de cellulose imbibé du milieu 2216 E d'OPPENHEIMER et ZOBELL (1952) et incubées à 18 - 20°C. Nous avons relevé le nombre de colonies sur chaque membrane après trois, six et vingt jours de culture. Dans le cas de deux stations, nous avons suivi quotidiennement l'apparition des colonies du premier au sixième jour.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer (BIANCHI et BIANCHI, 1972 b) la population bactérienne qui se développe sur de tels milieux de culture ne représente qu'une fraction de la microflore totale des eaux. Toutefois cette méthode est l'une des plus employées en bactériologie marine et les résultats ainsi obtenus sont comparables à ceux décrits par les auteurs travaillant sur d'autres masses d'eau dans des conditions analogues.

RESULTATS

1 - Distribution des bactéries hétérotrophes

a) - Stations du plateau continental

Dans le tableau 1, la concentration bactérienne est exprimée en germes par litre. Cette concentration résulte du nombre de colonies apparues sur quatre membranes. Ces colonies, observées en culture, peuvent provenir du développement d'un amas bactérien ou d'une seule cellule ; nous avons cependant conservé l'appellation de "germes par litre".

Tableau 1 - Nombre de germes par litre aux différentes profondeurs des stations effectuées sur le plateau continental (prélèvements stériles).

Stations	A	D	E	H	I	M
Profondeurs						
5 m	1230	34500	4785	2157	5960	4920
20 m	985	5360	1180	1350	1420	1930
50 m	635	3900		1825	350	3740
75 m	700	8060	6170	5185	1410	3010
100 m	550	5300	6630	9585	2675	11120
Moyenne de la colonne d'eau	820	11000	5200	4000	2100	4500

Seule la station A présente une population bactérienne de 820 germes par litre, valeur nettement inférieure à celle des autres stations dont la concentration bactérienne moyenne est de l'ordre de 5 000 germes par litre. La valeur maximale de 11 400 germes/litre, obtenue à la station D, étant la conséquence d'une très forte concentration bactérienne en surface qui pourrait correspondre à une contamination par le navire.

D'une manière générale, la population bactérienne est de l'ordre de 500.10^6 germes par mètre carré de surface océanique dans le cas de la couche d'eau du plateau continental. Seule la station A présente une valeur nettement inférieure.

b) - Stations profondes

Le tableau 2 présente les concentrations bactériennes aux différents niveaux des stations profondes.

Tableau 2 - Nombre de germes par litre aux différentes profondeurs des stations profondes (prélèvements stériles).

Stations	B	C	F	G	J	K	L
Profondeurs							
5 m	5640	540	285	955	2466	720	1100
20 m	1160	1165	800	310	3970	1305	8550
50 m	3650	220	1195	295	1150	505	2700
100 m	605	265	175	180	3135	1190	21950
200 m	235		585	135	1750	520	5000
500 m	410	160	340	640	700	435	1055
1000 m	2275	405		195	150	3595	760
2000 m	560	4670	70		190	3000	560
3000 m	255	2105	165	125	1015	135	1386
4000 m	170	5800		110	3020	270	51250 *)

*) Valeur très élevée probablement due à une remise en suspension du sédiment par le lest en bout de câble.

Les concentrations bactériennes sont faibles, même dans la couche euphotique où la valeur maximale est souvent observée entre 50 et 100 mètres. La diminution de la population avec la profondeur est plus ou moins régulière. Toutefois, dans le cas des masses d'eau étudiées on ne rencontre que rarement des couches d'eau profonde à très forte concentration bactérienne alternant avec des masses d'eau à microflore réduite.

Par contre, la répartition en fonction des différentes stations paraît plus hétérogène. Cette impression est confirmée par l'examen du tableau 3 qui représente la concentration bactérienne, aux différentes stations, calculées par planimétrie en millions de germes par mètre carré de surface océanique.

Tableau 3 - Population bactérienne aux différentes stations profondes en millions de germes par mètre carré de surface océanique.

Stations	B	C	F	G	J	K	L
Couche d'eau							
0-100 m	225	45	72	34	241	84	871
100-4000 m	2900	9950	556	730	3600	5400	28100
0-4000 m	3125	10000	628	764	3841	5484	28971

Les populations bactériennes de la couche de surface du large sont nettement inférieures à celles observées au-dessus du plateau continental. En particulier, les stations G, C, F et K ont une population bactérienne inférieure à 100×10^6 germes/m^2.

Si l'on considère l'ensemble de la colonne d'eau, on peut répartir les stations en trois groupes. Les stations F et G, qui ont une population bactérienne inférieure à 10^9 germes par mètre carré de surface océanique, soit une concentration bactérienne moyenne de l'ordre de 150 à 200 germes/litre. Les stations B, J et K qui ont une concentration bactérienne moyenne de l'ordre de 1 000 germes/litre, la population étant comprise entre 3 et 5×10^9 germes/m^2. Enfin, la station L qui représente la biomasse bactérienne la plus élevée avec près de 30×10^9 germes/m^2.

Le calcul de la biomasse bactérienne, effectué pour l'ensemble d'une colonne d'eau de 4 000 mètres de profondeur, fait donc apparaître des variations de grande amplitude (de 1 à 50) de cette biomasse.

DISCUSSION ET CONCLUSION

1 - Distribution sur le plateau continental

Dans la région océanique étudiée il apparaît très fréquemment, aux deux niveaux de prélèvements situés à 20 et 50 mètres de profondeur, une population bactérienne minimale. A ces deux niveaux, la population bactérienne est en moyenne de 2 000 germes/litre alors qu'elle atteint 9 000 germes/litre dans les eaux superficielles et 4 000 ou 6 000 germes/litre dans les masses d'eaux prélevées à 75 et 100 mètres de profondeur. Cependant, l'absence de niveau de prélèvement entre 20 et 50 mètres ne permet pas de décrire une "zone" à concentration bactérienne minimale, bien que la présence d'un minimum au sein de la couche euphotique, à des profondeurs variables selon les lieux de prélèvements, corresponde à une distribution classique des populations bactériennes.

