

# QUELQUES DONNÉES CONCERNANT LE NOMBRE DES BACTÉRIES ET LA BIOMASSE BACTÉRIENNE DANS L'EAU DE LA PLATE-FORME CONTINENTALE DE LA MER NOIRE AU NIVEAU DE LA VILLE DE CONSTANTZA

par Mircea ZARMA

Ayant en vue, d'une part, l'importance de ce genre de recherches (KRISSE, 6) et tenant compte du fait que cet aspect n'a pas encore été étudié dans la partie sud-ouest de la Mer Noire, qui inclut aussi les eaux territoriales roumaines, nous nous sommes proposé de l'aborder; les résultats obtenus forment l'objet de la présente note.

## *Historique.*

ISACENKO (2) a trouvé un nombre de 247 millions de bactéries pour 1 g de vase marine de la Mer Noire; KRISSE et coll. (13) récemment, indiquent le chiffre maximum de 3 315 millions de bactéries pour 1 g de vase. KRISSE et ses élèves (9, 10, 11, 12, 15) étudient, par la suite, la répartition numérique des bactéries dans la Mer Noire sur un total de 40 stations. De pareilles déterminations ont également été effectuées par ALFIMOV (1) et PLECIAS (16).

## *Méthode.*

Les échantillons utilisés ont été prélevés, au mois d'août, sur 7 stations, ainsi qu'il résulte des données du tableau 1.

N° station	1	2	3	4	5	6	7
Date des prélèvements	10.VII. 1959	29.VII. 1959	29.VII. 1959	30.VII. 1959	30.VII. 1959	30.VII. 1959	31.VII. 1959
Coordonnées des stations	Constantza	44°10'	44°10'	44°10'	44°10'	44°10'	44°10'
	Côte	28°47'	29°08'	29°21'	29°49'	30°18'	30°47'
Profondeur jusqu'au fond (en m)	1	29	45	54	62	90	200
Distance de la côte (en milles)	0	4,5	20	27	49	68	90

TABL. 1 — Données sur les stations au niveau desquelles on a prélevé des échantillons d'eau.

Immédiatement après leur prélèvement, les échantillons ont été additionnés de formol filtré à 3‰, en vue de la fixation (18). Le dénombrement des bactéries a été effectué par numération directe à l'aide des membranes filtrantes n° 3 fabriquées en URSS à Mitisci. Afin de réduire le plus possible le facteur d'erreur, nous avons filtré des quantités d'eau relativement élevées

(40 cm<sup>3</sup>). La surface filtrante était de 78,50 mm<sup>2</sup> (diamètre = 10 mm). Après coloration, lavage, séchage et inclusion des membranes (18) dans du baume de Canada, entre lame et lamelle, nous avons dénombré les bactéries contenues sur 20 surfaces du champ microscopique, encadré d'un réseau micrométrique (21).

La numération a été exécutée avec agrandissement de 1 350 × (oc. 15, ob. 90). Le côté du réseau oculaire entier équivalait — dans les conditions données — à 78 μ (respectivement 0,078 mm) et la surface entière du champ délimité par le réseau (1<sup>2</sup>) à 0,006.084 mm<sup>2</sup>. Par conséquent, la superficie de 20 champs microscopiques délimités par le réseau sur lequel nous avons effectué la numération correspondait à 0,121.680 mm<sup>2</sup>.

