

551.4
A62

ANNALES

DE

L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT 1^{er} Prince de Monaco)

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

M. L. JOUBIN

MEMBRE DE L'INSTITUT

NOUVELLE SÉRIE

Tome XIII. — Fasc. II

LA VIE DANS LA MER NOIRE

Conférence faite le 7 Janvier 1933

au Grand Amphithéâtre de l'Institut Océanographique de Paris

PAR

GR. ANTIPA

Membre de l'Académie Roumaine

Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle de Bucarest



PARIS

ED. BLONDEL LA ROUGERY, ÉDITEUR

7, RUE SAINT-LAZARE

1933

AVIS

L'abonnement aux *Annales de l'Institut Océanographique* est de : pour la France et les colonies, **60 francs** ; pour l'étranger, **120 francs**. Il correspond à un volume d'environ 400 pages avec planches et figures. Autant que possible il paraît un volume par an.

Les auteurs reçoivent 25 exemplaires brochés de leurs mémoires: ils sont libres d'en commander un nombre supérieur, à leurs frais, au tarif ci-dessous.

Les auteurs sont priés de remettre leurs manuscrits *très lisibles*, autant que possible *dactylographiés* et surtout *définitifs*. Les corrections et remaniements provenant du fait des auteurs, leur seront comptés à raison de 18 francs l'heure de travail.

La justification des planches est de 16 cent. en largeur et de 20 cent. en hauteur.

Les planches et dessins doivent être définitifs. Les lettres, titres et autres indications doivent être placés sur un calque et non sur les dessins originaux.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction des *Annales* à M. le Professeur L. JOUBIN, à l'*Institut Océanographique*, 195, rue Saint-Jacques, Paris (V^e arr^e).

TARIF DES TIRAGES A PART

TIRÉS EN MÊME TEMPS QUE LA PUBLICATION :

| | à 25 exemplaires | à 50 exemplaires | à 100 exemplaires |
|---------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Une 1/2 feuille in-4° (4 pages) . . . | 15 fr. 00 | 28 fr. 00 | 50 fr. 00 |
| Une feuille in-4° (8 pages) . . . | 28 fr. 00 | 43 fr. 00 | 70 fr. 00 |

A ces prix il faut ajouter, pour le brochage avec une couverture passe-partout imprimée, quel que soit le nombre de feuilles :

| | |
|--------------------------------|-----------|
| Pour 100 exemplaires | 67 fr. 00 |
| — 50 — | 38 fr. 00 |
| — 25 — | 21 fr. 00 |

Les planches hors texte, dont le coût est extrêmement variable, seront facturées à leur prix de revient.

Les tirages à part ne peuvent être mis dans le commerce

La vie dans la Mer Noire

Conférence faite le 7 Janvier 1933

au Grand Amphithéâtre de l'Institut Océanographique de Paris

PAR

GR. ANTIPA

Membre de l'Académie Roumaine

Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle de Bucarest



BIBLIOTECA
INST. PEDAG. C-ŢA

38/88

La vie dans la Mer Noire

PAR

GR. ANTIPA

CHER MAITRE ET EXCELLENT AMI,

Je suis très touché des paroles flatteuses que vous venez de prononcer à mon égard et dont je vous remercie de tout cœur. Je vous dois, de même, toute ma gratitude pour l'honneur que vous m'avez fait en m'invitant à tenir cette conférence et en me donnant ainsi l'occasion d'exposer, devant un auditoire si sélect, les résultats des études que je poursuis, depuis de longues années, sur la Biologie de la Mer Noire.

En faisant cette conférence, je pense — avant tout — avec une profonde émotion à l'illustre fondateur de cet Institut, que j'ai eu le bonheur de connaître personnellement et auquel je dois la première suggestion de choisir la Mer Noire comme l'objet de mes études. Je suis très heureux de pouvoir exposer — après un si long délai — dans l'Institut qu'il a créé lui-même, les résultats des recherches conseillées par lui et apporter de cette manière un modeste hommage de profonde reconnaissance à la mémoire du grand océanographe que fut le Prince Albert I^{er} de Monaco.

MESDAMES,
MESSIEURS,

De tous les bassins composant la Grande Méditerranée actuelle, la Mer Noire se distingue considérablement des autres par son origine, tout à fait différente et indépendante, et par une situation géographique plus intracontinentale, plus avancée vers l'Est et le Nord, donc plus exposée à un régime climaterique dur. Déjà l'aspect général de sa faune et de sa flore nous indique une grande différence des conditions biologiques. Ces différences faunistiques et floristiques sont, en effet, les conséquences apparentes de tout un complexe de causes profondes, dont l'origine réside dans la structure physique, complètement différente de celle de toutes les autres mers du monde, et dont on ne peut trouver l'explication qu'après une étude préalable de l'origine et l'évolution géologique et de la structure physique actuelle de cette mer.

Les conditions d'existence créées par la nature physique ont produit ici un milieu biologique particulier qui ne permet qu'à un nombre relativement très restreint d'espèces, douées de qualités spéciales de résistance et d'accommodation, de vivre dans les eaux de cette mer. C'est un vrai laboratoire de Biologie expérimentale que la nature a dû créer ici pour repeupler cette mer.

La Bionomie et la Biologie générale de la Mer Noire, dont je vous entretiendrai ce soir, constituent donc un problème bio-océanographique spécial, différent et indépendant du problème de la biologie des autres mers. Il a comme substratum géographique cette portion déterminée de la surface terrestre qui constitue l'actuelle Mer Noire, qui se présente aujourd'hui comme le produit d'une longue évolution géologique et biologique.

L'étude de ce problème spécial tend à définir et à expliquer la façon dont la vie se présente et se déroule dans les eaux de cette mer et à trouver les lois générales qui déterminent l'ensemble de ses manifestations. Elle tend aussi à constater la façon et les moyens spéciaux dont la vie peut profiter de tous les avantages et utiliser toutes les ressources offertes par ce milieu, pour conquérir ce domaine géographique.

Basé autant sur les résultats des recherches hydrographiques et biologiques des expéditions de SPINDLER et WRANGEL et de KNIPOVITSCH et sur les remarquables travaux de ZERNOV, WODJANICKI, ISSATSCHENCKO, TSCHUGUNOV, NIKITINE, etc., ainsi que sur une longue expérience personnelle, qui m'a conduit à une conception spéciale sur la vie dans les eaux de cette mer, j'essaierai d'esquisser à grands traits un tableau de la Biologie général de la Mer Noire.

Pour faire cette esquisse, et pour pouvoir montrer l'importance scientifique qu'elle comporte, il est nécessaire de traiter les questions suivantes :

I. — L'origine et l'évolution géologique de la Mer Noire et la provenance de sa population.

II. — La structure physique et les caractères bionomiques de l'Habitat de la Mer Noire :

A) La genèse, la composition et la densité de la population ;

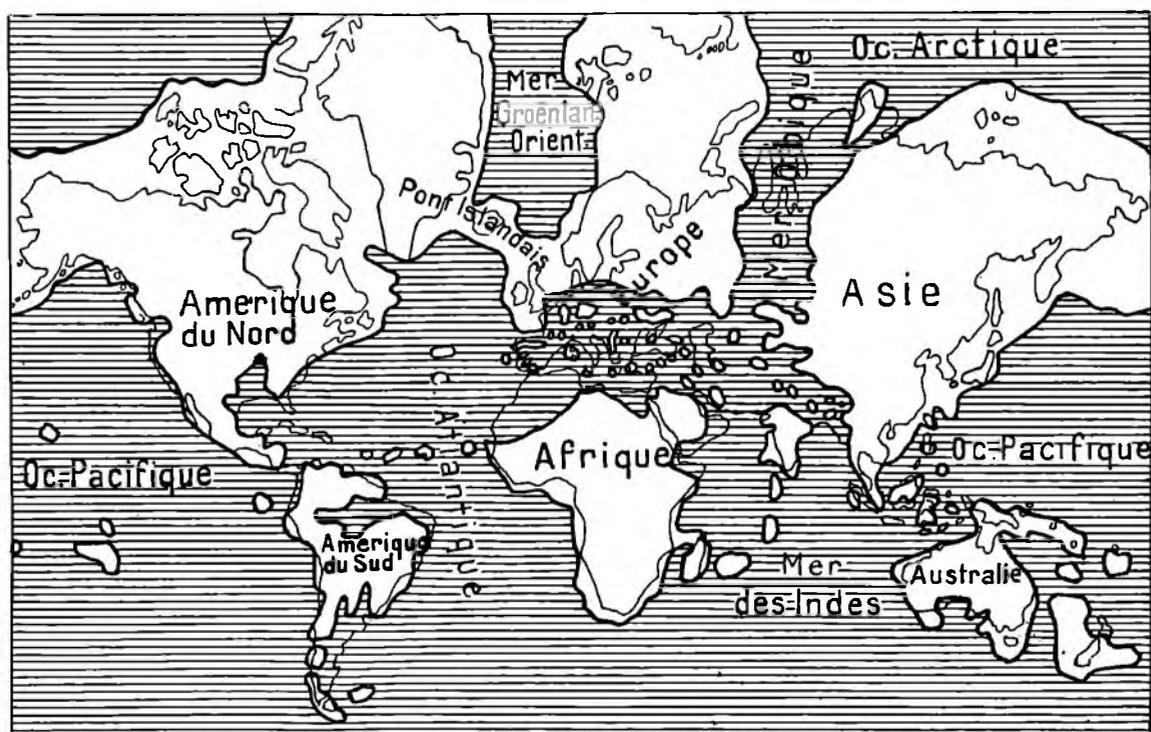
B) La distribution de la population ;

C) La vie collective de la population et la Biologie générale de la Mer Noire.

Malheureusement, la courte durée d'une conférence ne permet qu'un examen tout à fait superficiel de ces questions. Je tâcherai de vous les exposer, au moins dans leurs grandes lignes, à l'aide des cartes et profils que j'ai préparés.

I. — L'origine et l'évolution géologique de la Mer Noire et la provenance de sa population

Il n'est pas dans mon intention de vous exposer ici une question géologique très compliquée, pour laquelle la compétence me manque. Il suffira de vous montrer les lignes générales de l'évolution de cette très ancienne mer, qui vous aideront à comprendre et à trouver une explication plus facile de la structure actuelle, si compliquée et unique dans son genre, de la Mer Noire. Je laisserai de côté l'histoire ancienne de cette mer et je commencerai par l'époque miocénique.



Continents et Mers à l'époque de l'ancien Tertiaire (Palaeogène)
(D'après Koken, Arldt et Bölsche)

FIG. 1.

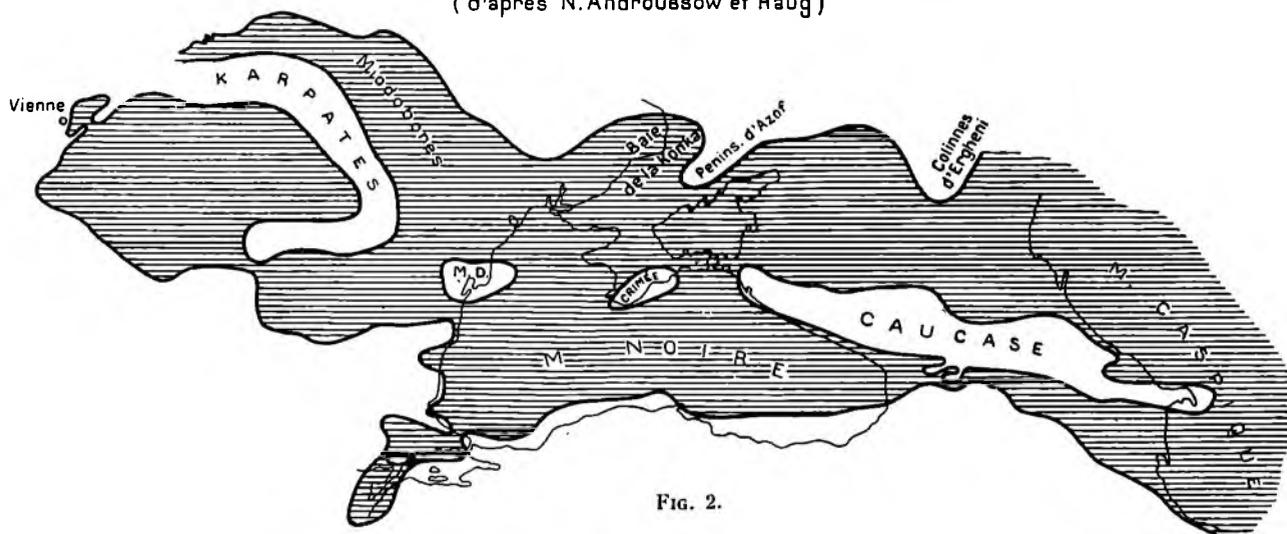
La Mer Noire, avec son annexe la Mer d'Azov, faisait partie, pendant la période miocénique, d'un complexe de plusieurs bassins complètement séparés de ceux de la Méditerranée, et constituant dans leur ensemble l'ancienne Mer Sarmatique. Cette Mer s'étendait alors, dans sa partie occidentale, sur la plus grande partie du Sud de la Russie

et de l'Europe Centrale, tandis qu'à l'Est elle comprenait la Mer Caspienne, couvrant de ses eaux toute la région jusqu'aux environs de Samara, où, après avoir baigné les côtes sudiques de la péninsule Mantschischlon, se retournait vers le Nord, et, couvrant le Lac d'Aral, s'étendait à l'est de l'Oural, jusqu'à la Mer de Glaces (Océan Glacial Arctique) (GRIMM) (fig. 1).

Pendant le Pliocène cet énorme bassin sarmatique, désigné aussi par le nom de « bassin Panono-daco-ponto-aralo-caspique », a perdu une grande partie de son étendue primitive, réduisant son domaine dans les limites du bassin nommé « bassin aralo-ponto-

L'EXTENSION DE LA MER SARMATIENNE

(d'après N. Androussow et Haug)



caspique », interrompant à l'Est ses communications avec la Mer Glaciale et se rétrécissant considérablement aussi dans sa partie asiatique. Au cours de son évolution ultérieure, elle a pris différentes formes, dont les dimensions ont varié suivant les époques. L'étendue de cette mer, pendant ces diverses phases, a été précisée d'après les fossiles, laissés dans les différentes couches géologiques, que ses eaux ont déposées. Ses bassins successifs ont reçu, en ordre de leur succession, les noms de: *Mer Sarmatique*, *Mer Pontique*, *Mer Cimérique*, comprenant le *Golfe Dacique*, *Bassin Levantin*, *Mer Bessarabienne*, etc. (fig. 2).

Plus tard enfin s'est effectué l'écroulement qui a créé l'étroit passage dans la région du Bosphore, par lequel fut réalisée la communication entre les eaux de la Méditerranée et celles du bassin en question. L'ancien bassin fut démembré alors dans les trois bassins actuellement séparés: *le Lac Aral*, *la Mer Caspienne* et *la Mer Noire*. Au début, il existait une continuité entre les eaux de ces deux mers, car la Mer Caspienne communiquait jusqu'aux temps récents avec la Mer d'Azov, par l'intermédiaire d'un étroit canal, faisant partie du système fluvial Manitsch-Kama.