La comparaison de la représentation graphique de cette distribution (figure 2) avec celles des paramètres hydrologiques classiques (salinité, densité, oxygène dissous) ou des sels nutritifs (phosphates, silicates, nitrites, nitrates) réalisées par COSTE (1970) ne permet pas de trouver une relation entre la distribution des populations bactériennes et l'un de ces caractères physico-chimiques. On peut simplement remarquer que les niveaux à concentration bactérienne minimale (20 et 50 mètres) sont situés au-dessus de la thermocline qui, selon COSTE (1970), "joue le rôle d'une véritable barrière à la diffusion verticale des sels nutritifs à partir

des couches sous-jacentes plus riches. La zone se trouvant au-dessus est extrêmement appauvrie en matériel nutritif".

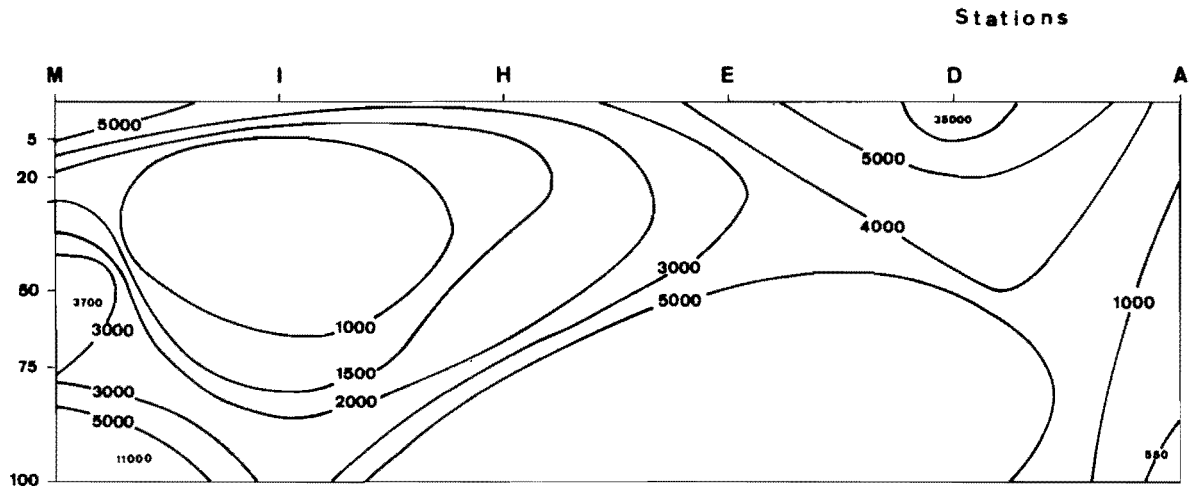

Figure 2 - Essai de distribution spatiale des populations bactériennes au moyen de lignes isobactériales (germes/litre) au-dessus du plateau continental.

2 - Stations profondes

Grâce aux résultats acquis au cours de cette mission par une équipe du Bureau d'Etudes Océanographiques de la Marine Nationale, l'étude de la distribution des populations bactériennes peut être comparée à la structure hydrologique de cette région. Selon SVERDRUP et al. (1942) et COSTE (1970), dans la zone étudiée on trouve plusieurs couches d'eau différentes. L'eau centrale Nord Atlantique ne dépasse pas la profondeur de 800 mètres. Aux environs de 1 000 m on peut situer des eaux d'origine méditerranéenne et au-delà l'eau profonde et l'eau du fond, très homogène sur une épaisseur pouvant atteindre 2 500 m.

La figure 3 présente les variations de concentration bactérienne à ces stations. L'isoligne des 400 germes/litre, qui apparaît comme la limite supérieure des masses d'eau à faible concentration bactérienne, est proche du niveau 1 000 m aux stations J, K et L, mais remonte jusqu'à 100 et même 50 mètres de la surface aux stations C, F et G. Dans ce cas la limite correspond approximativement au niveau de la thermocline. A l'inverse de ce qui était observé sur le plateau continental les populations bactériennes minimales sont, ici, situées au-dessous de la thermocline, dans la zone riche en éléments minéraux.