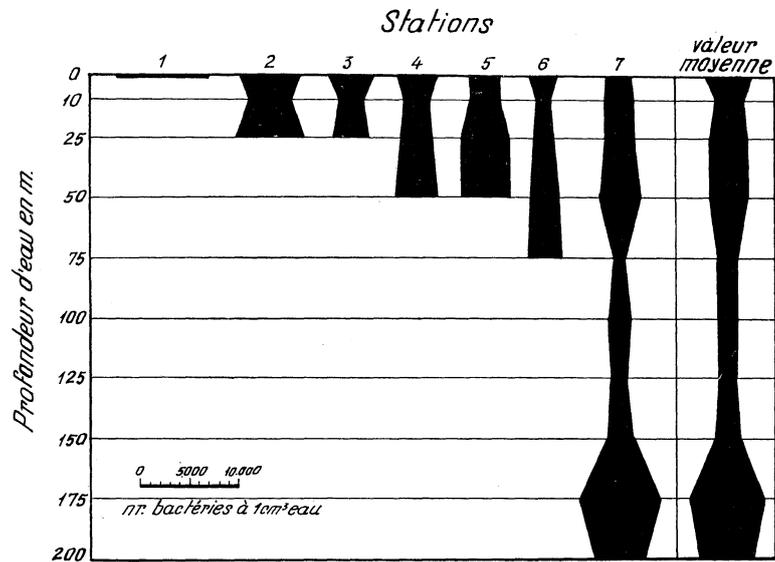


FIG. 1. — Distribution numérique des microorganismes dans l'eau de la Mer Noire à l'est de la ville de Constantza, en fonction de la profondeur et de la distance de la côte.

En vue de calculer le nombre des bactéries pour 1 cm<sup>3</sup> d'eau à différents horizons (tableau que traduit la figure 1 présentée), nous avons utilisé la relation suivante :

$$A = \frac{n \frac{78,50}{0,121\ 680}}{40} \quad (1) \quad \text{qui se réduit à l'expression } A = 16,2\ n \quad (2)$$

où : A = bactéries pour 1 cm<sup>3</sup> d'eau; n = total bactéries dénombrées sur 20 champs microscopiques délimités par le réseau oculaire.

La quantité de formol ajoutée aux échantillons en vue de la fixation étant négligeable, nous ne l'avons pas introduite dans le calcul sous forme de coefficient de correction.

Le nombre des bactéries pour 1 m<sup>3</sup> d'eau dans des couches délimitées par différents horizons (tabl. 2) a été calculé selon la formule :

$$B = (m + n) / 2 \cdot 10^6 \quad (3)$$

où : B = nombre de bactéries pour 1 m<sup>3</sup> d'eau; m = nombre de bactéries pour 1 cm<sup>3</sup> d'eau prélevée de l'horizon qui délimite en haut la couche respective d'eau; n = nombre de bactéries pour 1 cm<sup>3</sup> d'eau prélevée de l'horizon qui délimite en profondeur la couche d'eau respective (fig. 1).

Le nombre de bactéries pour 1 m<sup>3</sup> d'eau dans des couches de diverses hauteurs allant de la surface vers le fond (tabl. 3) a été calculé d'après la formule :

$$C = B_1 h_1 + B_2 h_2 + B_3 h_3 + \dots / h_1 + h_2 + h_3 + \dots \quad (4)$$

où : C = nombre de bactéries pour 1 m<sup>3</sup> d'eau; B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>,... = nombre de bactéries pour 1 m<sup>3</sup>

Profondeur (en m)	Station n°							Moyenne
	1	2	3	4	5	6	7	
0- 10	9 704	5 281	3 564	3 175,0	3 118,5	1 895,5	2 867,50	4 229,357
10- 25		5 751	2 908	2 745,5	3 807,0	1 506,5	3 045,50	3 293,916
25- 50				3 653,0	4 536,0	1 944,0	3 661,00	3 448,500
50- 75						2 495,0	2 624,00	2 553,500
75-100							1 474,00	1 474,000
100-125							1 782,00	1 782,000
125-150							1 879,00	1 879,000
150-175							5 038,00	5 038,000
175-200							6 676,00	6 676,000
100-200							3 843,75	3 843,750

TABL. 2. — Nombre de bactéries en millions pour 1 m<sup>3</sup> d'eau dans les couches délimitées par différents horizons.

dans différentes couches d'eau indiqué dans le tableau 2 et obtenu à l'aide de la formule 3; h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub>, h<sub>3</sub> = les hauteurs en m des couches respectives d'eau.

Profondeur (en m)	Station n°							Moyenne
	1	2	3	4	5	6	7	
0- 10	9 704	5 281	3 564,0	3 175,00	3 118,5	1 895,50	2 867,500	4 229,3530
0- 25		5 563	3 170,4	2 917,30	3 531,6	1 662,10	2 974,300	3 303,1160
0- 50				3 285,15	4 033,8	1 803,05	3 317,650	3 109,9125
0- 75						2 033,70	3 086,433	2 560,0665
0-100							2 683,325	2 683,3250
0-125							2 503,060	2 503,0600
0-150							2 399,050	2 399,0500
0-175							2 776,614	2 776,6140
0-200							3 263,537	3 263,5370
100-200							3 843 750	3 843,7500

TABL. 3. — Nombre de bactéries en millions pour 1 m<sup>3</sup> d'eau dans des couches à diverses hauteurs allant de la surface vers le fond.