La population de la Mer Sarmatique fut constituée par une faune caractéristique des eaux saumâtres. Cette faune a laissé des formes fossiles, identiques ou très semblables à certaines formes qui vivent actuellement dans les eaux de la Mer Caspienne, et parmi

lesquelles une série de Lamellibranches, qui ont été trouvés, en état de subfossiles, sur le fond de la Mer Noire, par ANDROUSSOV. Ces subfossiles sont représentés par: *Dreissensia polymorpha*, *D. rostriformis* var. *distincta*., *D. Tchaudae* var. *pontica*., *D. crassa*, *Monodacna pontica*, *Didacna* sp., *Micromelania caspia*, *Clessinia* sp., *Neritina* sp. De la présence de ces subfossiles sur le fond de la Mer Noire, le grand océanographe SIR JOHN MURRAY tire les conclusions suivantes: « Il est impossible d'admettre que ces espèces vivent actuellement à ces profondeurs. La salinité de la Mer (21-22° ‰) exclut cette idée, car le maximum de la salinité de l'eau dans laquelle vivent actuellement quelques-unes de ces formes dans la Mer Caspienne ne dépasse pas 15° ‰. Il est de même impossible de supposer que ces coquilles (Lamellibranches) ont été transportées par des courants ou des vagues... Nous sommes donc en mesure de conclure que ces Lamellibranches sont les reliques d'une époque pas trop éloignée, celle où la Mer Noire représentait un colossal bassin d'eau saumâtre. Cet état des choses doit avoir continué jusqu'à une date relativement récente... Les conditions physiques dans ce bassin à eau saumâtre étaient similaires à celles existant actuellement dans la Mer Caspienne; c'est-à-dire que l'eau avait une salinité qui, ne dépassant pas 15° ‰, était probablement encore moindre. Les conditions climatiques étaient pourtant plus âpres, surtout vers la fin de l'existence de ce bassin contemporain de la période glaciale. Ses conditions thermiques étaient similaires à celles de la Mer Caspienne, c'est-à-dire que dans ses eaux était réalisée une parfaite circulation verticale, comme résultat des petites différences entre les poids spécifiques de l'eau à la surface et dans la profondeur. La circulation verticale approvisionnait les eaux profondes en gaz atmosphérique, ce qui rendait la vie possible à toutes les profondeurs... »

Cette citation met en évidence l'état des conditions physiques, partant biologiques, dans les eaux de cette mer pendant l'époque pontique.

C'est toujours à SIR MURRAY que nous devons la description suivante, si caractéristique, de cette époque: « Au commencement de la période post-tertiaire se sont déposées les couches à faune caspienne du Sud de la Bessarabie et de la péninsule Kertch, après laquelle ont eu lieu des modifications topographiques conduisant au passage des eaux de la Méditerranée dans le Pont Euxin. Cette union de ce bassin à eau saumâtre avec la Méditerranée a amené une révolution totale dans les conditions physiques, chimiques et biologiques. »

Après avoir relaté cette excellente caractérisation des conditions physiques dans le bassin de la Mer Noire, avant sa réunion avec la Méditerranée, je vais emprunter au zoologue russe bien connu O.-A. GRIMM l'explication de l'origine de la faune actuelle de la Mer Caspienne.

« Toutes ces différentes étapes de l'évolution de cette mer trouvent leur expression définie dans les recherches sur la faune de la Mer Caspienne. Aux grandes profondeurs de la Mer Caspienne, nous trouvons aujourd'hui des formes caractérisant la couche dite sarmatique de la période miocène, par exemple les mollusques: *Dreissensia brardi*, *Dreissensia rostriformis*, *Cardium catillus*, *Planorbis micromphalus*, etc., jusqu'à une profondeur de 150 fathoms.

« A une profondeur de 150-100 fat. nous trouvons des représentants de la couche aralo-caspienne de la période post-pliocène, ainsi que: *Cardium pseudocatillus*, *Cardium baeri*, des formes appartenant au genre *Adacna*, *Dreissensia*, *Caspia*, et d'autres. A

une profondeur de 15 fat. nous trouvons des formes anciennes et des formes qui se sont développées à des époques plus récentes. Celles-ci représentant des formes nouvelles, qui se sont adaptées aux nouvelles conditions vitales, par exemple *Cardium edule*, *Cardium longipes*, *Neritina liturata*, *Hydrobia stagnalis*... Parmi les poissons, qui n'ont pas laissé de traces de leur existence dans les couches des époques géologiques citées, les plus caractéristiques sont: les Gobiïdes indigènes, les Cyprinides immigrés de l'intérieur de l'Asie, les Acipensérides et les Salmonides immigrés du Nord. *Phoca Caspia* doit être considéré sûrement parmi les immigrés du Nord.

« C'est ainsi que la Mer Caspienne nous présente, dans sa faune actuelle, les caractéristiques d'un lac saumâtre de l'époque tertiaire, enrichie par des immigrants venus surtout du Nord. »

L'origine de la faune primitive de la Mer Noire doit être sans doute la même. C'est ce que nous prouve l'existence des nombreuses espèces communes ou étroitement apparentées, vivant actuellement autant dans la Mer d'Azov et la Mer Noire que dans la Mer Caspienne. Les recherches de l'expédition de КНИРОВИТШ, au cours des années 1922 à 1925, nous ont fait connaître la série complète des formes, autant dans le Benthos que dans le Plancton, typiquement caspiennes, par exemple, *Heterocope Caspia*, *Evadne hircus*, *Cercopagis pengoi*, etc.

D'autre part, les nombreux fossiles, par exemple *Clupéides*, trouvés dans les couches sous-carpatiques, qui ont probablement fourni, de compagnie avec d'autres espèces, le matériel d'origine pour la formation de notre pétrole (dont quelques-uns sont tout à fait semblables aux espèces vivant actuellement en face des embouchures des fleuves de la Mer Noire), constituent une preuve évidente en faveur de l'origine sarmatique de la faune primitive de la Mer Noire. Récemment, le géologue roumain D^r PAUCA a trouvé dans les couches de marnes schisteuses de Tg. Jiu un exemplaire fossile de *Clupea Nordmani*, admirablement bien conservé, qui vit aussi actuellement dans la Mer Noire et entre dans le Danube, et que j'ai décrit il y a quinze ans. Ce Clupéide est très voisin des formes nordiques, totalement éloigné des formes méditerranéennes et étroitement apparenté aux espèces actuelles de la Mer Caspienne.

Mais si la faune primitive de la Mer Noire fut très semblable ou presque identique à celle de la Mer Caspienne (de ces anciennes espèces, de nombreuses formes communes ou apparentées se sont conservées jusqu'à nos jours), la Faune actuelle de la Mer Noire, considérée dans son ensemble, possède une tout autre structure. En effet, lors de l'isolement du bassin de la Mer Noire et de son union avec la Méditerranée, cette mer a subi, selon la si juste remarque de Sir JOHN MURRAY, « une révolution totale dans les conditions physiques, chimiques et biologiques ».

Les révolutions qui se sont produites ici, qui ont changé entièrement non seulement la forme et les dimensions du bassin de la Mer Noire, mais aussi ses possibilités d'alimentation en eau douce et ses communications avec d'autres mers, et qui lui ont apporté des quantités énormes d'eau salée de la Méditerranée, ont eu des conséquences bien plus profondes. Elles ont changé radicalement la structure physique de cette mer, ainsi que ses qualités en tant qu'habitat pour les êtres vivants. Elles ont dû par conséquent provoquer, dans les profondeurs de cette Mer, une mortalité catastrophique de l'ancienne faune d'eau saumâtre qui n'a pu se conserver que dans les régions des embouchures des grands fleuves et dans les annexes et lacs littoraux à eau saumâtre. L'invasion de ces

espèces méditerranéennes, capables de supporter les conditions de vie du nouveau milieu, a provoqué d'autre part la formation d'un nouveau *Halobios*, composé d'espèces euryhalines, provenant autant de l'ancienne mer saumâtre que de la Méditerranée et formant ainsi aussi un nouveau milieu biotique.

Nous allons donc examiner sommairement quelle est actuellement la structure physique de cette mer, quelles nouvelles conditions de vie s'y sont créées et comment elles varient dans les différentes régions et profondeurs de ce bassin.

II. — La structure physique et les caractères bionomiques de l'habitat de la Mer Noire

Au point de vue du problème qui nous préoccupe, la Mer Noire est une portion de la Biosphère qui est presque isolée et a une structure physique complètement différente de celle des autres mers, constituant un Biotope spécial, qui impose à la vie des organismes y habitant des conditions d'existence tout à fait particulières. Pour pouvoir nous expliquer les possibilités et les conditions d'existence des êtres vivant dans les eaux et sur le fond de cette mer, il faut examiner préalablement: 1° La conformation du bassin et ses communications; 2° La composition et la structure de l'eau; 3° Les courants et l'influence des agents atmosphériques.

A. — LA CONFORMATION DU BASSIN

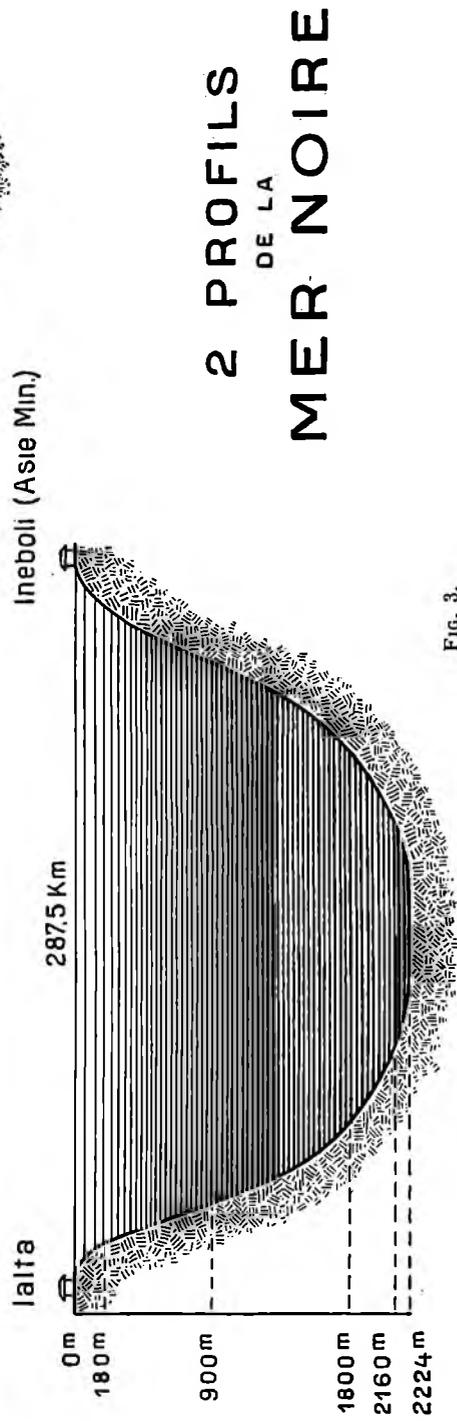
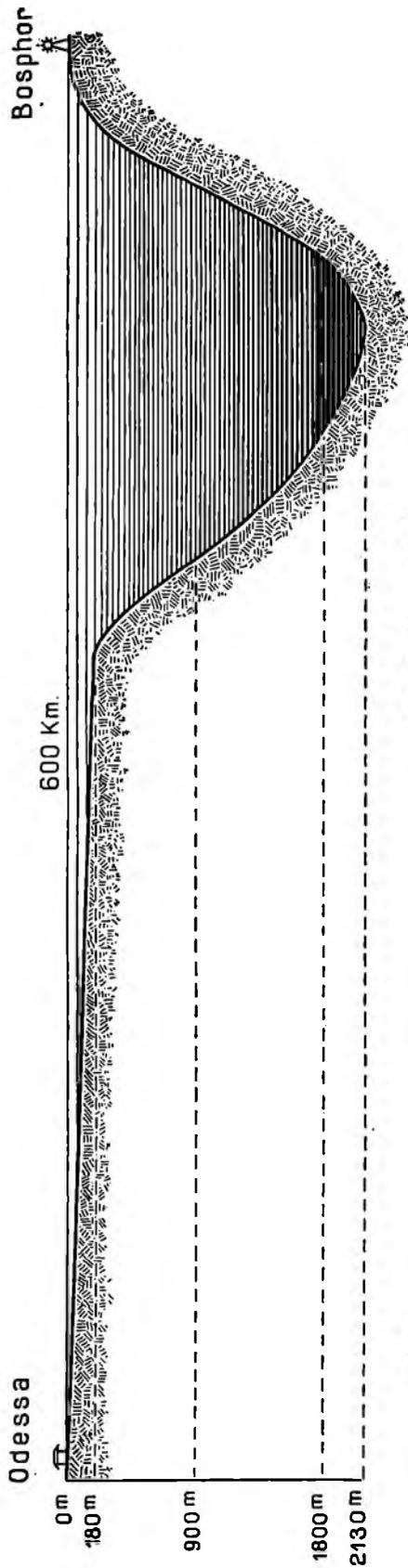
Sir JOHN MURRAY caractérise le bassin de la Mer Noire de la manière suivante: « Generally Speaking, the Black Sea forms a basin with steep sides and flat Botom, attaining a maximum depth of 1227 fathoms. » Pour le but que nous poursuivons, il faut pourtant examiner de plus près la nature, la conformation et les communications de ce bassin.

En examinant attentivement la carte bathymétrique dressée d'après les sondages de SPINDLER et WRANGEL lors de leur expédition de 1890-1891, nous constatons que, tout autour de cette mer, le continent s'étend sous ses eaux, avec une pente plus ou moins douce, jusqu'à une profondeur de 180 m., formant ainsi le « plateau continental » qui constitue la « zone littorale » de la mer. A partir de l'isobathe de 180 m., la pente devient très raide, atteignant à certains endroits 8° et même 12° d'inclinaison. Seulement à partir de 1.900 m. de profondeur elle redevient douce pour former le fond, presque plat, de cette mer.

Entre l'isobathe de 180 m. et celle de 900 m., la pente est si raide que Sir JOHN MURRAY, faisant la projection en plan, a calculé que la surface entre ces lignes, qui souvent ne dépasse pas 10 milles marins de distance, occupe à peine 9 % de la surface totale de la Mer et que toute la surface, à partir de l'isobathe de 180 m., occupe 56 % de la surface totale de la mer. Toujours d'après ces calculs, on a constaté aussi que le plateau continental occupe la surface considérable de 123.000 kilomètres carrés, ce qui fait 35 % de la surface totale de la mer.

Suivant l'isobathe de 180 m., nous constatons aussi qu'elle est très voisine de la côte dans sa partie N.-E. et S., et qu'elle est très éloignée d'elle, à une distance qui dépasse parfois 150 kilomètres, dans sa partie nord-ouest, constituant entre Sevastopol et Burgas un vaste bassin, peu profond, à peu près quatre fois plus étendu que la Mer d'Azov.

Afin de mieux mettre en évidence la différence entre les conditions physico-biologiques régnant dans la partie nord-ouest, peu profonde, de la Mer Noire et celles dominant dans sa portion centrale, très profonde, j'ai dressé deux profils transversaux; l'un représente



2 PROFILS
DE LA
MER NOIRE

Fig. 3.

la distance de 600 kilomètres entre Odessa et le Bosphore (fig. 3_a), l'autre la distance de 287 kilomètres sur la ligne de 24° 3' long., entre la Côte d'Anatolie (Iniboli) et le sud de la Crimée (Ialta) (fig. 3_b).