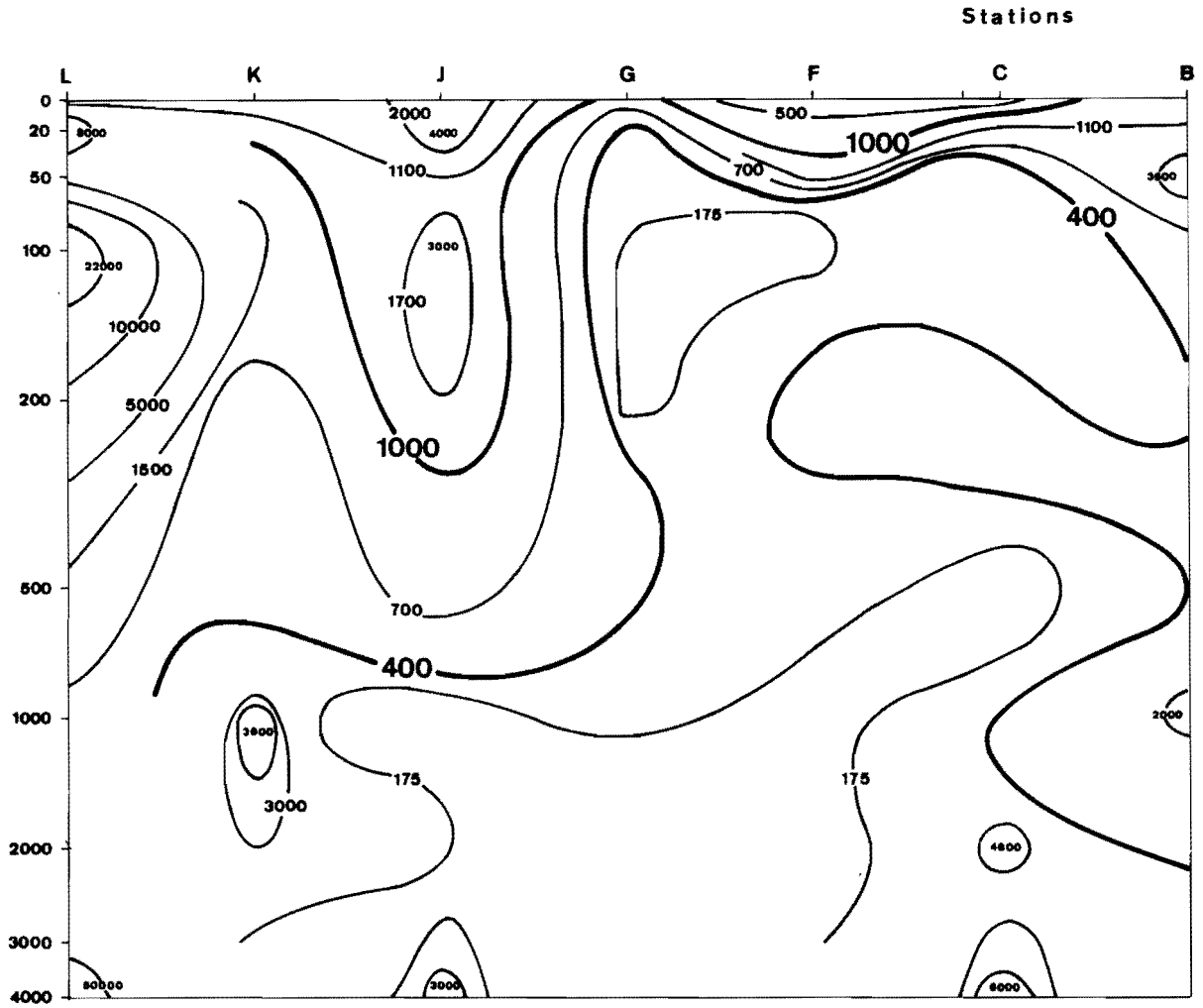

Figure 3 - Essai de distribution spatiale des populations bactériennes au moyen de lignes isobactériales (germes/litre) au niveau des stations profondes.

On ne peut donc pas généraliser le rôle de la thermocline, pas plus que celui de la concentration en sels nutritifs, sur la distribution des populations bactériennes. D'ailleurs, si KRISS (1960) cite de nombreuses observations montrant un accroîssement de la population bactérienne à la limite supérieure de la thermocline en mer Caspienne, LEBEDEVA et al. (1963), travaillant dans le bassin méditerranéen, notent l'absence de la relation entre la concentration bactérienne et la température ou la salinité. Par contre, ces auteurs observent une analogie entre la distribution des bactéries hétérotrophes et la concentration des matières organiques. Lors de la mission HYDRATLANTE I l'étude de la distribution du carbone organique a été effectuée par SZEKIELDA (1968) ; les résultats obtenus ne permettent pas de trouver une telle relation.

De même il ne nous a pas été possible de déterminer une relation constante avec l'un des 17 paramètres étudiés lors de cette mission (salinité, température, oxygène dissous, nitrate, phosphate, silicate, nitrite, carbone organique, acides aminés dissous, protéines particulaires, glucides particulaires, caroténoïdes végétaux, chlorophylle a, diatomées, microplancton, zooplancton, pH). Cependant aux lentilles de concentrations bactériennes élevées aberrantes aux niveaux 1 000

et 2 000 m de la station K et 3 000 et 4 000 m de la station J correspondent les mêmes aberrations des nitrates et silicates (COSTE, 1970).

La répartition des germes ne paraît donc pas liée à celle des différentes masses d'eau telles qu'elles sont définies par les critères hydrologiques. Ceci semble normal ; en effet, les facteurs tant biologiques que physico-chimiques, régissant l'importance de la population bactérienne sont multiples. Plusieurs de ces facteurs, actifs sur le taux de croissance des populations bactériennes, n'interviennent pas dans l'étude des caractères hydrologiques habituels. L'évolution d'un seul de ces facteurs peut inhiber, ou favoriser, localement la prolifération bactérienne, parfois en fonction de la nature spécifique des constituants de la microflore.

Dans de telles conditions et étant donné la précision et la rigueur des mesures hydrologiques, qui ne peuvent être comparées à l'incertitude des numérations bactériennes par culture, il paraît difficile de considérer les résultats fournis par la simple distribution quantitative des populations bactériennes comme un indicateur des phénomènes hydrologiques, et ce, de manière plus sensible que les mesures physico-chimiques classiques.

REFERENCES

BIANCHI A., BIANCHI M.
Les techniques de prélèvement des échantillons d'eau de mer destinés à une étude bactériologique.
Téthys, 3 (4) : 1972 a, (sous presse).

BIANCHI A., BIANCHI M.
La numération des populations bactériennes du milieu marin.
Téthys, 3 (4) : 1972 b, (sous presse).

BOURDILLON A.
Une bouteille de prélèvement d'eau pour l'étude simultanée de multiples paramètres
Téthys : 1972, (sous presse).

COSTE B.
Résultats de la mission Hydratlante I du Jean Charcot. Sels nutritifs.
Téthys, 2 (1) : 1970, pp. 3-18.