La biomasse bactérienne en milligrammes pour 1 m<sup>3</sup> d'eau dans des couches délimitées par différents horizons (tabl. 4) ont été obtenus à l'aide de la formule :

$$D = B \times P \quad (5)$$

où : D = mg de masse bactérienne pour 1 m<sup>3</sup> d'eau de la couche respective; B = nombre de bactéries pour 1 m<sup>3</sup> de la couche respective d'eau, indiqué au tableau 2 et obtenu par la formule (3); P = poids moyen d'une bactérie : 0,000 000 000 2 mg ou  $2 \times 10^{-10}$ , allant de la surface jusqu'à 100 m de profondeur et 0,000 000 000 37 mg ou  $37 \times 10^{-11}$  pour les bactéries dénombrées entre 100 et 200 m de profondeur.

Nous n'avons pas déterminé, dans le présent travail, le poids moyen des bactéries, mais nous l'avons calculé en nous basant sur les données de KRISS (8) concernant les bactéries de la Mer Noire (1).

Profondeur (en m)	Station n°							Moyenne
	1	2	3	4	5	6	7	
0- 10	1,9 408	1,0 562	0,7 128	0,6 230	0,6 237	0,3 791	0,5 735	0,844 160
10- 25		1,1 502	0,5 816	0,5 491	0,7 614	0,3 013	0,6 091	0,658 783
25- 50				0,7 316	0,9 072	0,3 888	0,7 322	0,689 950
50- 75						0,4 996	0,5 248	0,511 900
75-100							0,2 948	0,294 800
100-200							1,4 222	1,422 200

TABL. 4. — Biomasse bactérienne en mg pour 1 m<sup>3</sup> d'eau dans des couches délimitées par différents horizons.

La biomasse bactérienne, en mg, pour 1 m<sup>3</sup> d'eau dans des couches à diverses hauteurs, allant de la surface vers le fond (tableau que traduit la figure 2 présentée), a été obtenue selon la formule :

$$E = C \times P \quad (6)$$

où : E = biomasse bactérienne en mg pour 1 m<sup>3</sup> d'eau; C = nombre de bactéries pour 1 m<sup>3</sup> d'eau dans la couche respective, indiqué dans tableau 3 et obtenu à l'aide de la formule (4); P = identique à P de la formule (5).

Les chiffres pour la couche 0-200 m, seulement atteinte à la station 7, et donc pour la moyenne, ont été obtenus suivant la formule :

$$F = \frac{a + b}{2} \quad (7)$$

où : F = la biomasse bactérienne en mg pour 1 m<sup>3</sup> d'eau de la couche allant de 0-200 m; a = la biomasse bactérienne en mg pour 1 m<sup>3</sup> de la couche d'eau allant de 0-100 m, obtenue à l'aide de la formule n°6; b = la biomasse bactérienne en mg pour 1 m<sup>3</sup> d'eau entre les niveaux de 100 à 200 m, obtenue à l'aide de la formule (5).

### Résultats.

Les tableaux 2 à 4 et les figures 1 et 2 illustrent les résultats obtenus.

Le nombre des bactéries, obtenu pour 1 cm<sup>3</sup> d'eau est représenté par des valeurs de l'ordre des mille variant entre 2 137-9 704 (fig. 1), avec une moyenne approximative de 2 600 bactéries entre 0-100 m de profondeur, 2 800 entre 100-200 m et 3 200 entre 0-200 m.

La biomasse représentée par les bactéries est exprimée par des valeurs oscillant autour de 1 mg pour 1 m<sup>3</sup> d'eau, respectivement de 0,30 à 1,94 mg (tabl. 4), avec une moyenne de 0,54 mg entre 0-100 m de profondeur (fig. 2), 1,42 mg entre 100-200 m (tabl. 4) et 0,98 mg entre 0-200 m (fig. 2).