Il est évident que dans ces deux profils nous avons deux aspects totalement différents: l'un représente, sur les deux tiers de sa longueur, une mer peu profonde à fond très peu incliné, en grande partie couvert de matières alluvionnaires et d'organismes vivants; l'autre correspond à une mer profonde, à bords à peu près verticaux, à fond plat rocheux, couvert par une vase provenue d'un détritit organique en décomposition, mêlé à des coquillages et à d'autres squelettes en état de fossiles ou de subfossiles.

La grande variété constatée dans la conformation du bassin de la Mer Noire augmente considérablement, lorsque nous considérons aussi ses annexes. En premier lieu, comme la plus importante, c'est la Mer d'Azov, ayant une surface totale de 36.000 kilomètres carrés et une profondeur maxima de 14 m. Viennent ensuite les « Limans », énormes lacs, correspondant aux estuaires existant aux embouchures des grands fleuves, élargis, fermés du côté de la mer par des cordons littoraux, à travers lesquels ils conservent toujours leur communication avec la mer. Il y a encore les nombreux grands « Lacs littoraux » disséminés le long des côtes nordiques et occidentales, représentant des anciens golfes marins clôturés par des cordons littoraux (« Perisip »), que la mer, par l'action de ses vagues, a formés à leur entrée, en vertu de la loi de l'égalisation des côtes.

Parmi ces lacs, il faut ranger aussi l'actuel Delta du Danube. Celui-ci ne représente, en somme, qu'un ancien golfe marin, fermé par des cordons littoraux et rempli partiellement par les alluvions du Danube. Le reste, gardant son ancienne profondeur, a persisté, ou comme un « Liman » à eau saumâtre (comme c'est le cas de l'actuel lac Razelm), ou comme des grands lacs assez profonds, remplis d'eau douce, à la surface desquels s'est développée une énorme couche de Roseau flottant, que j'ai nommée « Plaur »; sur cette couche pousse une riche végétation xérophile, avec la Fougère *Felis telipteris* comme plante caractéristique. Enfin, les cours inférieurs de tous ses grands affluents constituent, eux aussi, au point de vue physico-biologique, des annexes de cette mer et, alimentant continuellement de leur eau la mer proprement dite, ils restent avec elle en permanent échange faunistique réciproque.

Toutes ces annexes, dont la surface totale couvre de très grandes étendues, ont une grande influence sur la vie déployée dans cette mer. En effet, elles présentent toute une série de qualités qui peuvent offrir, à certaines époques de l'année, une satisfaction optimale aux nécessités physiologiques d'un grand nombre des espèces constituant la production principale de cette mer.

Les variations dans les conditions physico-biologiques, caractéristiques de la nature du bassin de ces eaux, sont déterminées aussi par la nature du fond. Il existe des fonds rocheux, des fonds sablonneux, des fonds constitués par du sable et du limon mélangés dans des différentes proportions, des fonds vaseux, etc. Viennent ensuite des fonds couverts par des bancs de Mollusques, le plus souvent par des *Mytilus*, *Pecten*, *Ostrea*, *Modiola*, etc., dont quelques-uns sont couverts par des *Lithothamnium*, etc.

Toutes ces différences dans la constitution du fond, déterminant des faciès différents, abritent diverses sortes de bio-associations ou biocénoses de la zone littorale.

Il faut encore se rappeler toutes les sortes de vases trouvées par ANDROUSSOV et décrites par MURRAY, qui couvrent la plus grande superficie du fond dans les profondeurs de la Mer Noire.

Il résulte de ce résumé général que la conformation du bassin de la Mer Noire présente une variation suffisante pour former la base des différentes variations du milieu biologique.

B. — LA COMPOSITION ET LA STRUCTURE DE L'EAU

L'eau remplissant le bassin de l'actuelle Mer Noire représente un mélange de trois sortes d'eaux, ayant chacune une provenance différente et des caractères physico-chimiques totalement dissemblables. Il y a : une eau saumâtre, reliquat des anciennes mers qui ont succédé à l'ancienne mer sarmatique; une eau *méditerranéenne*, entrée lors de l'écroulement conduisant à la formation du détroit des Dardanelles et du Bosphore et qui pénètre de façon continue jusqu'à nos jours; une eau *douce* apportée par les fleuves ou provenant des précipitations atmosphériques locales.

L'alimentation régulière de la Mer Noire se fait par de l'eau provenant de deux sources différentes :

a) La première source est l'eau douce dérivant des précipitations atmosphériques, qui tombent soit directement à sa surface, sur une superficie d'approximativement 400.000 kilomètres carrés, soit sur la surface de l'énorme étendue d'approximativement 2.100.000 kilomètres carrés, constituant le domaine terrestre drainé par ses affluents. Cette mer reçoit donc les précipitations tombées sur une surface totale d'approximativement 2.500.000 kilomètres carrés. De cette énorme surface fait partie aussi le bassin de drainage du Danube, qui a une surface de 817.000 kilomètres carrés et qui reçoit les abondantes précipitations tombées dans les régions des Alpes et des Carpathes. Il suffit de mentionner que la moyenne, calculée sur une période de vingt-cinq ans, du débit de l'eau déversée dans cette mer par le Danube est de 7.230 mètres cubes par seconde, c'est-à-dire de 228 milliards de mètres cubes annuellement, quantité qui peut monter jusqu'à 342 milliards de mètres cubes pendant les années pluvieuses. Il résulte donc de ces chiffres que le Danube déverse annuellement dans la Mer Noire une masse d'eau qui, répartie sur l'entière étendue de la Roumanie, aurait une épaisseur de 1 mètre. Cette énorme masse d'eau douce apportée par les fleuves charrie avec elle une très grande quantité d'alluvions, qui, se déposant au fond de cette mer, augmente continuellement sa zone littorale. Le Danube seul apporte annuellement, suivant la moyenne calculée sur une période de vingt-cinq années, une masse alluvionaire de 75.000.000 tonnes, qui peut atteindre jusqu'à 154.000.000 tonnes au cours de certaines années (exemple, l'année 1871).

Je mentionne, seulement en passant, l'importance biologique de ces alluvions, constituées par un limon très fin mélangé à des substances calcaires et à des divers débris organiques. Grâce à leurs propriétés spéciales, les fonds limoneux sont particulièrement propres au développement de certains faciès biologiques.

A côté de l'énorme quantité d'eau douce, déversée dans le bassin de la Mer Noire par ses affluents, principalement par le Danube, le Nistre, le Nipre et le Don, il y a la quantité considérable de précipitations atmosphériques tombant directement à sa surface. Ces précipitations, ne dépassant pas 400 mm. par an devant les bouches du Danube, sont surtout abondantes dans l'angle oriental, la région du Caucase, où leur quantité annuelle

arrive à former une couche de 1 mètre d'épaisseur. Ces énormes quantités d'eau douce dépassent de beaucoup les pertes subies par suite de l'évaporation. C'est pour cela que l'influence de cette eau douce est générale dans toutes les parties superficielles de la Mer Noire.

L'eau douce, débarrassée de ses alluvions aux embouchures du fleuve, présente une densité beaucoup moindre que l'eau salée et leur mélange s'effectue très lentement. Elle glisse à sa surface, constituant une couche de plus en plus mince, que nous rencontrons pendant la période des crues à de très grandes distances de la côte. Au cours du printemps 1893, tout comme dans le printemps 1931, pendant la période des grandes eaux, mesurant la salinité sur la ligne Soulina-Ile des Serpents, j'ai trouvé à la surface l'eau du Danube très peu salée. La mer territoriale s'était peuplée du poisson d'eau douce émigré du Danube. En effet, les carpes, en bancs compacts, s'étaient avancées jusque dans les eaux de Constantza, où les vagues d'eau salée, venues du large, les ont tuées et jetées, en quantités énormes, tout le long de la côte.

SPINDLER a trouvé que l'eau des environs des embouchures du Danube située à une profondeur de 36 m. était plus salée que l'eau superficielle du Bosphore. Il croit à l'existence d'un courant profond, transportant l'eau salée de la région de la Crimée vers les embouchures du Danube, tandis que l'eau adoucie superficielle arrive jusqu'au Bosphore et, pénétrant dans la Mer de Marmara, influence aussi la salinité de cette mer.

b) La seconde source d'alimentation de la Mer Noire est représentée par l'eau salée lui arrivant par le Bosphore. La section d'écoulement du Bosphore étant limitée, déterminée par sa largeur minimale de 660 m. et par sa profondeur minimale de 42 m. à 48 m., la quantité d'eau que le seuil ainsi formé laisse s'écouler dans la Mer Noire est limitée aussi.

On connaît les classiques recherches sur les courants du Bosphore de l'Amiral russe MACAROFF et les nombreuses discussions qu'elles ont provoqué entre l'Amiral anglais Sir WHARTON, E. von MAYNEL, SPINDLER et WRANGEL, SKALOVSKI, ANDROUSSOV, etc. On a constaté et mesuré dans les eaux du Bosphore un courant double, signalé déjà depuis 1681 par MARSIGLI, c'est-à-dire un courant superficiel d'eau saumâtre, s'écoulant de la Mer Noire vers la Mer de Marmara, avec une vitesse moyenne de 3,5 m. jusqu'à 10 m. par seconde, et un autre courant d'eau salée, s'étendant dans les couches situées au-dessous de la profondeur de 20 m., qui charrie les eaux de la Mer de Marmara vers le bassin de la Mer Noire. L'eau superficielle du Bosphore, s'écoulant vers la Mer de Marmara, a un poids spécifique moyen de 1.0140, tandis que celui de l'eau profonde, entrant dans la Mer Noire, est de 1.0283. Le courant superficiel emporte de la Mer Noire une masse d'eau égale à 370.000 pieds c. anglais par seconde, tandis que le courant profond y apporte 200.000 pieds c. par seconde. La différence de 170.000 pieds c. retirée par le courant superficiel de la Mer Noire est comblée, suivant MACAROFF, par « l'excès en eau douce de la Mer Noire ».

Il est très important de connaître aussi les propriétés physico-chimiques de l'eau venue de la Méditerranée, surtout celles se rapportant à sa température et à sa salinité. L'eau de la Méditerranée a en général une salinité de 38 ‰ à 39,5 ‰. L'eau superficielle de la Mer Egée, qui sort par le détroit des Dardanelles, a seulement une salinité de 30-33 ‰, tandis que l'eau du fond de l'Egée atteint une salinité de 38,75 ‰. Dans la Mer de Marmara, la couche d'eau superficielle jusqu'à une profondeur de 11 m. a une salinité de 22-25 ‰, mais elle augmente jusqu'à la profondeur de 1.400 m. jusqu'à 38,5 ‰.

L'eau s'écoulant de la Mer de Marmara dans la Mer Noire provient uniquement des couches superficielles, ayant une salinité seulement de 22,4-22,5 ‰. Celle-ci est, en effet, la salinité des couches profondes comprises entre 900 m. et 2.000 m. de la Mer Noire.

Cette constatation a une très grande importance, car, tout en nous permettant de nous expliquer la constitution des eaux de la Mer Noire, elle met en même temps en évidence la grande influence exercée par les eaux saumâtres de la Mer Noire sur les couches superficielles de la Mer de Marmara et de la Mer Egée, donc aussi sur leurs conditions biologiques. En effet, ces trois mers sont dans une interdépendance biologique permanente et dans un échange réciproque, très actif, de faune et de flore.

Pour compléter les explications données relativement aux propriétés des eaux alimentant la Mer Noire, il faut encore ajouter les faits suivants:

1° L'eau douce, apportée par les affluents, ayant une densité moindre, s'étend à la surface, transportée par les courants horizontaux et par les vagues. Elle se mélange lentement à l'eau salée des couches plus profondes et sort après par le Bosphore avec une salinité de 1,70-1,82 ‰. Ce mélange est mieux réalisé là où il existe aussi des courants verticaux de convection. Mais comme ces courants sont absents dans les profondeurs de la Mer Noire, ce mélange ne peut se réaliser que dans les couches supérieures. La température de la couche superficielle est variable, étant influencée par la température atmosphérique.

2° L'eau venue par le Bosphore possède généralement une salinité de 22-23 ‰ et sa température initiale coïncide à celle de l'eau de la Mer de Marmara. Cette eau, ayant une densité supérieure à celle de l'eau superficielle, s'écoule sur le fond et, arrivée aux grandes profondeurs de la Mer Noire, reste là, immobile, conservant ses propriétés initiales de salinité et de température.

L'eau du bassin de la Mer d'Azov étant alimentée abondamment par le fleuve Don, qui draine un territoire de 430.259 kilomètres carrés, est de beaucoup plus douce. Sa salinité varie entre 10,5 et 11 ‰, tandis que dans sa région nord-ouest, en face des embouchures du Don, elle descend jusqu'à 7 ou 10 ‰. L'eau est presque partout homohaline, car dans ce bassin à profondeur peu marquée ne dépassant pas 14 m., les vagues peuvent assurer le mélange des différentes couches d'eau.

Il est intéressant de constater que par le détroit de KERTSCH, reliant la Mer d'Azov à la Mer Noire, s'établit un double courant, analogue à celui du Bosphore. Il existe, ici aussi, un courant superficiel, s'étendant jusqu'à une profondeur de 5 m., qui charrie l'eau adoucie de la Mer d'Azov vers la Mer Noire, et au-dessous de lui un courant contraire d'eau à salinité de 16-17 ‰, transportant l'eau de la Mer Noire dans la Mer d'Azov. Ce sont les résultats des dernières expéditions de КНИПОВИТШ (1922-1926) qui nous ont fait pleinement connaître l'hydrographie de cette mer.

Mes recherches personnelles ont constaté la même structure hydrographique dans tous les Limans, estuaires, lacs littoraux, etc., des côtes Nord et Ouest de la Mer Noire, ainsi que le même double courant d'eau douce et d'eau salée superposées, dans les canaux de communication de ces annexes avec le bassin principal de la Mer.

Après avoir examiné l'origine des eaux d'alimentation avec leurs propriétés respectives, il nous resté à examiner la manière dont elles se mélangent ou se stratifient, pour consti-

tuer un nouveau milieu physique et biologique. Nous esquisserons, donc, sommairement, la structure actuelle des eaux de cette mer, c'est-à-dire: leur stratification, leur densité respective, leur salinité, leur température, leur contenu en oxygène et autres gaz dissous, les courants qui s'y forment, l'influence des agents atmosphériques et les possibilités d'aération dans les différentes couches nécessaires au développement de la vie animale.

La Mer Noire est, selon la juste caractérisation de КНИПОВИТСН, « un unicum hydro-biologique » parmi toutes les mers du globe terrestre. Les raisons sont les suivantes:

a) La conformation de son bassin, profond et dépourvu de communication assez importante avec d'autres mers, qui permettrait une circulation suffisante entre leurs eaux respectives;

b) Le mode d'alimentation de son bassin par deux sources d'eaux, ayant chacune une provenance, partant une salinité, totalement différentes. L'eau salée venant de la Méditerranée s'écoule sur le fond, augmentant la salinité des eaux profondes, tandis que l'eau douce, provenant des affluents et des précipitations, reste à la surface, adoucissant les couches superficielles.