DE SILVA N.N.
Marine bacteria as indicators of upwelling in the sea.
Bull. Fish. Res. Stn., Ceylan, 16 (2) : 1963, pp. 1-10.

KRISS A.E.
Micro-organisms as indicators of hydrological phenomena in seas and oceans
I Methods. Deep-Sea Res., 6 (2) : 1960, pp. 88-94.

KRISS A.E., LEBEDEVA M.N., MITZKEVICH I.N.
Micro-organisms as indicators of hydrological phenomena in seas and oceans -
II Investigation of the Deep circulation of the Indian Ocean using microbiological methods.
Deep-Sea Res., 6 (3) : 1960, pp. 173-183.

LEBEDEVA M.N., ANITCHENKO E.J., GORBENKO J.A.
Distribution of heterotrophic bacteria in some seas of the Mediterranean basin.
In : Symposium on marine microbiology, Ed. by C. H. OPPENHEIMER. Sprinfield :
C. Thomas : 1963, pp. 549-557.

OPPENHEIMER C.H., ZOBELL C.E.
The growth and viability of sixty three species of marine bacteria as influenced by hydrostatic pressure.
J. mar. Res., 11 : 1952, pp.10-18.

RAUTLIN DE LA ROY Y.
Contribution à l'écologie bactérienne de l'Océan Atlantique Nord. (La bactériologie: technique d'étude de la dynamique des océans). Thèse pour le Doctorat es Sciences Naturelles, Faculté des Sciences de Poitiers, A. O. 1303 : 1968,pp. 138, appendice non paginé.

SVERDRUP H.U., JOHNSON M.W., FLEMING R.H.
The Oceans. Prentice Hall, New York : 1942, pp. 1087.

SZEKIELDA K.H.
Le carbone particulaire dans les masses d'eau profondes.
Marine Biol., 2 (1) : 1968, pp. 71-72.

DISTRIBUTION DES BACTERIES HETEROTROPHES AEROBIES ENTRE LE DETROIT DE GIBRALTAR ET L'ARCHIPEL DE MADERE

par

Armand BIANCHI, Micheline BIANCHI

Station Marine d'Endoume 13 - Marseille 7

Rapp. Scient. Techn., CNEXO n° 7

DISTRIBUTION DES BACTERIES HETEROTROPHES AEROBIES ENTRE LE DETROIT DE GIBRALTAR ET L'ARCHIPEL DE MADERE

Armand BIANCHI et Micheline BIANCHI

STATION MARINE D'ENDOUME 13 MARSEILLE 7

RESUME

L'étude de la distribution des populations bactériennes entre le détroit de Gibraltar et l'Archipel de Madère montre que la concentration en bactéries hétérotrophes aérobies cultivant sur milieu peptoné ne diminue pas avec la profondeur d'une manière régulière et que les variations observées ne sont pas en rapport avec la distribution des masses d'eau définies par les critères classiques.

En particulier, la présence des eaux méditerranéennes, facilement décelables par les méthodes physico-chimiques, n'amène pas de modification évidente de la population bactérienne étudiée.

ABSTRACT

DISTRIBUTION OF HETEROTROPHIC AEROBIC BACTERIA BETWEEN GIBRALTAR STRAIT AND MADEIRA

During the Hydratlante II cruise of n/o "Jean Charcot" the mediterranean sea-water way out in Atlantic Ocean has been inquired.

Sea water has been collected at 12 stations with a special sterile bacteriological sampler. The bacterial counts have been made aboard the Jean Charcot by culturing on membrane filters.

Hydrological characteristics (temperature and salinity) give a good picture of the mediterranean sea water mass, but the distribution of bacterial population shows that microorganisms cannot be used as hydrological phenomena indicators in this study.

INTRODUCTION

Certains auteurs pensent pouvoir utiliser les microorganismes comme indicateurs des phénomènes hydrologiques dans les océans (KRISS, 1960 ; De RAUTLIN DE LA ROY, 1968). Pour ces auteurs l'étude de la distribution des bactéries hétérotrophes peut permettre de détecter des différences, même très légères, dans la stratification des masses d'eau, la méthode bactériologique leur apparaissant plus sensible que la méthode physico-chimique. Malheureusement, ces conclusions ont généralement été obtenues au cours de missions ne comportant pas d'études hydrologiques classiques ; ainsi les phénomènes hydrologiques prétendument mis en évidence au moyen des numérations bactériennes ne peuvent faire l'objet de recoupements au moyen d'une étude physico-chimique conventionnelle des masses d'eau.

Dans un précédent travail, BIANCHI et BIANCHI (1972 a), qui s'insérait dans le cadre d'une campagne multidisciplinaire du n/o "JEAN CHARCOT", nous n'avons pu trouver de relations entre les indications fournies par les numérations bactériennes et les données hydrologiques classiques.

Nous avons tenté une deuxième série d'expériences analogues au cours de la mission Hydratlante II du n/o "JEAN CHARCOT", réalisée selon le même principe multidisciplinaire, le Bureau d'Etudes Océanographiques analysant les paramètres hydrologiques classiques et des équipes de la Station Marine d'Endoume étudiant des paramètres biochimiques et bactériologiques sur les mêmes échantillons.

Dans la région étudiée, située au large du détroit de Gibraltar (figure 1), la sortie des eaux méditerranéennes au sein des eaux atlantiques est facilement décelable. De ce fait, nous pensions que cette région était particulièrement favorable à l'étude de l'efficience des données bactériologiques en tant qu'indicateurs des phénomènes hydrologiques.

MATERIEL ET METHODES

Les prélèvements ont été effectués au moyen d'un collecteur stérile (ZOBELL, 1941), à 14 stations (figure 1), aux niveaux hydrologiques classiques, soit : 10, 20, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 4800 mètres.