(1)	profondeur de l'eau en m	nb. des bactéries pour 1 m <sup>3</sup> d'eau	biomasse bactérienne en mg, pour 1 m <sup>3</sup> d'eau
	0 - 50	107 000 000 000	33,6
	50 - 100	38 000 000 000	7,7
	100 - 200	540 000 000 000	19,7

On observe que le nombre et la biomasse bactérienne diminuent, allant de la côte au large et de la surface en profondeur (tabl. 2 à 4 et fig. 1 et 2). Ces constatations confirment l'existence d'une macrozonalité (10, 12) dans la distribution quantitative des bactéries des eaux de la Mer Noire. Toutefois, nos données confirment également une microzonalité (12) dans la distribution des bactéries. Ainsi, quelques échantillons étudiés présentent des variations numériques qui dépassent les chiffres-limites auxquels nous pouvions nous attendre selon la loi de la macrozonalité.

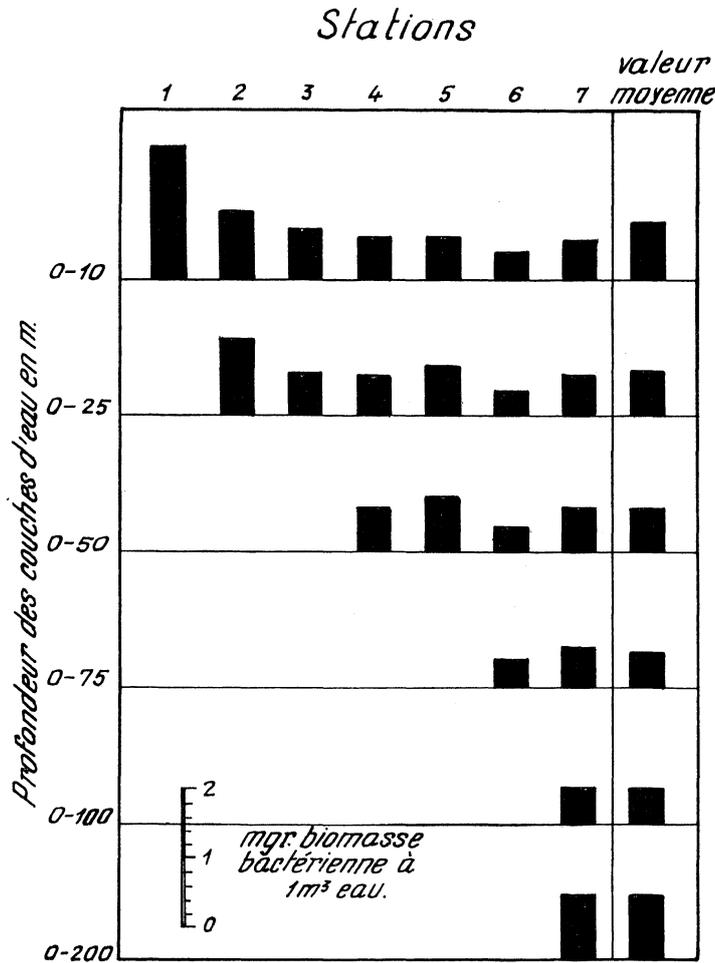


FIG. 2. — Biomasse bactérienne dans la Mer Noire, à l'est de la ville de Constanța, en fonction de la distance de la côte dans des couches d'eau à diverses hauteurs allant de la surface vers le fond.

Nos données montrent une diminution marquée du nombre des bactéries et de la biomasse bactérienne au niveau de la station n° 3, respectivement à 20 milles de la côte. Cette forte diminution a également été constatée par les recherches soviétiques (10), toujours à une distance d'environ 20 milles de la côte. Le nombre et la biomasse des bactéries continuent à diminuer jusqu'au niveau de la station n° 6, située à 68 milles de distance de la côte (au niveau de la station n° 5 on assiste probablement à des phénomènes de microzonalité).

A mentionner que selon KRIS et coll. (11), dans la partie nord-est de la Mer Noire cette diminution progressive des bactéries ne s'observe que jusqu'à la distance de 50 milles de la côte. Probablement que dans la portion étudiée par nous il s'agit de l'influence exercée par les eaux du Danube.