Cette double source d'alimentation avec des eaux de salinité, donc de densité, différentes, provoque la stratification de l'eau dans tout le bassin. C'est précisément cette stratification de l'eau qui donne le caractère particulier de la structure physique de cette mer.

La variation de la salinité, dans les différentes couches de la Mer Noire, est la suivante (fig. 4):

- A 0 m.: 17 à 18,3 ‰.
- A 25 m.: 17,8 ‰ dans le bassin N.-O. et 18,5 ‰ au large.
- A 45 m.: 17,9 ‰ dans le bassin N.-O. et 18,3-19 ‰ au large.
- A 90 m.: 20,3 ‰; 20,8 ‰ en juillet.
- A 180 m.: 21,4 ‰-21,6 ‰.
- A 336 m.: 21,9 ‰-22-1 ‰.
- A 700-2.000 m.: 22,3 ‰-22,5 ‰ (homohaline).

Ces différences de salinité, donc de densité, empêchent totalement, à partir d'une profondeur déterminée, l'établissement d'une circulation verticale oxygénante, qui, dans les autres mers, assure l'aération régulière de l'eau jusqu'aux plus grandes profondeurs, permettant le développement de la vie animale. L'absence d'oxygène, à partir d'une certaine profondeur, favorise la multiplication des bactéries anaérobies, par l'activité desquelles se dégage de H²S qui, à partir d'une profondeur approximative de 180 m., infecte les différentes couches, dont les plus profondes arrivent à contenir l'énorme quantité de 9,58 cc. H²S par litre d'eau.

La couche d'eau superficielle adoucie, malgré l'augmentation de sa densité par le froid d'hiver, reste moins lourde que les couches profondes plus salées et ne peut pas déterminer une circulation verticale suffisante, qui l'entraîne jusqu'au fond. Elle joue ici le rôle d'une couche d'huile isolatrice, empêchant de cette manière l'aération des couches inférieures où l'effet des vagues et des vents ne réussit jamais à pénétrer.

Il résulte donc de ce qui précède que, dans l'étendue de la Mer Noire, s'est réalisée une stratification caractéristique de ses eaux. Chaque couche possède ses limites supérieures et inférieures, chacune est caractérisée par ses propriétés de salinité, densité, tem-

constater, par exemple, que la limite supérieure de la couche à H²S et la limite supérieure de la couche oxygénée se suivent de près, s'entrecroisant en certains points, tandis que leurs profondeurs varient suivant la région considérée. Elles varient de 130 m. sur la côte Sud de la Crimée, jusqu'à une profondeur de 219,5 m. dans les environs de Batoum.

Tout aussi intéressantes sont les variations de la *température* dans les différentes couches de cette mer, qui diffèrent totalement des normes établies.

Dans la Mer Noire, la couche du minimum de température ne correspond pas à la couche la plus profonde, mais elle est située à une profondeur de 45-90 m. La température de cette couche est de 7° C. dans le bassin occidental et de 6° C. dans le bassin oriental. A partir de cette couche de température minimale, la température des couches plus profondes commence à s'élever et au fond on se trouve en présence d'une couche d'eau homotherme, dont la température est de + 9° C. (fig. 6).

La profondeur à laquelle est située la couche du minimum de température varie beaucoup aussi suivant la région considérée et la saison.

Ce que nous avons dit relativement à la limite inférieure de l'oxygène s'applique aussi à la limite supérieure de la couche du H²S. Celle-ci présente aussi une variation régionale; parfois, au voisinage des côtes, elle est plus élevée que dans les portions centrales de la mer. Cette disposition dépend de l'existence de certains courants à direction horizontale, dont nous nous occuperons plus loin.

Immédiatement au-dessus de la limite de H²S s'étend, en certains endroits, une couche peu épaisse contenant certaines bactéries, dénommées des « bactéries sulfuriques », qui possèdent la propriété de transformer, à l'aide de l'oxygène, H²S en H²SO⁴. Cette couche présente aussi une distribution variable suivant l'horizontale et la verticale; très souvent elle est complètement absente ou elle apparaît sous la forme de lentilles dépourvues de toute continuité.

Enfin, la salinité de l'eau varie considérablement aussi en fonction de la région considérée. Il existe des couches de salinité différente, ayant des étendues et des épaisseurs variables dans les différentes régions.

Même la surface de cette mer, à cause des variations de salinité, n'est pas complètement plane. C'est ce que l'océanographe KRÜMMEL a appelé « Dichtigkeitsfläche », c'est-à-dire les variations de hauteur de la surface provoquées par les variations de la densité des couches superficielles. Celle-ci contribue aussi à la formation des courants.

C. — LES COURANTS

Pour se faire une idée plus complète de la structure générale de la Mer Noire et des causes déterminantes de ses variations, il est nécessaire de connaître aussi les courants marins, dont les effets ont une grande importance sur les conditions biologiques.

C'est un fait bien connu par les navigateurs et les pêcheurs, signalé d'ailleurs aussi dans les guides de navigation sur la Mer Noire, qu'il existe dans cette mer des courants de surface qui transportent les eaux de la partie occidentale de ce bassin vers le sud. Une partie de ces eaux occidentales s'écoule par le Bosphore, en temps que le reste continue son chemin vers l'Est, faisant le tour de ce bassin dans une direction opposée à celle des aiguilles d'une montre. Le grand ingénieur Sir CHARLES HARTLEY, lors de la conception de son projet d'amélioration de la navigabilité du bras de Soulina, en 1856, compta même

sur la présence du « courant littoral N.-S. » pour l'utiliser à balayer les alluvions déposées par ce bras dans la Mer en face de son embouchure.

En 1894, au cours d'une expédition russe systématiquement organisée, on a jeté à la Mer soixante-douze bouteilles dans diverses régions. Les quinze qui ont été repêchées ont été examinées par le capitaine A.-N. SKALOVSKI, qui a déterminé pour chacune le chemin parcouru. Il fut alors expérimentalement prouvé qu'il existe dans la Mer Noire des courants constants de surface qui ont une vitesse de 4-5 milles par jour et qu'ils ont une *disposition cyclonale*. Suivant WISSEMANN (*Ann. d'Hydrographie*, 1906), la disposition cyclonale de ces courants est l'effet de la salinité littorale peu élevée et de la direction cyclonale des vents, avec une rotation de 45°, ou plutôt de la résultante de ces causes (KRÜMMEL, vol. II, page 631).

Voici aussi la description de КНИПОВИТСК relative aux courants de cette mer: « Il existe dans la Mer Noire le système suivant de courants. A partir de la région d'en face du Bosphore, part un courant à direction approximative N.-E., suivant la côte d'Anatolie, qui se bifurque bientôt en deux branches: l'une va dans la direction de la côte Sud de la Crimée, l'autre suit la côte vers l'Est. Cette dernière avance le long des côtes sud, est et nord de la moitié orientale de la Mer Noire et, arrivée au sud de la Crimée, se sépare en trois branches: la première se dirige vers le Sud, puis au Sud-Est et s'unit là au courant de la côte sud; la seconde à l'Ouest; la troisième au Nord, et puis, le long des côtes nord de la moitié occidentale de la Mer Noire, se joignent et se déplacent vers le S., S.-E. et E., arrivant dans la région du Bosphore. C'est ainsi que prennent naissance: un courant général, à direction cyclonique, le long des côtes de la Mer Noire et deux courants circulaires, toujours à direction cyclonique, l'un dans la moitié occidentale de la mer, l'autre dans sa moitié orientale, cernant deux régions halostatiques.

« La distribution des courants m'a conduit à la supposition qu'il existe, entre les moitiés occidentale et orientale de la Mer Noire, une région où la limite de la vie, la limite supérieure du domaine de l'hydrogène sulfuré et les isooxygénales se trouvent à une plus grande profondeur qu'à l'Est et Ouest de cet endroit.

« Il résulte donc que, suivant ces suppositions, les limites de la vie et de la région au H²S formeraient deux élévations en forme de coupole, à l'est et à l'ouest, et au milieu une dépression.

« Toutes ces suppositions ont été pleinement confirmées par les travaux de l'expédition. » (*Intern. Revue f. Hydrobiologie*, novembre 1924, p. 345.)

Le courant cyclonal, contournant le bassin de la Mer Noire et progressant du N. au S. le long des côtes ouest, et du S. au N. le long des côtes orientales, tire son origine, en premier lieu, du courant produit par les eaux douces apportées par le Don, le Nipre, le Nistre et le Danube. L'eau amenée par ces fleuves continue à couler en mer, comme si elle était encore endiguée entre ses berges fluviales. En effet, les courants d'eau douce, échappés par les embouchures de ces fleuves, sont déviés à droite par la rotation de la terre et les vents dominants, jusqu'à ce qu'ils se rencontrent et se joignent pour former ensemble, le long de la côte, un grand fleuve, dont une partie du débit s'écoule par le Bosphore, l'autre, continuant son chemin, suit les côtes sud vers l'Est et les côtes nord vers l'Ouest.

Les courants horizontaux existent dans cette mer non seulement à sa surface, mais aussi à une certaine profondeur. Ils sont provoqués par la nécessité de l'établissement d'un état d'équilibre entre les couches d'eau à densité, température, etc., différentes. Ces

courants ne sont pourtant pas du tout étudiés. J'ai mentionné le cas, signalé par KNIPOVITSCH, qui a trouvé, en face des embouchures du Danube, à une profondeur de 15 m., une couche d'eau plus salée que celle du Bosphore, fait qu'il explique par la présence d'un courant, apportant l'eau à salinité plus concentrée de la région du Sud de la Crimée.

En même temps, la longue expérience des pêcheurs nous signale l'existence, près des côtes de la Roumanie, de toute une série de courants, sur lesquels ils comptent pour leur apporter certaines espèces de poissons, à des époques et dans des endroits déterminés.

Mais, à côté de ces courants, plus ou moins permanents, des nouveaux déplacements des différentes masses d'eau sont continuellement provoqués, qui se manifestent par l'apparition de nouveaux courants. En effet, l'état d'équilibre réalisé entre les différentes couches d'eau est très instable et il suffit d'une légère modification, en apparence insignifiante, pour provoquer des déplacements parmi ces couches, produisant des courants.

Il en résulte donc que les différentes eaux constitutives de cette mer, quoique stratifiées à raison de leurs qualités spécifiques nettement définies, sont continuellement en état d'échange de leurs eaux respectives, grâce à l'existence des courants. Tous ces courants, à côté de ceux provoqués par les vents, contribuent énormément à varier l'aspect de la structure physico-chimique des eaux marines et à établir une communication, surtout au point de vue biologique, entre les diverses couches d'eau et leurs biocénoses respectives.

Les courants verticaux, nommés *courants de convection*, qui sont de la plus haute importance dans chaque mer, ne sont pas encore suffisamment étudiés dans la Mer Noire. Je veux pourtant mentionner que j'ai souvent constaté des courants de profondeur, de la catégorie de ceux nommés par J. HANN « *Courants d'Advection* », qui venaient du large, comme un fleuve, avec une très grande vitesse, apportant une eau très froide, avec une odeur prononcée de H²S, et qui provoquent la mortalité du poisson. Les pêcheurs les connaissent bien, à cause des urtications que cette eau leur produit et à cause des dégâts qu'elle leur cause en brûlant leurs filets et leurs voiles. Ce sont probablement des courants venant des couches profondes à H²S ou même de celles à H²SO⁴.

De même, j'ai souvent constaté, près des côtes roumaines, un courant apportant des profondeurs une eau très froide, que nos pêcheurs connaissent et appellent « le courant glacial ». Il se produit après qu'un vent venant de la côte a soufflé pendant quelque temps et a fait baisser le niveau de la mer dans la région côtière. Le 15 juillet 1932, la mer, près de Constantza, avait une température de 23° C. et était visitée par un énorme banc de *Caranx trachurus*. Le 16 juillet, la température a baissé brusquement à 12°, les filets des pêcheurs n'apportaient à la côte que des *Caranx trachurus* et d'autres espèces de poissons mourants et une énorme quantité de *Aurelia aurita*. Cette Méduse ne vit que dans les eaux froides des profondeurs. Cette eau vient probablement de la couche profonde à température minima.

Il serait donc nécessaire d'approfondir l'étude des courants verticaux de convection et d'advection, pour arriver à une connaissance exacte de leurs causes et de leurs effets.

Des courants permanents existent aussi dans des annexes de la Mer Noire. Dans la Mer d'Azov, KNIPOVITSCH a constaté que le courant, sorti par les embouchures du Don, est dévié vers la droite, et suit la côte dans une direction inverse à celle des aiguilles d'une montre. Ce courant transporte une grande masse d'eau douce, dont une partie est

déversée dans la Mer Noire par le détroit de Kertsch, constituant un courant superficiel analogue à celui du Bosphore; le reste, continuant sa route, suit la côte orientale, pour constituer dans cette mer aussi un courant cyclonal.

J'ai constaté que ce phénomène se trouve répété dans toutes les autres annexes de la Mer Noire ayant une alimentation suffisante en eau douce, comme le Liman du Nistre, la Lagune Raselm, les lacs littoraux, etc. Il existe, dans chacune de ces annexes, un courant cyclonique littoral, d'intensité plus ou moins forte, à direction partout inverse au sens des aiguilles d'une montre. Dans toutes les annexes plus ou moins étendues de cette mer s'applique donc la même loi de la déviation vers la droite des courants marins, comme effet de la rotation de la terre. Leurs effets sur les conditions d'existence et sur la distribution de la faune dans ces eaux ne doivent pas nous échapper et doivent être recherchés dans tous leurs détails.

Pour mettre mieux en évidence les différences essentielles et les caractères du milieu biologique que la Mer Noire a créés, je ferai à présent une comparaison sommaire avec la Méditerranée.

Dans la Méditerranée, à l'exception de quelques régions spéciales, l'influence de l'eau douce apportée par les affluents est sans importance, de sorte que la *salinité* de l'eau océanique d'alimentation n'est influencée que par la très forte évaporation existant dans cette région. Elle est ici presque uniforme, homohaline, de 38-39 ‰, jusqu'aux plus grandes profondeurs, un peu plus concentrée seulement dans la couche superficielle, à cause de l'évaporation. La baisse de la température de l'air pendant la nuit et pendant l'hiver, augmentant la densité des couches superficielles, provoque des courants verticaux, qui transportent les eaux bien aérées de la surface jusqu'aux plus grandes profondeurs, de façon que la distribution de la population aérobiotique est possible partout.

Dans la Mer Noire, au contraire, la salinité varie à la surface de 4 ‰, ou 7 ‰, dans les parties supérieures des limans, des estuaires, ou de la Mer d'Azov, jusqu'à 17 ‰ dans la zone littorale en face des bouches des fleuves et à 18,5 ‰ au large. Cette variation de la salinité à la surface est accentuée encore considérablement par la situation géographique de cette mer, qui présente des conditions atmosphériques très variées et même extrêmes. Ici il y a: un climat très âpre dans les régions N. et N.-O., avec un hiver très froid et des vents sibériens, qui font geler souvent la Mer près des côtes, et un climat doux, presque méditerranéen, dans les régions S. et S.-E.; un régime *pluviométrique* variant entre des précipitations annuelles de seulement 300 à 400 mm., à proximité des côtes de la Bessarabie, jusqu'à 1.000 mm. le long des côtes caucasiennes; une évaporation relativement très faible; d'énormes quantités d'eau douce, chargée d'alluvions, déversées par les affluents dans sa moitié nord-ouest; enfin, un régime de vents dominants, qui, aidé par la rotation de la terre, dirige le courant formé par l'eau douce des fleuves, tout autour des côtes de la mer et par le Bosphore dans la Marmara. Tout ceci fait que les variations de la salinité dans les différentes régions sont très grandes et que la surface de cette mer présente, à ce point de vue, l'aspect d'une vraie mosaïque.