La numération a été réalisée selon la méthode des cultures sur membrane filtrante en milieu peptoné. Nous avons choisi le milieu de culture 2216 E d'OPPENHEIMER et ZOBELL (1952), qui fournit généralement les meilleurs résultats, comparables à ceux obtenus par la même méthode de culture sur les autres milieux peptonés. On ne peut toutefois considérer que les populations bactériennes ainsi mises en évidence correspondent à la totalité de la microflore présente in situ (BIANCHI et BIANCHI, 1972 b).

Les ensemencements ont été effectués à bord, immédiatement après le prélèvement. Les volumes filtrés sont de : 4 fois 20 ml, 4 fois 50 ml et 1 fois 100 ml, de manière à obtenir des cultures significatives quelle que soit la concentration bactérienne de l'échantillon. Nous obtenons ainsi, pour chaque profondeur à chaque station, 9 résultats. La concentration bactérienne est définie par la valeur

moyenne des cultures présentant un nombre de colonies par membrane compris entre 30 et 70, lorsque cela est possible.

RESULTATS

Les graphiques de la figure 1 représentent la distribution quantitative des germes en fonction de la position géographique des stations et de la profondeur considérée. C'est la figure 1b qui, selon la définition hydrologique des masses d'eau, correspond à la présence des eaux méditerranéennes. La distribution des populations bactériennes n'en semble nullement affectée.

A partir des résultats des numérations bactériennes, nous avons pu tracer le profil des concentrations bactériennes en fonction de la profondeur à chaque station considérée (figure 2). Sur ces courbes nous avons indiqué la présence des eaux méditerranéennes en gris ; ces eaux sont essentiellement individualisées, du point de vue hydrologique, par une salinité supérieure à 35,70 ‰.

Un essai de représentation spatiale de la distribution des populations bactériennes a été réalisé (figure 3). Les deux graphiques 3a et 3b sont des coupes Nord-Sud, respectivement à 11° W et à 13° W. Les eaux méditerranéennes auraient dû se présenter sous forme d'une lentille vers 1000 - 1200 m de profondeur.

Les deux graphiques 3c et 3d représentent des coupes Est-Ouest selon le 34° N et 36° N, les eaux méditerranéennes devraient apparaître comme une langue Est-Ouest à 1000 - 1200 m.

On peut constater que, dans les deux cas, la distribution quantitative des populations bactériennes ne traduit en aucune façon la présence des eaux méditerranéennes.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Si on compare la distribution des populations bactériennes observées dans cette région de l'Atlantique Nord-Est à celle décrite dans un précédent travail (BIANCHI et BIANCHI, 1972a) l'on constate un même type de répartition. Ainsi, on observe une diminution de la concentration bactérienne avec la profondeur, diminution dont l'irrégularité (figure 2) confirme l'absence de courbe "type" dans la distribution de la population bactérienne des eaux océaniques.

La limite du nombre de germes caractérisant une population bactérienne réduite semble bien être comprise entre 600 et 800 germes par litre (figure 3). Si ces faibles concentrations bactériennes se situent, habituellement, à des profondeurs supérieures à 1 000 mètres, on peut, à certaines stations, les rencontrer à partir de la couche euphotique (figures 3b et 3d), phénomène que nous avions déjà signalé dans le travail portant sur la campagne "Hydratlante I". Nous sommes alors en présence de stations de prélèvement dont la concentration bactérienne est réduite sur toute la colonne d'eau. Il est particulièrement intéressant de noter que de telles stations ne sont pas distribuées au hasard, mais procèdent d'une orientation Nord-Sud (figure 1) et ce, dans l'alignement des mêmes types de stations observées dans

la zone plus septentrionale du précédent travail.

Cette distribution semble indiquer la présence d'un "couloir" à population bactérienne réduite entre 10° W et 15° W.

Dans l'hypothèse où les résultats des numérations bactériennes traduisent la structure hydrologique de la zone océanique étudiée on pourrait décrire ce "couloir" comme une masse d'eau individualisée. Des courants Nord-Sud et Sud-Nord sont décrits dans cette région (LE GALL et L'HERROUX, 1971 ; FRASER, 1961). Ces courants sont situés à des niveaux déterminés, ils ne concernent pas la totalité de la couche d'eau, comme les résultats bactériologiques sembleraient le montrer (figure 1). De plus, les résultats obtenus par le Bureau d'Etudes Océanographiques, au cours de cette mission, ne permettent pas de retrouver, par les paramètres physico-chimiques classiques, une telle structuration des masses d'eau.

Par contre, la sortie des eaux méditerranéennes, parfaitement mise en évidence par les mesures de température et de salinité, entre 600 et 1 500 mètres dans cette région, n'apparaît en aucune façon sur les figures 3c et 3d, lorsque cette présence est recherchée par la distribution des populations bactériennes.

Il semble qu'il y ait plusieurs causes, indépendantes ou liées, à la discordance entre les résultats bactériologiques et hydrologiques.

Tout d'abord, il faudrait s'assurer de l'individualité des populations bactériennes des eaux atlantiques par rapport à celles des eaux méditerranéennes au niveau du seuil de Gibraltar. En effet, pour cette région, les données bibliographiques sont pratiquement nulles. Les relevés bactériologiques effectués en Méditerranée ne concernent pas cette zone (LEBEDEVA et al. 1963 ; MELCHIORRI-SANTOLINI, 1966, en mer Ligure ; CASTELLVI, 1967 ; CVIIĆ, 1955 en Adriatique ; et nous-mêmes au niveau de la Bouée Laboratoire du CNEXO).

D'autre part, l'utilisation d'un milieu de culture peptoné ne permet la croissance que d'une fraction de la population bactérienne présente in situ. Il n'existe pas de milieu de culture universel permettant le développement de tous les types bactériens constituant la population microbienne d'une masse d'eau. L'emploi d'autres milieux de culture, ou d'autres méthodes de numération (comptage direct par exemple) pourrait amener la description de populations ayant des distributions totalement différentes.