Sur la verticale, le nombre des bactéries diminue de peu jusqu'à la profondeur de 10 m augmentant, par la suite, jusqu'à 25-50 m, au-dessous du saut thermique et de la zone de développement maximum du phytoplancton. Ces valeurs dépassent les chiffres représentant les bactéries qui se trouvent à la surface de l'eau. Le nombre le plus réduit de bactéries et la biomasse bactérienne minimum ont été trouvés à 75 m de profondeur. Vers la limite de contact entre la zone oxygénée et la zone contenant de l'hydrogène sulfuré se situant, dans notre cas, à environ 175 m de profondeur, on observe une nouvelle croissance très marquée du nombre et surtout de la biomasse bactérienne dépassant les valeurs trouvées à 25-50 m. Cependant, KRISS et coll. (10) dans leurs recherches effectuées sur 5 stations situées à 200 m de profondeur, n'ont jamais trouvé, pour cette dernière augmentation, des valeurs dépassant les chiffres obtenus à 25-50 m. Tenant compte du fait que nos études faites à la profondeur de 200 m ne concernent qu'une seule station, il se pourrait que les chiffres trouvés à 175 m soient dus à une situation particulière relevant d'un phénomène de microzonalité.

#### *Discussion.*

Nos résultats, considérés sous l'aspect des lois de la distribution des microorganismes dans les eaux marines, concordent avec les données constatées par les auteurs soviétiques, excepté que les chiffres représentant le nombre et la biomasse constituée de microorganismes observés par nous sont approximativement 20 fois plus réduits par rapport aux valeurs trouvées par KRISS et ses élèves (9, 10, 15); ils concordent néanmoins avec les valeurs données par ALFIMOV (1) et PLECIAS (16) (1).

Ces différences peuvent avoir plusieurs explications : la présence de variations marquées dans la distribution numérique des bactéries est fonction du temps et de l'espace, ou bien de la manière dont chaque microbiologiste réalise les numérations par la même méthode qui est d'ailleurs imparfaite et discutée (1, 3, 4, 5, 6, 8, 14, 17, 19, 20).

Selon nous, il serait nécessaire — afin d'obtenir les chiffres les plus proches de la réalité quant au nombre des bactéries et la biomasse microbienne dans la Mer Noire — d'effectuer des recherches, après la mise au point de la méthode de numération et de détermination de leur poids moyen, sur un nombre beaucoup plus élevé de stations, portant également sur la portion sud et sud-ouest de cette mer; de même, ces investigations doivent être exécutées au cours de plusieurs années et par saisons. Dans ce but, le problème devrait intéresser de nombreux chercheurs, permettant d'aboutir à une standardisation jusque dans les plus infimes détails de la méthode de travail, et obtenir ainsi des résultats comparables.

Nous considérons que le chiffre de 1,3 million de tonnes qui exprime la totalité de la biomasse bactérienne dans l'eau de la Mer Noire jusqu'à la profondeur de 200 m, calculée par LEBEDEVA (15), présente une valeur très approximative, surtout si on tient compte du fait que ce calcul a été effectué seulement sur environ  $\frac{1}{2}$  de surface de la Mer Noire, l'autre moitié n'ayant pas été étudiée de ce point de vue; surtout que la méthode utilisée est en elle-même encore discutée.

#### *Conclusions.*

Le nombre moyen des bactéries pour 1 cm<sup>3</sup> d'eau dans la région de la Mer Noire étudiée, est de 3 200 pour la profondeur de 0-200 m, avec des variations entre 2 137 et 9 704. Au même niveau, les bactéries représentent une biomasse moyenne de 0,98 mg pour 1 m<sup>3</sup>, avec variations allant de 0,30 à 1,94 mg.

Le nombre et la biomasse bactérienne diminuent en allant de la côte vers le large jusqu'à une distance de 68 milles, la baisse la plus marquée s'observant au cours des premiers 20 milles à partir de la côte.

(1) Nous n'avons pris en considération que l'échantillon n° 1 de PLECIAS, pour la raison que l'épreuve II a été conservée dans des conditions qui ont conduit à la modification du nombre des bactéries, par rapport au chiffre existant au moment du prélèvement de l'échantillon d'eau.