Dans les profondeurs, la salinité est en croissance progressive: de 17,8 ‰ à 18,3 ‰ à la surface, elle arrive, à l'isobathe de 180 m., à 21,5 ‰, et dans les grandes profondeurs

à 22,5 ‰. Elle est ici dichohaline et stratifiée. La stratification de l'eau empêche les courants verticaux de descendre dans les profondeurs, de manière que l'aération de l'eau cesse, au large à 100 m. et dans la région littorale au maximum à 200 m.; les possibilités d'existence pour les êtres aérobies cessent donc aussi à partir de ces profondeurs. A partir de ces profondeurs, la Mer Noire est une mer morte.

Dans la *Mer Méditerranée*, la couche de *température minimale* se trouve constamment sur le fond: l'eau ayant ici 13° C., ce qui correspond à la température minimale de l'atmosphère pendant l'hiver. De cette manière, sauf les variations saisonnières, la distribution de la température est presque uniforme ou *Homotherme*. Les oscillations saisonnières de la température atmosphérique se sentent dans la Mer Noire à 1° C. de différence, encore à 200 m. de profondeur, et cessent d'être sensibles à 350 m.

Dans la *Mer Noire*, au contraire, la distribution de la température est *dichotherme*, c'est-à-dire que sa structure est stratifiée en couches superposées comme dans le cas de la salinité. La couche de température minimale oscille ici, suivant les régions et les saisons, entre 45 et 90 m. de profondeur. Elle est de 6° C. dans la région orientale et de 7° C. dans la région occidentale. A partir de cette couche, la température croît jusqu'à 9° C., conservant cette température jusqu'au fond. Du point de vue du régime thermique, les eaux de la Mer Noire, contrairement à celles de la Méditerranée, sont donc divisées en deux parties distinctes, par une couche de température minimale, large de 30 à 40 m., dont l'importance est déterminante aussi au point de vue biologique.

La transparence de l'eau est différente aussi et varie amplement, suivant les régions. Dans la Méditerranée, le disque de Secchi est encore visible à 33 m. (dans la Mer des Sargasses il est visible à 60 m. et dans la Mer du Nord seulement à 20 m.), tandis que dans les régions N.-O. de la Mer Noire, pendant les grandes crues chargées d'alluvions des affluents, il est déjà invisible à quelques mètres de profondeur. Pour les régions où la transparence de l'eau n'est pas influencée par les alluvions, il est nécessaire de faire des observations photométriques, car les observations de SPINDLER et WRANGEL (Zapiski po Hidrografii, vol. 20, 1891) n'étaient basées aussi que sur la visibilité.

La grande quantité de matières alluvionnaires en suspension, presque manquantes dans le bassin principal de la Méditerranée, est ici, dans toute la région de N. et N.-O. de cette mer, d'une telle abondance, qu'elle change complètement les conditions biologiques de cette portion de la Mer. Les matières terrigènes et biogènes, que les affluents transportent des vastes territoires qu'ils drainent, contiennent en grande quantité de l'Azote; c'est précisément sa présence qui détermine, conformément à la *loi du Minimum*, que LIEBIG a établie pour l'Agriculture, et qui est applicable aussi à la mer, la grande productivité en matière vivante de cette région principale de la Mer Noire.

De cette comparaison entre la Mer Noire et la Méditerranée nous pouvons tirer les constatations suivantes:

1° Que la Mer Noire diffère radicalement de toutes les autres mers, autant par la conformation de son bassin et les possibilités d'alimentation, que par la constitution chimique et physique et la possibilité d'aération de ses eaux. A partir de 180 m. de profondeur, elles manquent complètement d'oxygène.

2° Que sa structure physique est extrêmement variée et divisée en une série de régions et de couches d'eau superposées et parfois entremêlées. Chacune de ces régions

ou couches d'eaux ne constitue un habitat ou Biotope spécial, caractérisé par des propriétés bien définies, imposant à la vie des organismes des conditions spéciales d'existence. Au lieu d'un vaste habitat plus ou moins uniforme, comme dans la Méditerranée, on trouve ici un conglomérat de Biotopes différents, séparés les uns des autres par des barrières plus ou moins infranchissables et réunis en même temps par les grands courants de la mer qui les maintiennent en communication.

3° Que la structure biologique de l'habitat correspond à sa structure physique, ayant aussi l'aspect d'une mosaïque ou d'un conglomérat de Biotopes, les espèces composant la population de cette mer n'ayant pas seulement une distribution zonale, mais aussi régionale et verticale. Chaque espèce cherche son habitat là où elle peut trouver la satisfaction optima de ses nécessités physiologiques et là où elle peut mieux accommoder son organisme pour se défendre de ses dangers. Cette structure biologique horizontale et verticale ressemble à une énorme maison avec beaucoup d'étages, chacun d'eux ayant un nombre infini d'appartements, dont les caractères comme habitat varient de l'un à l'autre, d'après leur conformation, situation, ressources en nourritures, possibilités de reproduction, etc. La distribution des espèces est donc déterminée ici plutôt par les facteurs bioécologiques que par les facteurs biogéographiques.

4° Que la structure physique de cette mer, se trouvant dans un état d'équilibre extrêmement instable, elle est sujette aux changements brusques de ses conditions d'existence, exposant ainsi la vie des habitants qui n'y sont pas adaptés à de grands dangers. Une modification quelconque, intervenue dans l'action des facteurs atmosphériques ou hydrographiques, peut provoquer ici subitement une dislocation des couches d'eau, qui, produisant des courants locaux d'eau froide plus salée venus brusquement des profondeurs à la surface, causent la mortalité de myriades d'organismes, même de bancs de poisson, se trouvant, à cette époque, dans la couche d'eau plus chaude de la surface.

5° Que la Mer Noire, grâce à ses affluents, qui collectent les précipités atmosphériques d'une surface de 2,5 millions de kilomètres carrés du continent et apportent une énorme quantité d'alluvions et de substances terrigènes et biogènes, dispose de grandes ressources de nourriture pour ces organismes.

III. — La structure biologique et la population de la Mer Noire

A. — LA GENÈSE, LA COMPOSITION ET LA DENSITÉ DE LA POPULATION

Après avoir exposé les caractères de l'habitat qui déterminent les lois bionomiques de la Mer Noire, nous pouvons constater les effets qu'elles ont produit sur la *genèse*, la *composition* et la *densité de la population* de cette mer.

Comme dérivée de la Mer Pontique et annexe de la Méditerranée, la Mer Noire aurait eu la possibilité d'avoir une faune riche en formes variées. Pourtant nous constatons que, dans la composition actuelle de sa population, il ne s'est conservé que relativement peu de formes des anciennes mers sarmatiques et pontiques, réfugiées comme des reliques dans les eaux saumâtres de l'angle Nord-Ouest. Nous savons aussi que les espèces méditerranéennes ne se sont acclimatées qu'en nombre très restreint : des 400 espèces environ d'Algues de la Méditerranée il y en a seulement 30, puis 2 petites espèces d'Ophiurides, 1 petite Holothurie, 1 Actinie, 4 Méduses, 1 Cténophore, etc., qui aient survécu. Il y manque complètement : les Coraux, Siphonophores, Echinoïdes, Céphalopodes, Ptéropodes, etc. qui pullulent pourtant dans la Méditerranée. Des 350 espèces environ de poissons de la Méditerranée, on n'en trouve dans la Mer Noire que 74 espèces, et parmi celles-ci, pour un grand nombre, il n'est pas encore certain qu'elles s'y sont acclimatées; des Mollusques habitant la Mer Egée, OSTRUMOFF a calculé que seulement 22 % ont pu s'accomoder dans la Mer Noire et à peine 3,6 % dans la Mer d'Azov, etc., etc.

La cause de ce fait réside précisément dans la structure physique de cette mer qui crée ici un milieu d'existence manquant complètement d'uniformité et de stabilité et qui impose à la vie des organismes des conditions extrêmement dures. Elle a érigé toutes sortes d'obstacles et de barrières à leur pénétration, qui ont empêché un nombre considérable d'espèces de vivre et de se reproduire ici et qui ont conduit à une sélection sévère des colonisateurs, suivant les caractères écologiques des espèces. Dans ce milieu n'ont pu résister, pour coloniser ce domaine, que les espèces douées d'une grande vagilité, les « ubiquistes » et les espèces dites « euryoïques » ou « eurybiotiques », qui peuvent supporter des limites larges dans la variation de la salinité, température, oxygénation, etc. Les espèces « stenobiotiques », qui sont habituées à vivre dans un milieu constant et uniforme, ne peuvent pas résister ici, où l'habitat est extrêmement varié et morcelé en un grand nombre de Biotopes, chacun ayant ses lois bionomiques spéciales.

En premier lieu, c'est la structure de la « zone aphotique » de cette mer, avec ses eaux dépourvues complètement d'oxygène et chargées de grandes quantités de H²S, qui a provoqué la mortalité de l'ancienne faune des profondeurs de la Mer Pontienne et a empêché leur nouvelle colonisation par des espèces abyssales de la Méditerranée. A cet effet, toutes les ressources naturelles en matières nutritives de cet immense domaine de 65 % de la surface totale de la mer, composées des substances biogènes apportées et déposées ici sur le fond par les affluents, ainsi que l'énorme quantité de débris orga-

niques provenant des cadavres et des restes de l'activité vitale, tombés continuellement des couches supérieures sur le fond, restent inutilisés et l'économie générale de la mer se solde par un énorme déficit.

Mais elle a empêché, et empêche encore, la colonisation des couches supérieures des eaux de cette mer, nommées la « Zone diaphane ». En effet, toutes les espèces qui pondent dans les grandes profondeurs ou celles qui ont des larves dites « bathypélagiques », dont les nécessités physiologiques exigent un stage dans les eaux profondes, provenant autant de l'ancienne Mer Pontique que de la Méditerranée, n'ont pas trouvé dans la Mer Noire les conditions nécessaires à leur acclimation. Ce sont aussi les nombreuses larves, œufs et alevins, des espèces méditerranéennes, dites « hémipélagiques » ou « méroplanctoniques », entrées par le Bosphore, qui mènent ici pendant un certain temps une vie pélagique, mais qui ne peuvent atteindre la maturité que sur le Benthos des grandes profondeurs. Toutes ces espèces ne peuvent pas se reproduire et s'acclimater dans la Mer Noire, vu la composition chimique de l'eau dans les profondeurs.

Si l'on pouvait contrôler les effets que la structure de la zone aphotique produit, à ce point de vue, sur toutes les espèces d'organismes qui entrent dans cette mer, on pourrait apprécier toute la portée de ces effets, et des espèces qui comptent dans les listes faunistiques de cette mer seraient omises dorénavant. C'est alors qu'on pourrait se rendre compte de la pauvreté réelle en espèces de cette mer.

Il suffit, pour illustrer ces faits, de citer comme exemple les poissons. Parmi les 350 espèces environ qui peuplent le bassin méditerranéen il y a seulement 74 espèces qui ont pu se naturaliser ici. J'ai pu constater pourtant, jusqu'à présent, qu'il y a encore au moins 20 espèces qui, quoique entrant régulièrement par le Bosphore, attirées par la riche nourriture de la Mer Noire, n'ont pu s'y établir, ne trouvant pas les conditions nécessaires à leur ponte et au développement de leurs œufs ou larves. Parmi ces espèces qui ne se reproduisent pas dans les eaux de cette mer, se trouvent des formes apparaissant ici en grands bancs, à proximité de toutes les côtes, à des époques déterminées et ayant une grande importance économique. Je citerai, comme exemple, le Maquereau, *Scomber scomber*, qui forme l'objet d'une des plus riches pêches dans les eaux de toute la région littorale de la Mer Noire et dont les œufs, larves et lieux de reproduction n'ont pas pu être découverts dans les eaux de cette mer. Les études de LOBIANCO sur la Biologie du Maquereau de la Méditerranée ont prouvé pourtant que ces poissons ont des « larves bathypélagiques », qui doivent faire une migration verticale jusqu'à 600 m. de profondeur avant d'arriver à l'âge adulte, ce qui, dans la Mer Noire, ne leur serait pas possible. Ils sont donc dans la Mer Noire des voyageurs en grandes masses mais pas des indigènes.

Il y a toute une série d'autres espèces de poissons de la Méditerranée, telles que *Serranus cabrilla*, *Scorpaena scrofa*, *Callionymus maculatus*, etc., qui sont dans le cas du Maquereau, quoique leurs frères aînés *Serranus scriba*, *Scorpaena porcus* et *Callionymus festivus*, n'ayant pas de larves bathypélagiques, sont naturalisés dans la Mer Noire. Même l'Aiguille, dont on rencontre ici chaque année quelques exemplaires adultes, n'a jamais fourni une montée. En revanche, toutes les espèces de poissons de la Méditerranée qui ont des « œufs phaoplanctoniques », c'est-à-dire qui se développent dans le Plancton de la zone diaphane, se sont complètement naturalisées dans la Mer Noire.

Par contre, un bon nombre d'espèces dont les aïeux étaient habitués, dans leur patrie

primitive, à des conditions pareilles à celles de la Mer Noire actuelle, ont pu s'acclimater facilement dans la Mer Noire.

Dans cette dernière catégorie se trouvent aussi les nombreuses espèces de la Méditerranée, originaires de la sous-région Celtique du Nord de l'Atlantique, considérées comme des reliques de l'époque glaciaire. Elles ont pénétré à certaines époques géologiques dans la Méditerranée et ont pris plus tard, quand le climat est devenu plus chaud, le chemin du Bosphore pour se localiser dans la Mer Noire, où le climat plus âpre, leur rappelant la patrie d'origine, leur convenait mieux. M. SOWINSKI trouve que parmi les 176 espèces de poissons d'origine celtique, vivant dans la Méditerranée, il y en a 46 qui se sont établies dans la Mer Noire; tandis que, des 187 espèces autochtones Méditerranéennes, il n'y a que 17 espèces établies dans la Mer Noire.

L'exemple le plus caractéristique est le Lamelibranche *Modiola phaseolina*, originaire des couches superficielles de la Mer près des côtes de l'Ecosse. Il a émigré pendant l'époque glaciaire dans la Méditerranée et de là, quand le Bosphore fut ouvert, dans la Mer Noire. Maintenant il a presque disparu de la Méditerranée, mais il a pris une énorme extension dans la Mer Noire, à une profondeur de 60-90 m., où il occupe la zone sublittorale, tout autour de cette mer. Il vit ici avec d'autres mollusques, tels que : *Cardium fasciatum*, *Maetra triangula*, *Scrobicularia alba*, *Cerithium*, *Trophon breviatum* et encore quelques Ascidies simples, Ophiurides, 1 Synapte, quelques Annélides à tubes vaseux, 1 Actinie, etc.