Les masses d'eau sont définies par des critères hydrologiques très stables dans leur ensemble, une variation, même minime, de ces caractéristiques permettant de mettre en évidence deux masses d'eau différentes. L'amplitude de ces variations, de l'ordre de 2 ‰ pour les salinités et de 2-3°C pour les températures, est bien trop faible pour amener une sélection des germes bactériens qui ont des possibilités d'adaptation souvent beaucoup plus larges.

Enfin, dans une masse d'eau définie par les paramètres hydrologiques, les conditions écologiques (matières organiques, facteurs de croissance, spécificité des germes) auxquelles les bactéries sont sensibles, ne sont pas homogènes, ce qui ne permet pas d'attribuer une origine différente à ces "microzones". De ce fait, on ne peut relier la microzonation des populations bactériennes aux phénomènes hydrologiques.

Remerciements : Nous remercions le Bureau d'Etudes Océanographiques de la Marine Nationale qui nous a communiqué les résultats hydrologiques recueillis au cours de cette mission.

REFERENCES

BIANCHI A., BIANCHI M.
Distribution des bactéries hétérotrophes aérobies au large des côtes atlantiques françaises.
Rapp. Scient. Techn., CNEXO, 6 : 1972, pp. 1-10.

BIANCHI A., BIANCHI M.
La numération des populations bactériennes du milieu marin
Téthys, 3 (4) : 1972 b, sous presse.

CASTELLVI J.
Ciclo de las bacterias planctonicas marinas en la costa catalana.
Inv. Pesq., 31 (3) : 1967, pp. 611-620.

CVIIC V.
Distribution of bacteria in the waters of the Mid Adriatic Sea.
Izvjesca - Reports, Inst. Oceanogr. Rib. Split, 4 : 1955, pp. 3-44.

FRASER J.H.
The oceanic and bathypelagic plankton of the North-East Atlantic.
Mar. Res. Scot., 4 : 1961, pp. 48.

KRISS A.E.
Micro-organisms as indicators of hydrological phenomena in seas and oceans-I Methods
Deep-Sea Res., 6 : 1960, pp. 88-94.

KRISS A.E.
Marine Microbiology (Deep Sea)
(Translated by J.M. SHEWANN and Z. KABATA), Oliver and Boyd, London : 1963, pp. 536.

LEBEDEVA M.N., ANITCHENKO E.J., GORBENKO J.A.
Distribution of heterotrophic bacteria in some seas of the Mediterranean basin.
In : Symposium on marine microbiology, edited by C.H. OPPENHEIMER, C. THOMAS, Springfield : 1963, pp. 549-557.

LE GALL J.Y., L'HERROUX M.
Les eaux méditerranéennes en Atlantique Nord-Est et la migration estivale des jeunes germons (Thunnus alalunga) correlations apparentes.
Rapp. Scient. Techn., CNEXO, 2 : 1971, pp. 1-25.

MELCHIORRI-SANTOLINI U.
Pelagic heterotrophic bacteria in the Ligurian sea and lago Maggiore.
Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 20 : 1966, pp. 261-287

OPPENHEIMER C.H., ZOBELL C.E.
The growth and viability of sixty three species of marine bacteria as influenced by hydrostatic pressure.
J. Mar. Res., 11 : 1952, pp. 10-18.

RAUTLIN DE LA ROY Y.
Contribution à l'écologie bactérienne de l'Océan Atlantique Nord. (La bactériologie: technique d'étude de la dynamique des océans). Thèse pour le Doctorat es Sciences Naturelles, Faculté des Sciences de Poitiers, A.O. 1303 : 1968, pp. 138, Appendice non paginé.

ZOBELL C.E.
Apparatus for collecting water samples from different depths for bacteriological analysis.
J. Mar. Res., 4 : 1941, pp. 173-188.