Sur la verticale, le nombre des bactéries diminue en profondeur jusqu'à 10 m, augmentant ensuite à 25-50 m. Cette augmentation est suivie d'une nouvelle baisse jusqu'à 75 m, où les valeurs sont les plus réduites. À partir de 150 m (environ) vers la profondeur de 175 m, on observe à nouveau une forte croissance du nombre des bactéries et de la biomasse microbienne.

Nos résultats sont en accord, en ce qui concerne la loi de la distribution verticale et horizontale des microorganismes, avec les données des auteurs soviétiques, obtenues à proximité de la côte URSS de la Mer Noire.

Les valeurs obtenues quant au nombre des bactéries, qui concordent avec les chiffres trouvés par ALFIMOV et PLECIAS, sont toutefois environ 20 fois plus réduites que les chiffres donnés par KRISS et coll. pour la région nord-est et nord-ouest de la Mer Noire. Nous considérons que nos résultats présentent une valeur d'orientation pour la saison et la région de la Mer Noire sur lesquelles ont porté les recherches.

La détermination du nombre des bactéries et de la biomasse bactérienne des eaux de la Mer Noire, dans leur totalité, demeure une tâche que les microbiologistes s'occupant de ce problème auront à résoudre à l'avenir.

### BIBLIOGRAPHIE

- (1) ALFIMOV (N.N.), 1954. — *Mikrobiologhiia*, **23** (6) : 693-697, M.
- (2) ISACENKO (B.L.), 1951. — *Isac. Izbr. Tr.*, **1** : 324-333, M-L.
- (3) KALINENKO (V.O.), 1953. — *Pocivovedenie*, **5** : 71-76, M.
- (4) KOKINA (A.G.), 1956. — *Mikrobiologhiia*, **25** (5) : 615-619, M.
- (5) KRISS (A.E.), 1953. — *Mikrobiologhiia*, **22** (1) : 69-72, M.
- (6) — 1954. — *Vestnik A.N. S.S.S.R.*, **8** : 22-34, M.
- (7) — 1954. — *Usp. sovr. biol.*, **38**, **1** (4) : 86-110, M.
- (8) — 1959. — *J. Cons.*, **24** (2) : 221-231, C.
- (9) KRISS (A.E.) et LEBEDEVA (M.N.), 1953. — *D.A.N. S.S.S.R.*, **89** (5) : 949-952, M.
- (10) KRISS (A.E.), LEBEDEVA (M.N.) et RUKINA (E.A.), 1952. — *D.A.N. S.S.S.R.*, **86** (3) : 633-636, M.
- (11) KRISS (A.E.) et RUKINA (E.A.), 1949. — *Mikrobiologhiia*, **18** (2) : 141-153, M.
- (12) KRISS (A.E.), RUKINA (E.A.) et BIRIUZOVA (V.I.), 1951. — *Mikrobiologhiia*, **20** (3) : 256-264, M.
- (13) KRISS (A.E.), RUKINA (E.A.) et TИHONENKO (A.S.), 1950. — *D.A.N. S.S.S.R.*, **75** (3) : 453-456, M.
- (14) KUZNETOV (S.I.), 1952. — *Mikrobiologhiia*, **21** (4) : 477-478, M.
- (15) LEBEDEVA (M.N.), 1957. — *D.A.N. S.S.S.R.*, **115** (1) : 186-189, M.
- (16) PLECIAS (M.), 1960. — *Igiena*, **11** (4) : 327-334, B.
- (17) RAZUMOV (A.S.), 1952. — *Mikrobiologhiia*, **21** (4) : 478-479, M.
- (18) RODINA (A.G.), 1956. — *Jizn. presnih. vod. S.S.S.R.*, **4** (1) : 7-122, M-L.
- (19) ROZENBERG (L.A.), 1954. — *Tr. In-ta Okeanologhii*, **11** : 266-270, M.
- (20) RUKINA (E.A.) et BIRIUZOVA (V.I.), 1952. — *Mikrobiologhiia*, **21** (1) : 60-65, M.
- (21) ZARMA (M.), 1959. — *Microbiol., Parazitol., Epidemiol.*, **2** : 171-173, B.