En général, suivant la provenance, on a compté que, dans la population actuelle, il y a approximativement 60 % d'espèces méditerranéennes et 40 % de l'ancienne mer pontique, quoique cette proportion varie beaucoup selon les classes et les régions.

Si cette sélection rigoureuse exercée par le régime des lois biotiques, avec l'élimination des formes abyssales et d'un grand nombre des espèces « sténobiotiques », spécialisées aux conditions d'un seul milieu, ainsi que des formes hémipélagiques ou à larves bathypélagiques, etc., a eu un effet si marqué sur la composition qualitative de la population, en réduisant le nombre des espèces, *la densité de sa population n'est pas moindre, quantitativement*, que dans les autres mers. La grande productivité des pêcheries de la région Nord-Ouest de cette mer fournit la preuve la plus évidente que ses ressources considérables en nourriture et matières premières ne restent pas inutilisées. Le petit nombre des espèces est compensé ici richement par le nombre extraordinairement grand des individus. Et il est compensé aussi, pour certaines formes qui ont trouvé ici les conditions optima de leur développement et une faible concurrence pour la nourriture, par la grande taille des individus. Comme exemples : les Acipenserides, et spécialement les *Acipenser huso* sont des esturgeons dont on trouve des exemplaires dépassant le poids de 820 kg., les Aloses, etc.

Ce milieu variable provoque aussi, aux limites des aires de distribution de certaines espèces, la formation de nouvelles variétés. C'est d'ailleurs un fait bien connu dans les autres mers, la tendance à la variabilité dans ces circonstances constituant une règle générale bio-géographique. Ces variétés peuvent s'adapter mieux aux exigences des différents milieux spéciaux afin de pouvoir éviter leurs dangers et exploiter leurs ressources. Nous citons comme exemples : *Alosa pontica*, qui se présente ici avec 6 variétés, ayant chacune une autre distribution régionale et faisant d'autres migrations; *Rhombus maeoticus*, qui dans la mer d'Azov compte, suivant КНИПОВИТШ, 3 variétés; *Acipenser*

Güldenstaedti, pour lequel j'ai constaté aussi plusieurs variétés; les *Gobius* avec leurs innombrables variétés, etc., etc.

La densité de la population est considérablement augmentée aussi par le grand nombre d'organismes, qui, quoique non acclimatés, entrent ici par le Bosphore ou par ses affluents d'eau douce, à certaines époques, attirés par les grandes ressources alimentaires, et restent toute la saison favorable pour se nourrir et se retirer ensuite. Ce sont spécialement les nombreuses espèces de poissons de la Méditerranée, qui font des migrations régulières dans la Mer Noire et qui constituent pendant tout l'été l'objet des grandes pêches partout dans cette mer.

C'est une collaboration biologique dans des proportions énormes entre les deux mers, dont le bilan de l'économie générale de la Mer Noire inscrit : à l'actif, une considérable augmentation de la densité de sa population par une très nombreuse population flottante, une utilisation plus parfaite des ressources naturelles de cette mer et leur mise en valeur par leur transformation en produits de qualité supérieure, dont une grande partie reste dans l'actif de cette mer. Au passif : considérable exportation régulière de matière vivante au profit de l'économie générale de la Méditerranée.

La même chose, se passant avec les poissons migrateurs de la Méditerranée, arrive aussi dans la région N.-O. de cette mer avec les poissons d'eau douce, pendant l'époque des grandes crues des affluents. Au printemps, à partir du mois de Mars, les hautes eaux du Danube sortant en mer, forment une couche flottante au-dessus des eaux salées, qui ne se mélangent qu'après un temps très long et couvrent ainsi des surfaces considérables. A cette époque on trouve ici non seulement tous les poissons des lacs et des bras du Delta, mais même des espèces qui vivent régulièrement dans les hautes rivières de l'intérieur du pays, telles que : *Lota vulgaris*, *Aspro*, *Cobitis taenia*, *Gobio uranoscopus* et *G. vulgaris*, *Acerina Schraetzri* et *A. rossica*, *Barbus fluviatilis*, etc., etc. Toutes ces espèces viennent ici attirées par l'abondance de la nourriture, et la pêche dans les baies donne des récoltes extrêmement abondantes en poisson d'eau douce. L'eau à la surface n'a qu'une salinité de 4 à 7 %, mais elle augmente vite en dessous, de manière que sur le fond, qui est à 10 ou 15 m. de profondeur, elle arrive à 17 ou 18 %. Là on ne trouve que des espèces de poissons de mer, telles que : *Rhomus*, *Raja*, *Gobius*, *Acipenserides*, etc., ainsi que, dans le Necton, des masses énormes d'*Alosa pontica* et *Alosa Nordmani*, qui se rassemblent ici pour entrer en bandes dans les bras du Danube. Nous avons ainsi dans le même endroit, en même temps, trois faunes différentes superposées. Toutes ces espèces d'eau douce augmentent donc, pendant une période assez longue de l'année, la densité de la population de la Mer et mettent en valeur leurs richesses extraordinaires de nourriture, l'économie générale faisant le même bilan qu'au Bosphore.

Enfin les annexes de cette mer, dont j'ai décrit les conditions physiques et biologiques dans d'autres publications, ont aussi une très grande importance pour l'augmentation de la densité de la population et pour le développement de tout l'ensemble de la vie dans la Mer Noire. Elles ont chacune leur faune et flore spéciale qui dépendent de la salinité de leurs eaux, la plupart ayant de l'eau saumâtre et abritant principalement les restes de l'ancienne mer pontique, comme cela arrive dans la Mer d'Azov, le Liman du Nistre, le lac Sinoe, etc. Elles constituent, comme Knipovitsch l'a très bien caractérisé pour la Mer d'Azov, « le meilleur pâturage pour les poissons de la Mer Noire ». Mais elles représentent en même temps les meilleures frayères naturelles pour un grand nombre d'espèces

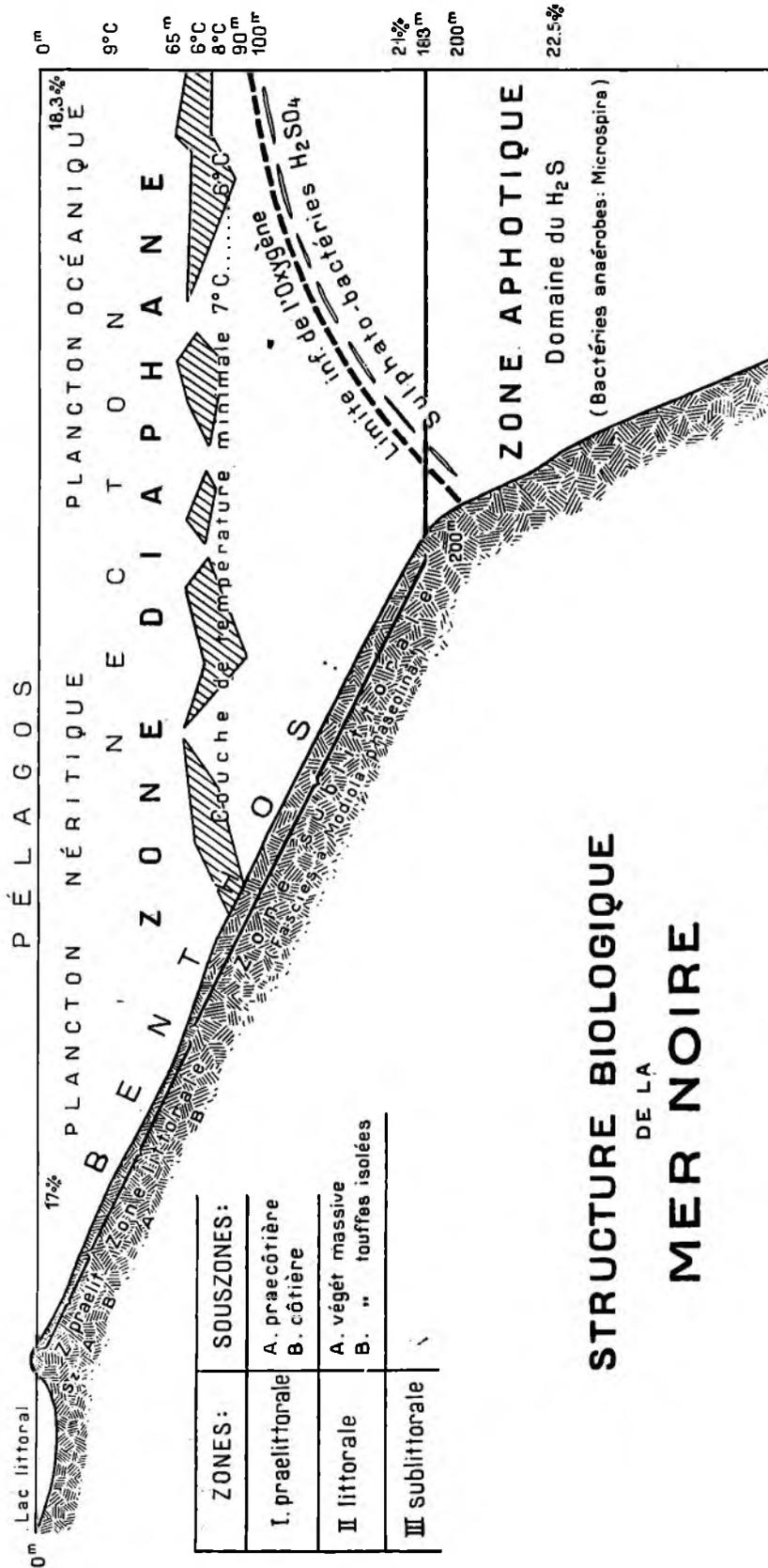


Fig. 7.

de poissons migrateurs, telles que les 5 espèces de Mulets (*Mugil*), les Plies (*Pleuronectes flesus*), certaines espèces de Gobiidés, etc. Pour la nourriture elles sont visitées autant par un nombre de poissons d'eau douce, et spécialement la Carpe et le Sandre (*Lucio-perca sandra*), qui donnent ici des productions énormes, comme dans le lac Razelm, que par les poissons de mer, tels que l'*Acipenser stellatus*, qui forme la production principale de la Mer d'Azov, et un grand nombre d'autres espèces marines euryhalines.

Par tous ces moyens et d'autres encore, la densité de la population de la Mer Noire, dans sa zone diaphane, peut rivaliser avec toutes les mers.

B. — LA DISTRIBUTION DE LA POPULATION

Après avoir montré de quelle manière le régime des lois bionomiques du milieu physique a déterminé la genèse, la composition et la densité de la population de la Mer Noire, il nous reste encore à examiner de quelle manière ces lois ont déterminé ici sa distribution, suivant les caractères spéciaux de l'Habitat.

Je me bornerai à faire ici seulement quelques constatations générales et à mettre en relief les principes et les différences entre la distribution de la population dans la Mer Noire et les autres mers.

Comme dans toutes les mers, le milieu se partage en deux grandes zones : 1° la *Zone diaphane*, c'est-à-dire la couche superficielle traversée par les rayons lumineux, qui s'étend ici jusqu'à l'isobathe de 180 m.; et 2° la *Zone aphotique*, ou la Mer obscure des grandes profondeurs, à partir de l'isobathe de 180 m. (Fig. 7).

Nous avons montré que dans cette mer, entre ces deux zones, il y a une différence radicale : l'une, ayant l'eau bien aérée, abrite une population abondante; l'autre, dont les eaux manquent complètement d'aération et contiennent des quantités très grandes de H²S, jusqu'à 9,5 cm³ par litre, n'a pas d'autres habitants que les bactéries anaérobies, qui ont accaparé exclusivement ce domaine. On pourrait l'appeler aussi « la Mer Azoi-que ».

Pour caractériser la vie dans cette zone, il suffit seulement d'ajouter que, d'après les recherches de ZELINSCHI et BRUSILOVSKI, ce serait la bactérie anaérobie nommée par eux « *Bacterium Hydrosulfuricum ponticum* » qui produit de grandes quantités de H²S lors de la décomposition des matières organiques. Le Prof. ISSATCENKO, a trouvé pourtant que les grandes quantités de H²S sont produites par la réduction directe des Sulfates, due à l'activité des Bactéries du genre *Microspira*, tandis que les bactéries qui produisent du H²S par la décomposition des matières organiques ont une importance moindre et disparaissent complètement à partir d'une profondeur de 125 à 150 m.

Dans la *Zone diaphane*, la vie se présente avec une grande ampleur; mais sa structure biologique, correspondant à sa structure physique, est aussi complètement différente de celle des autres mers.

En premier lieu, c'est sa limite biologique inférieure qui ne coïncide pas toujours avec la limite physique, c'est-à-dire avec l'isobathe de 180 m. La vraie limite biologique entre les deux mers est formée par la limite inférieure de l'oxygène, c'est-à-dire par la limite de la vie. Celle-ci présente pourtant des oscillations remarquables, suivant les régions, saisons, etc. Le profil d'une section hydrobiologique, relevée par КНИПОВИТШ, sur une distance de 140 kilomètres au Sud-Est du Déroit de КЕРТСЧ, que j'ai reproduit dans la Fig. 5 (page 68) montre les oscillations en profondeur de ces limites.

KNIPOVITSCH a trouvé dans le bassin oriental la limite de la vie aux profondeurs suivantes : à Novorossjsck, près de la côte caucasienne, elle est à 165-175 m.; dans la région de Batoum de 150-162 m.; près de Gelandjic de 212,5 à 200 m. Pour le bassin occidental les dates précises manquent. Immédiatement au-dessus de la couche supérieure en H²S dans la couche la plus basse, où l'on rencontre encore des traces d'oxygène, s'intercale une mince couche, souvent avec des interruptions, où une nouvelle catégorie de bactéries, les Sulfatobactéries, ont créé leur royaume, en transformant le H²S en H²SO⁴ à l'aide de l'oxygène disponible. Cette couche joue aussi un rôle dans la structure biologique de cette mer.

Comme dans toutes les mers, la population se divise en : « *Population benthique* », qui vit sur le fond ou « *le Benthos* », et « *Population pélagique* », qui vit dans les grandes masses d'eau, nommées *le Pélagos*; et qui se divise en « *Plancton* » et « *Necton* ». Conformément à la structure physique du Benthos et du Pélagos, si variée dans cette mer, la distribution de la population est extrêmement variée aussi. Elle ne varie pas seulement suivant les zones naturelles, « *la distribution zonale* », mais aussi d'après les régions, profondeurs, nature pétrographique et constitution physique des sédiments, nature et quantités des alluvions et transparence de l'eau, structure et variations thermique, oxygénation et gaz en suspension, etc., etc.

Comme nous l'avons déjà montré, le milieu dans cette mer étant divisé en un nombre infini de Biotopes, autant sur le Benthos que dans le Pélagos, la population est distribuée aussi, d'après les caractères écologiques des espèces et les exigences de ces Biotopes, en un nombre infini d'associations biologiques, qu'on a nommées « *Biocénoses* », qui peuplent et exploitent les ressources naturelles de ces Biotopes. La formation et l'organisation de ces associations est déterminée autant par la nature des différents « *Faciès* » que par la totalité des autres facteurs qui dictent les lois bionomiques et ont chacun leur rôle déterminant.