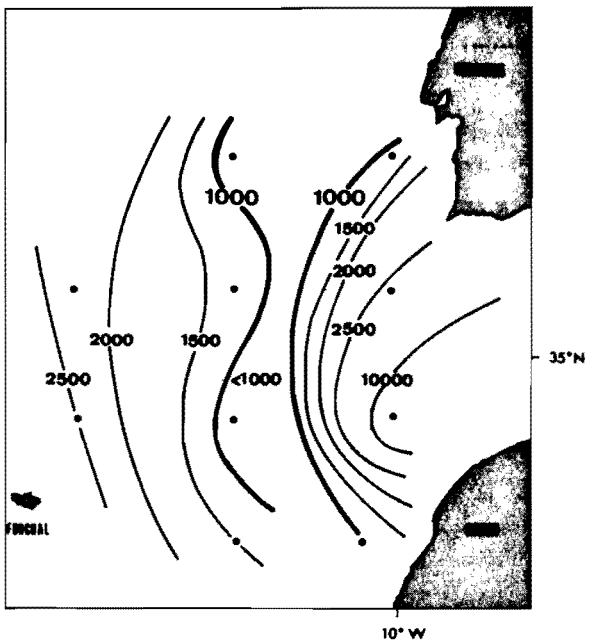

Fig.1a De 10 à 600m

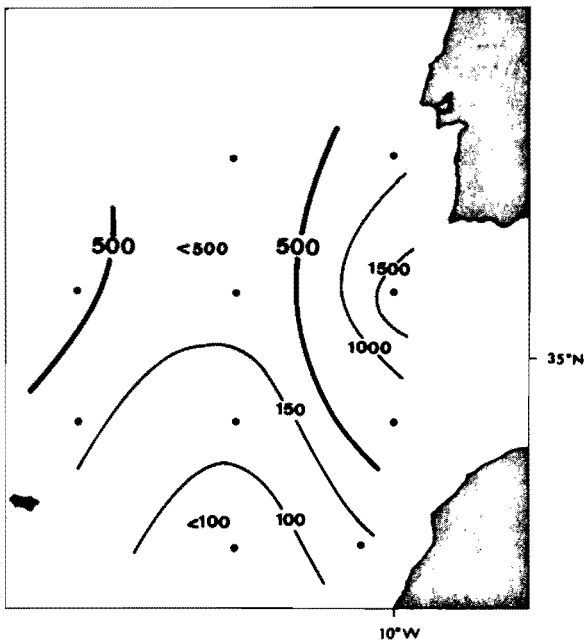

Fig.1b De 600 à 1200m
Eaux méditerranéennes

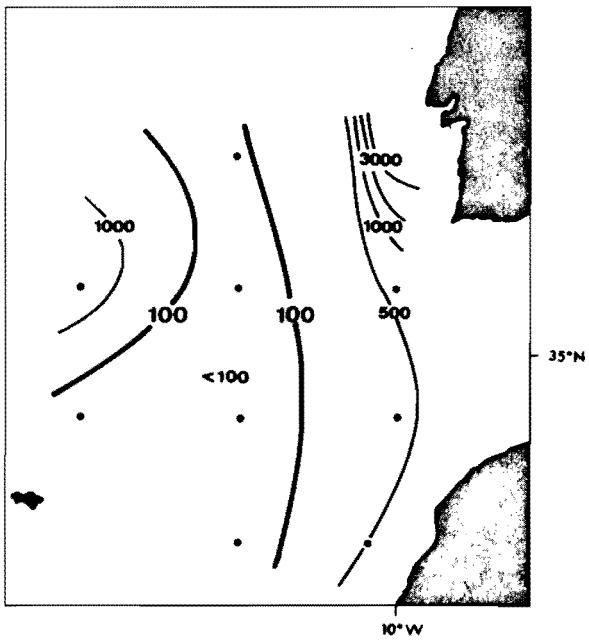

Fig.1c De 1200m au fond

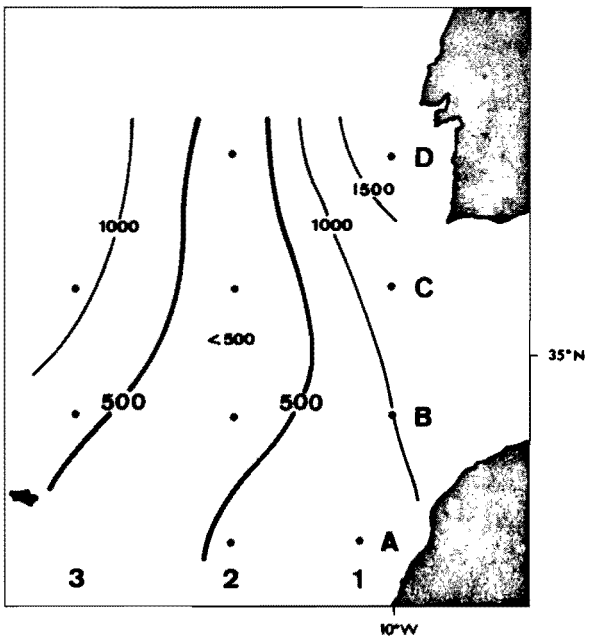

Fig.1d De 10m au fond

Figure 1 - Concentrations bactériennes moyennes (germes/litre) des principales couches d'eau dans l'Océan Atlantique face au détroit de Gibraltar.