1) *La vie sur le Benthos.*

Tenant compte de l'influence de la totalité des facteurs caractéristiques de cette mer, nous croyons nécessaire de délimiter les zones naturelles du Benthos de la manière suivante :

1° *La Zone pré littorale*, qui s'étend de la ligne des côtes jusqu'à la profondeur de 10 m. Elle est composée d'une sous-zone qui reste toujours submergée, « *La sous-zone côtière* », et d'une sous-zone, formée sur la côte par une bande étroite de terre qui est rarement submergée et dont la population mène une vie amphibiotique, « *La sous-zone précôtière* ».

Cette zone est la grande usine où la mer prépare et mélange ses sédiments, des matériaux minéraux et organiques fournis autant par la côte que par la mer et par les affluents. La vie est exposée ici à de grands dangers, surtout ceux de la force des vagues, des gelées pendant l'hiver et des courants froids locaux venant des couches profondes. Mais il y a aussi de grands avantages : riche végétation; lumière plus intense; absorption d'un plus grand nombre de calories; oxygénation parfaite; abondance de nourriture, fertilisée aussi par le courant littoral cyclonal qui apporte de grandes quantités de Nitrates, Nitrites, Ammoniaque, etc.; excellentes frayères, aussi pour les organismes et spécialement les poissons (par ex. le Turbot, etc.) des eaux plus profondes qui, par distinction de la Méditerranée, viennent régulièrement dans les eaux côtières pour pondre;

plus grande densité de la population, augmentée aussi par les formes Nectoniques qui viennent ici dans les saisons calmes des autres zones, etc. Les « Faciès » formés par les différents sédiments sont ici nombreux, peu étendus et alternent entre eux, donnant au fond l'aspect général d'une mosaïque. Des portions couvertes par des végétations massives diverses de *Zostera*, *Potamogeton* et différentes espèces d'Algues, alternent avec des fonds rocheux ou pierreux, des bancs d'alluvions, ou déserts de sable et coquillage.

2° *La zone littorale*, jusqu'à la limite de la végétation, en général 70 m. de profondeur, peut être divisée en deux sous-zones: a) « La sous-zone supérieure », qui s'étend jusqu'à la limite où la végétation se trouve en massifs continus, généralement à 45-50 m. Celle-ci correspond aussi avec la limite extrême de l'influence des vagues: « *Sous-zone des massifs de végétation* »; et b) La sous-zone inférieure, où la végétation benthique se trouve seulement en touffes isolées: « *Sous-zone de la végétation en touffes isolées* ».

Les conditions d'existence dans cette zone sont excellentes: les dangers de la zone pré-littorale sont ici presque éliminés; oxygénation parfaite, autant par les courants verticaux que par l'activité vitale de la végétation; nourriture très abondante, entretenue autant par les riches apports de substances azotées des affluents que par l'énorme quantité des cadavres et des restes de l'activité vitale du Plancton et du Necton, qui tombent continuellement des couches supérieures.

Les conditions biologiques, quoique moins variables que dans la zone précédente, ont aussi une plus grande variation ici que dans les zones similaires des autres mers, car la nature et la structure des sédiments et leur alternance est beaucoup plus variée. Les fonds sableux et limoneux sont souvent, sur de grandes étendues, couverts par des bancs de *Mytilus* formant des Biocénoses spéciales. Voici la description que Sir JOHN MURRAY donne, d'après un manuscrit d'ANDROUSSOV, de la distribution des sédiments dans cette zone: « En général, dans la Mer Noire, les sédiments lourds (sable avec gravier) ont une distribution très limitée. Le sable pur se trouve seulement dans les eaux très peu profondes, la limite inférieure de sa distribution étant dans les profondeurs suivantes: à Laspi 18 m., à Sudak 20 m., à Koktebel 15 m., au Cap Koder 35 m. Seulement dans la partie Nord-Ouest de la mer, le sable a une grande largeur, jusqu'à 60 kilomètres, et il s'étend jusqu'à une profondeur de 58 fath. en face de l'embouchure du Bosphore. Les bancs de coquilles se trouvent spécialement dans la zone du sable (avec *Ostrea*, *Pecten* et *Mytilus*). Tout le reste du fond est couvert de vase (« Mud »), dont le caractère varie d'après la profondeur et la situation » (MURRAY, l. c., p. 691).

Tous ces fonds, étendus ou restreints, de la région littorale, couverts ou non de végétation, avec des sédiments de nature et d'origine différentes, avec des positions différentes, etc., représentent tout autant de « Faciès » de la Mer Noire et chacun constitue au moins un autre Biotope, avec des caractères et des conditions d'existence différents et avec des densités de la population différentes.

3° *La zone sublittorale* va de l'isobathe de 70 m. jusqu'à celui de 180 m. Le Benthos y devient de plus en plus monotone. L'effet de la lumière et des mouvements de l'eau est presque nul; l'oxygénation de l'eau par des courants verticaux décroît avec la profondeur; la température est celle de la couche de température minimale de cette mer. Même la nature du fond est ici uniforme. ANDROUSSOV donne la description suivante:

« A partir d'une profondeur de 35 fath. (60,5 m.) jusqu'à la ligne du plateau continental, tout autour de la Mer Noire, existe un fond uniforme, couvert d'une vase fine, de

couleur violette quand elle est fraîche, qui est plein de coquillages et de *Modiola phaseolina* vivants. »

La population, très pauvre en espèces, est pourtant assez riche en individus, de sorte que, dans cette zone, se trouvent des endroits où les jeunes Acipensérides, et spécialement les *Acipenser huso*, passent leur vie jusqu'à la maturité sexuelle, se nourrissant spécialement de ces mollusques. De même les Turbots hivernent ici.

Dans la zone sublittorale la ressource primordiale de nourriture est constituée seulement par les cadavres du Plancton qui tombent des couches supérieures. En revanche, les larves de la plupart des Mollusques, Crustacés, et d'autres organismes vivant ici, mènent une vie planctonique dans les couches supérieures, se nourrissant jusqu'à leur maturité, quand elles reprennent la vie benthonique.

2) La vie dans le Pélagos.

Les grandes masses d'eau de la zone pélagique sont l'habitat du Plancton et du Necton, qui présentent ici des caractères tout à fait particuliers, déterminant une distribution de la population complètement différente de celle des autres mers.

Comme dans toutes les mers, dans la région du plateau continental, le nombre des espèces et la densité du Plancton sont considérablement augmentés par les « formes Néritiques » ou « Méroplanctoniques », qui mènent pendant un certain stade de leur évolution individuelle une vie benthique. La composition qualitative du Plancton dans les différentes régions de cette zone dépend donc aussi des espèces qui forment la population du Benthos de la région respective et varie aussi de la même manière. Dans la *région centrale de la Mer*, où la vie benthonique manque et les formes néritiques aussi, le Plancton est plus monotone et plus pauvre en espèces.

Dans les deux régions, l'eau étant stratifiée en couches superposées de différents caractères physiques, la quantité et la qualité du Plancton, ainsi que sa distribution, varient aussi verticalement, chaque étage ayant sa population spéciale, constituant donc un ou plusieurs Biotopes spéciaux. La distribution, la composition et la densité du Plancton varient aussi suivant les saisons, les mois et même suivant le jour et la nuit. Les agents atmosphériques ont une grande influence sur cette distribution horizontale et verticale.

La situation géographique et la structure physique, uniques, de cette mer provoquent donc une composition, distribution et migration tout à fait spéciale du Plancton, de sorte qu'il est complètement différent, dans sa structure et ses mouvements, du Plancton des autres mers.

Les études remarquables de ZERNOV, dans la région de Sevastopol, en 1908 et 1910, les résultats des recherches dans deux cents stations de l'expédition de KNIPOVITSCH et TCHOUGUNOV, les études de NIKITINE, SKVORZOFF, RUBINSTEIN, etc., nous montrent que, en comparaison de la Méditerranée, il y a ici des différences radicales. ZERNOV trouve même que la distribution du Plancton dans la Mer Noire a plutôt le caractère des mers du Nord de l'Europe. Il constate qu'il y a ici chaque année deux « Maxima de développement » du Plancton dans la couche supérieure, comme dans les mers du Nord, tandis que dans la Méditerranée il n'y a qu'un seul maximum, en hiver.

Tout ceci montre que le milieu d'existence est ici extrêmement changeant et que les agents atmosphériques, et spécialement la température basse de l'hiver, ont une influence

déterminante. Ici le Pélagos est pour le Plancton un habitat tout à fait particulier, qui lui impose des conditions beaucoup plus dures que dans les mers chaudes.

Pourtant, le Plancton de la Mer Noire a une densité très grande, parce qu'il y a un certain nombre de formes qui ont trouvé la possibilité de s'adapter à ces conditions spéciales. D'une grande importance est aussi le fait que le Plancton contient ici beaucoup d'Algues, et spécialement des Diatomées, et qu'il y a un Nanoplancton très abondant, ainsi qu'une énorme quantité de *Noctiluca miliaris*; dont les vacuoles ont été trouvées pleines de Nanoplancton, par ZERNOV. Il pense que les *Noctiluca* remplacent ici les *Appendicularia* des autres mers.

Tous ces faits ont une importance décisive pour éclaircir la question du circuit vital dans les eaux de cette mer et des bases biologiques de sa productivité. La richesse du Plancton, qui est à la base de l'abondance de la nourriture dans cette mer, représente le grand avantage de cet habitat, qui attire ici aussi un très abondant Necton, et spécialement les nombreuses espèces de poissons migrateurs de la Méditerranée. Mais, la richesse du Necton dépendant de la richesse et de la distribution du Plancton dans les différentes couches et profondeurs et dans les différentes saisons, ce n'est qu'en connaissant bien l'écologie du Plancton qu'on pourra connaître aussi les migrations du Necton. Cela veut dire qu'on pourra préciser les endroits où se trouvent les différentes espèces de poissons à chaque époque et qu'on pourra par suite donner une base scientifique à l'exploitation de cette richesse.

C. — LA VIE COLLECTIVE DE LA POPULATION ET LA BIOLOGIE GÉNÉRALE DE LA MER NOIRE

Jusqu'ici, nous avons montré le développement que la vie a pu prendre sous le régime bionomique spécial qui domine dans la Mer Noire et qui a déterminé la composition, la densité et la distribution de la population dans les différentes régions et profondeurs de cette mer. Il me reste encore à montrer par quels moyens spéciaux cette population peut, utilisant les qualités écologiques des espèces qui la composent, arriver à un maximum et optimum de résultats dans l'exploitation des ressources naturelles de cette mer.

C'est une question très vaste, mais je dois me contenter d'un exposé très sommaire, réduit au nécessaire, pour vous montrer aussi sous cet aspect l'organisation de la vie dans la Mer Noire et pour compléter ainsi le tableau de sa Biologie générale.

D'après ce que nous avons constaté, la Mer Noire est divisée horizontalement et verticalement en un grand nombre de Biotopes, chacun posant une série de problèmes spéciaux pour l'exploitation intensive et la mise en valeur de leurs ressources naturelles par ses habitants. Cette exploitation demande aux individus des différentes espèces une « spécialisation » et une « préparation préalable », pour être en état de satisfaire ses exigences et aussi une densité optima de la population de ce biotope. Mais elle demande encore une organisation spéciale de l'effort de la population, d'après le principe de la spécialisation et de la division du travail.

Nous avons montré que la densité et la composition de la population de chaque biotope sont réellement déterminées par les conditions qu'il impose et par les ressources qu'il offre. L'organisation nécessaire à l'exploitation de ces ressources est déterminée aussi par ces mêmes facteurs. En effet, un examen minutieux de l'activité des organismes dans leur biotope nous a montré que cette organisation existe partout, et même sur une

très vaste échelle. Le grand organisateur est la nature même, avec ses lois immuables, dont l'ensemble constitue la Bionomie de cette mer. Le moyen est la sélection naturelle.

Grâce à l'influence qu'elle a exercé pendant des millions d'années, les moindres Biotopes sont occupés par les êtres qui correspondent le mieux à leurs conditions et dont les aptitudes sont mieux « spécialisées » pour exploiter leurs ressources naturelles.

Pour se faire une idée concrète de cette parfaite adaptation de la population aux nécessités du Biotope, il suffit de vous rappeler les moyens d'accommodation du Phytoplancton en vue d'une utilisation intensive des rayons solaires dans toutes les couches d'eau, afin de transformer les substances inorganiques en matière vivante.

Cette « spécialisation » de la population, et sa « répartition » de manière qu'elle puisse correspondre à toutes les nécessités de l'exploitation des ressources du milieu, se trouve dans chacun des moindres biotopes qui composent le milieu total de cette mer.

Mais, même avec cette sélection de la nature, le travail individuel seul ne peut pas suffire pour une pareille exploitation intensive. Il faut encore une collaboration de toutes les espèces qui vivent dans ce biotope, organisée d'après le principe de la spécialisation et de la division du travail. Cette organisation existe aussi, et c'est toujours la nature, avec ses lois rigides et avec la sélection naturelle, qui l'a créée.

Pour se convaincre, on n'a qu'à faire une expérience très facile. On jette dans la mer un cadavre suspendu à une corde, qui devient de cette manière aussi un biotope spécial et, après quelques heures, on le relève pour l'examiner. On trouve alors toute une faune spéciale occupée à dévorer ce cadavre (la faune des cadavres), dont les espèces sont des Monophages, spécialisées pour chaque organe, la chair, les entrailles, les os, les poils, etc. Cette « équipe de spécialistes » termine vite le travail et se disperse.

Cette expérience peut nous montrer pourtant un phénomène général qui se passe dans des proportions vastes sur tout le fond habité de la mer et où ces « spécialistes » utilisent les énormes quantités de cadavres du Plancton et du Necton, tombant continuellement comme une pluie abondante, et qui constituent l'unique source de nourriture pour entretenir la vie dans les profondeurs.

Chaque partie du Benthos qui constitue un Biotope à part a ses ressources à mettre en exploitation, et aussi sa population spéciale de « spécialistes » préparés à accomplir cette tâche, par un travail collectif organisé. Tous les « Faciès » et « Formations » que nous distinguons sur le Benthos ont leurs faune et flore spécialement adaptées et organisées pour mettre en valeur leurs ressources. La même chose s'observe dans les différentes couches du Pélagos.

Pour un travail collectif, il faut avant tout une « Association » de plusieurs individus d'une ou plusieurs espèces et, pour constituer une Association, il faut que les membres qui la composent soient « sociables ». « La Sociabilité » est une qualité plus ou moins générale qui a dû être sélectionnée aussi par les rigueurs des lois naturelles.

Je crois même que nous pouvons affirmer que la sociabilité est une qualité primordiale, inhérente à tous les êtres vivants, et que chaque être ne peut pas vivre isolé sans avoir besoin de l'activité vitale d'un autre.

Ces relations de dépendance entre les individus, le « *Interindividuel* », doivent faire l'objet de recherches spéciales, minutieuses, pour nous conduire à une explication de la structure sociale du monde des êtres vivants et de l'unité que ce monde forme à la surface du globe.