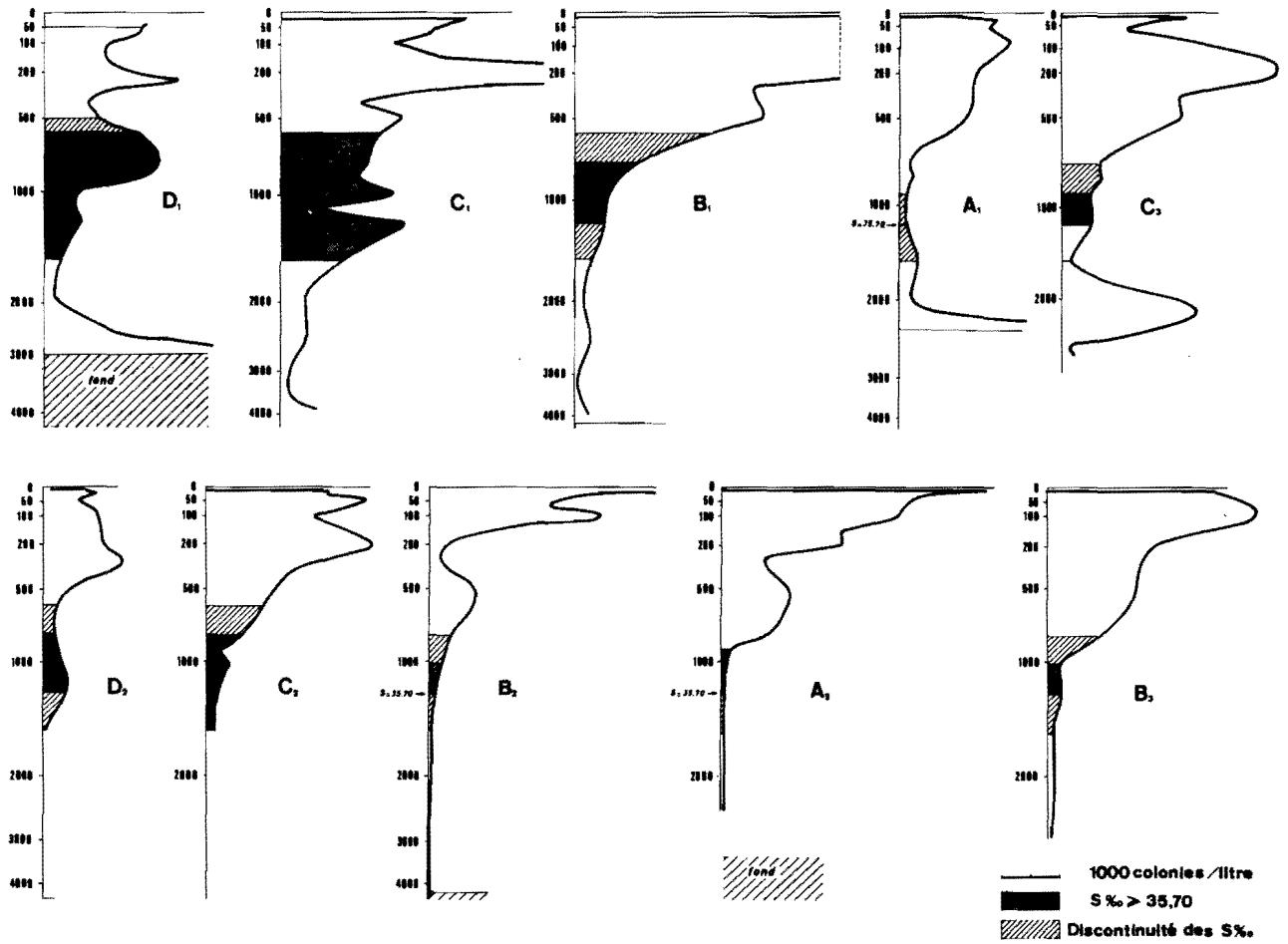

Figure 2 - Distribution verticale des populations bactériennes (colonies/litre) à chaque station.
Les niveaux caractérisés par la présence des eaux méditerranéennes apparaissent en gris.

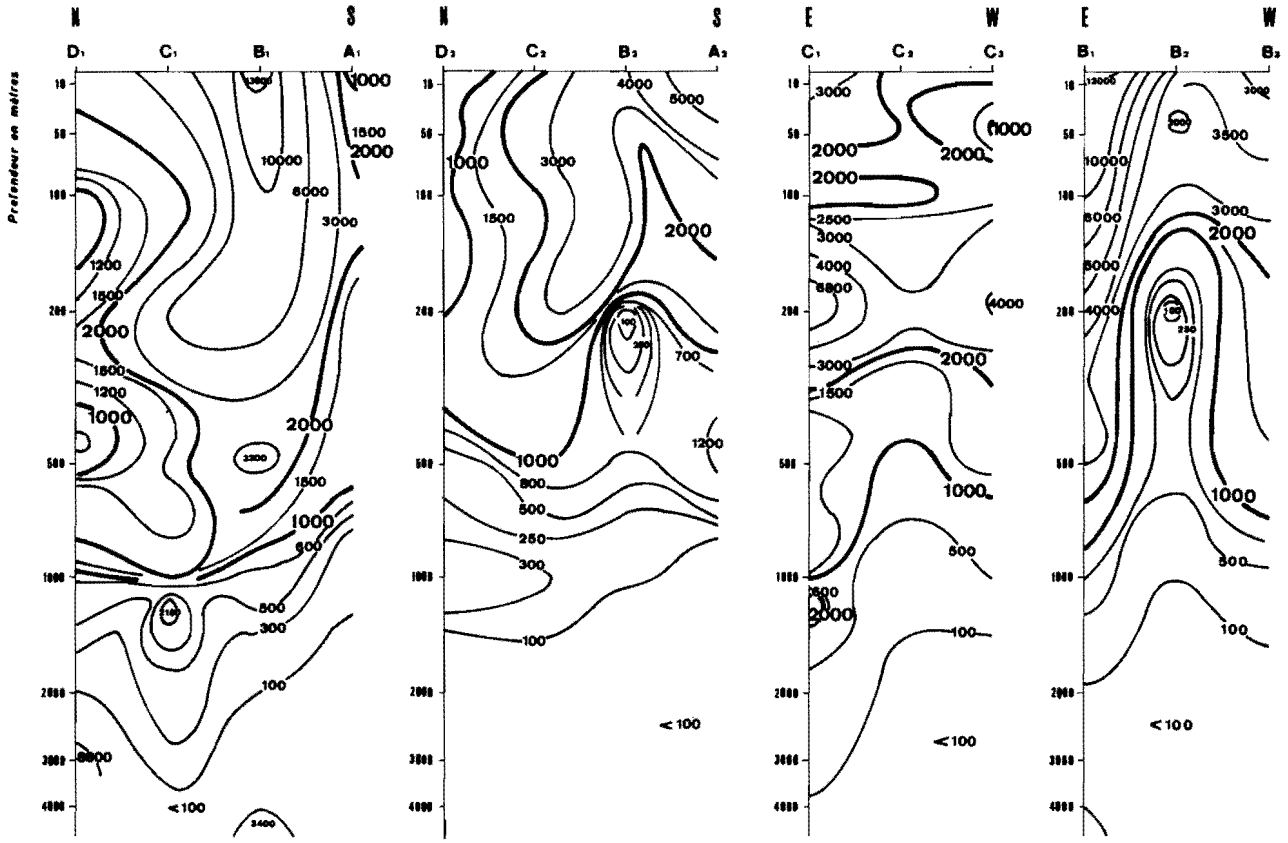

Fig.3 a
Coupe N-S 10°W

Fig.3 b
Coupe N-S 13°W

Fig.3 c
Coupe E-W 36°N

Fig.3 d
Coupe E-W 34°N

Figure 3 - Essai de distribution spatiale des populations bactériennes au moyen de lignes isobactériales (germes/litre).