La science qui aura à s'occuper de ces recherches sera la « *Biosociologie* ». C'est la

tâche de cette nouvelle science, branche de la Biologie générale, de trouver les lois qui gouvernent les différentes formes d'association des organismes, qui déterminent leur formation et qui règlent leur fonctionnement et leur disparition.

C'est elle aussi qui constatera les relations d'interdépendance, qui se sont établies entre les différentes associations qui couvrent la terre, pour mettre en évidence l'unité de la vie et de ses manifestations dans la Biosphère de notre planète.

Depuis que MÖBIUS, en 1874, en étudiant les bancs d'huitres des mers du Nord, a constaté que tous les organismes qui vivent ensemble dans ces bancs forment une Association, qu'il a nommée « *Biocénose* », l'étude de ces Associations dans toutes les mers fait l'objet des recherches des naturalistes.

Dans la Mer Noire, c'est ZERNOV qui, étudiant les Faciès biologiques du fond de cette mer, a décrit huit types de Biocénoses. D'autres reconnaissent le droit d'existence seulement à sept Biocénoses, ou même à trois, d'après les Faciès: pierreux, sablonneux et vaseux. On fait pourtant ici une confusion entre le Faciès et la Biocénose, car, en réalité, ce sont deux notions complètement différentes, l'une concernant le Biotope, c'est-à-dire l'habitat, est une notion géographique, tandis que l'autre, concernant la population, est une notion biologique.

D'après les explications que nous avons données, il résulte que le bassin de la Mer Noire n'est pas divisé seulement en huit, ou sept, ou même trois types d'habitat. Il se divise, en réalité, en un très grand nombre d'habitats, où les conditions d'existence dans leur ensemble sont différentes et où les problèmes qu'ils imposent à l'activité de la population sont aussi différents.

Nous employons ici le nom de « *Biocénose* » pour toutes les Associations ayant un but déterminé, imposé par un biotope bien circonscrit et formant des unités biologiques séparées, chacune ayant la composition, la densité et les caractères écologiques de la population bien précis.

La question des associations d'organismes doit être abordée aussi d'un autre point de vue, non moins intéressant.

L'activité vitale de chaque organisme peut être considérée en même temps comme une sorte « d'activité économique »; on peut parler aussi ici d'une production, circulation, distribution et consommation des produits de cette activité. Les matières premières sont les ressources du milieu que l'activité vitale de chaque organisme doit mettre en valeur. Les mêmes associations d'individus et d'espèces qui font l'objet de la « Biosociologie » font aussi l'objet de la « *Bioéconomie* ». On peut parler d'une « Bioéconomie individuelle », ainsi que d'une « Bioéconomie régionale » (des Biotopes), ou d'une « Bioéconomie générale ». Dans le même ordre d'idées, comme on peut parler de la « *Structure biosociologique* », on peut parler aussi de la « *Structure Bioéconomique* » de la Mer Noire.

Quelle est donc cette structure, quel est le mécanisme de la production et quelle est la circulation générale bioéconomique dans les eaux de la Mer Noire?

Nous avons montré jusqu'ici que le bassin total de cette mer, à cause de sa nature variée, est divisé en un grand nombre de Biotopes différentes, caractérisés chacun par des conditions et des possibilités d'existence différentes. Chaque biotope est habité par une population spéciale, à la suite d'un triage rigoureux par la sélection naturelle, et groupée en une association sociale et économique. Chaque biotope, avec la population qui l'habite, forme une « Unité de vie et de production », et la nature de sa production est déterminée par la nature des matières premières dont il dispose.

Toutes ces « unités de vie et de production », quoique capables de vivre par leurs propres moyens, sont en relation d'échange avec les autres. Elles se trouvent dans un état d'interdépendance.

Comme dans toutes les mers, ici aussi, les grands profiteurs de toute la production locale de ces unités biologiques sont en général les poissons locaux, caractéristiques pour chaque Biotope. Ce sont eux qui transforment ici, en dernière instance, les produits de leur biotope dans des produits de qualité supérieure.

Mais les choses ne s'arrêtent pas ici. La Mer Noire, grâce à sa constitution spéciale, dispose d'un mécanisme de production qui lui permet, même avec les grands inconvénients de sa structure physique, d'arriver à une production assez élevée. Pour expliquer ce mécanisme, il faut que je fasse une digression.

Dans une conférence que j'ai faite au Congrès International de Zoologie de 1927, à Budapest: « Sur les bases biologiques et le mécanisme de la production du poisson dans les eaux du bassin du Danube », j'ai montré que ce bassin est composé par un grand nombre d'unités, lacs permanents, lacs temporaires, canaux, terrains inondables, lagunes, lit du fleuve, etc., et que, pendant les basses eaux, quand ces unités sont isolées, chacune forme un Biotope et est habitée par une biocénose spéciale; celle-ci a pour but de transformer les ressources naturelles locales en différents organismes qui servent, en dernière instance, à la nutrition des poissons locaux.

Pendant les inondations, pourtant, toutes ces unités communiquent entre elles, formant une unité supérieure, et les poissons migrateurs du Danube se dispersent alors partout, pour profiter des conditions biologiques, extrêmement favorables, qui se créent. Les unités, auparavant isolées, prennent à présent chacune un rôle spécial pour satisfaire les nécessités de reproduction et de nutrition des poissons migrateurs. C'est comme dans la série d'étangs du pisciculteur, qui a installé d'autres bassins pour la reproduction, d'autres pour l'alimentation des alevins, etc. La production s'accroît de cette manière, par cette spécialisation des bassins d'élevage organisée par la nature, non seulement en proportion directe de la surface plus étendue couverte par l'eau d'inondations, mais elle se trouve augmentée encore en proportion géométrique. La possibilité qui est ouverte par l'inondation aux poissons migrateurs de profiter de tous les avantages offerts par chaque biotope et d'utiliser leur production locale pour la transformer en production de qualité supérieure, nous donne l'explication de cette augmentation de la production en proportion géométrique de la surface inondée.

Cette conclusion synthétique, à laquelle je suis arrivé après de longues recherches spéciales sur la Biologie du Danube, m'a ouvert les yeux pour voir aussi le mécanisme de la production générale de la Mer Noire. En effet, toutes les variations des caractères de l'habitat, dans les différents biotopes de la Mer Noire, font que la plupart des espèces qui composent leur population sont des formes « *sténo-oïques* » ou « *sténotopes* », c'est-à-dire des formes complètement spécialisées pour leur milieu, mais ne pouvant supporter la vie dans un autre milieu. Elles donnent dans leur Biotope le maximum et optimum de production, mais sorties de là, elles tombent dans la lutte pour l'existence. Dans cette catégorie entre la majorité des espèces qui composent la population benthonique et même planctonique.

Il y a pourtant dans cette mer un grand nombre d'espèces nectoniques, qui sont « euryoïques » ou « eurytopes » et qui supportent le séjour dans tous les milieux, même les plus extrêmes. Ce sont pour la plupart des poissons migrateurs, qui ne sont pas

liés à un endroit déterminé et qui sont en état de choisir, pour la satisfaction de leurs nécessités physiologiques, les endroits les plus convenables. Ces espèces jouent ici le même rôle que les poissons migrateurs du bassin du Danube et utilisent toute la production des différents biotopes, pour la transformer en des produits d'une valeur supérieure.

C'est de cette manière que les productions locales sont mises en circulation et entrent dans le circuit vital général de la mer.

Cette mer n'est pas pourtant autarchique. Nous avons montré qu'elle est en intense échange biologique, toujours par l'intermédiaire des poissons migrateurs, autant avec les annexes et affluents, où elle exporte de grandes quantités de poisson en échange des excellentes frayères qui lui sont offertes dans ces eaux, qu'avec la Méditerranée, d'où elle reçoit une grande quantité de poisson en échange d'une riche exportation de ses ressources alimentaires planctoniques, servant à la nourriture de cette population passagère.

Mais le circuit vital général de cette mer ne se ferme pas ici. Les poissons qui utilisent et transforment la production spéciale des différents biotopes servent, à leur tour, de nourriture à d'autres animaux supérieurs, tels que: les oiseaux aquatiques, les trois espèces de Dauphins (*Delphinus delphis* L., *Delphinus tursio* Fabr., et *Phocaena communis* Less.), le Phoque de la Mer Noire (*Monachus albiventer*), etc., et, en dernière instance, à l'homme. Par ce fait, l'homme entre donc aussi dans cette grande Biocénose constituée par la population de la Mer Noire.

L'homme a inventé ici, depuis les temps les plus reculés, les méthodes de pêche convenables pour arriver à une exploitation rationnelle de cette énorme richesse, que la Mer lui prépare avec tant de soin et qui lui est indispensable pour sa prospérité et sa domination sur la terre. L'inscription trouvée à la porte principale de la ville de Istrios, datée de l'an 600 av. J.-C., nous a fait voir les grandes quantités de poisson que cette colonie grecque, située aux bouches du Danube, devait fournir alors chaque année à sa patrie d'origine. Aujourd'hui, le caviar des esturgeons de la Mer Noire est servi dans tous les grands restaurants de New-York et le Mulet des lagunes du Danube se consomme principalement en Egypte. Les produits de la Mer Noire sont donc entrés dans la grande circulation, suivant les routes du commerce mondial.

Cet agrandissement de la circulation des produits de la Mer Noire par l'intervention de l'homme ne représente pas pourtant un déficit dans le bilan de sa Bioéconomie générale. Car les affluents qui déversent dans son bassin les eaux des précipitations atmosphériques, tombées sur une surface de deux millions et demi de kilomètres carrés du continent, lui apportent aussi, en solution ou en suspension, comme des substances biogènes, tous les restes de l'activité vitale déployée sur cette portion de la terre. Le Danube, à lui seul, apporte chaque année une quantité d'alluvions, mêlées de substances organiques, qui suffirait à couvrir toute la surface de la Roumanie d'une couche de près d'un demi-centimètre d'épaisseur. Ces affluents restituent donc à la Mer, et surpassent même de beaucoup, toute la quantité d'Azote qui lui fut enlevée par la pêche, et lui permettent ainsi de continuer à entretenir le courant de la vie dans ses eaux.

C'est ainsi que se ferme le circuit vital de cette partie de la Biosphère, dont le bilan général se solde par un grand actif. C'est aussi la fin du tableau de la Biologie générale de la Mer Noire, que je me suis permis de vous esquisser et qui vous représente le plus grand laboratoire de Biologie expérimentale que la nature a organisé pour conquérir et étendre le règne de la vie sur un domaine géographique à conditions d'existence très dures.

38/488



ANNALES DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(NOUVELLE SÉRIE)

Tome I

Fasc. I. par *Ed. Le Danois*. Fasc. II. par *J. Thoulet*. Fasc. III. par *E. Topsent*. Fasc. IV. par *L. Roule*. Fasc. V. par *R. Kœhler*.

Tome II

Fasc. I. par *L. Bertin*. Fasc. II. par *A. Bonnet*. Fasc. III. par *A. Duval*. Fasc. IV. par *J. Thoulet*. Fasc. V. par *J.-L. Dantan*.

Tome III

Fasc. I. par *Henry Leenhardt*. Fasc. II. par *R. Anthony*. Fasc. III. par *J. Thoulet*. Fasc. IV. par *Maurice Rose*. Fasc. V. par *A. Bonnet*. Fasc. VI. par *J.-L. Dantan*. Fasc. VII. par *P. Dangeard*. Fasc. VIII. par *Alphonse Labbé*.

Tome IV

- Fascicule hors série. — MÉMOIRES DIVERS SUR LES MOYENS D'ACCROÎTRE LA CONSOMMATION DU POISSON (Concours de l'*Institut Océanographique*, Décembre 1926). Rapport par *J. Noirot* 20 fr.
- I. EXPÉDITION SCIENTIFIQUE DU "MÉTÉORE", AU SUD DE L'ATLANTIQUE ET DANS L'OCEAN AUSTRAL (1925-1926) : premiers résultats, par *Camille Vallaux* 42 fr.
- II. DENSIMÉTRIE ET VOLCANICITÉ ABYSSALE DANS LE PACIFIQUE, par *J. Thoulet* 40 fr.
- III. L'ABSORPTION DES MATIÈRES ORGANIQUES DISSOUTES PAR LA SURFACE EXTÉRIEURE DU CORPS CHEZ LES ANIMAUX AQUATIQUES, par *Gilbert Ranson* (1 pl. hors texte) 30 fr.
- IV. LE CYCLE CHROMOSOMIQUE, LA FÉCONDATION ET LA RÉDUCTION CHROMATIQUE DE "CHLOROMYXUM LEYDIGI MINGAZZ", par *André Naville* (13 figures) 40 fr.
- V. LA FAUNE ASCIDILOGIQUE DE BANYULS ET DE CETTE; ESSAI DE RÉVISION DES ASCIDIES DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE, par *H. Harant* (19 figures) 45 fr.
- VI. CROISIÈRE DU "POURQUOI-PAS ?" EN 1926, ÉPONGES DU SCORESBY SUND, par *E. Topsent* 8 fr.
- VII. ÉTUDE DENSIMÉTRIQUE DANS LE PACIFIQUE, par *J. Thoulet* 42 fr.
- VIII. PHYTOPLANCTON DE LA CROISIÈRE DU "SYLVANA" (Février-Juin 1913), MISSION DU COMTE J. DE POLIGNAC-GAIN, par *Pierre Dangeard* 25 fr.

Tome V

- I. PÊCHES NOCTURNES A LA LUMIÈRE DANS LA BAIE D'ALGER (101 figures), par *Ch. Gravier* et *J.-L. Dantan* 35 fr.
- II. LE COURANT DE HUMBOLDT ET LA MER DE L'ILE DE PAQUES, par *J. Thoulet* 8 fr.
- III. RECHERCHES DE BIONOMIE ET D'OCÉANOGRAPHIE LITTORALES SUR LA RANCE ET LE LITTORAL DE LA MANCHE, par *Edouard Fischer* 50 fr.

Tome VI

- I. OBSERVATIONS DE GÉOLOGIE SOUS-MARINE ET D'OCÉANOGRAPHIE RELATIVES A LA MANCHE — CROISIÈRE DU « POURQUOI-PAS ? ». Nombreuses figures, 1 carte en couleurs, par *L. Dangeard* 50 fr.
- II. ÉPONGES DES CÔTES DU JAPON (3 planches hors texte), par *E. Topsent* 45 fr.
- III. ÉTUDE SUR LES POSSIBILITÉS D'UTILISATION DES PLANTES MARINES TUNISIENNES POUR LA NOURRITURE DU BÉTAIL, par *Jacques Pottier* 45 fr.
- IV. NOTES PRÉLIMINAIRES SUR LES CÉPHALOPODES DES CROISIÈRES DU *Dana* (1921-1922) — Octopodes 1^{re} partie, par *L. Jonbin* 45 fr.

Tome VII

- I. NOTES PRÉLIMINAIRES SUR LES CÉPHALOPODES DES CROISIÈRES DU *Dana* (1921-1922) — Octopodes 2^{me} partie, par *L. Jonbin* 45 fr.
- II. ÉTUDES D'OCÉANOGRAPHIE. Volcanicité abyssale. — Courant Kuroshio-Oyasio, par *J. Thoulet* 45 fr.
- III. ÉTUDE DE LA FLORE MARINE DE LA CÔTE D'AZUR (trois planches hors texte), par *G. Ollivier* 50 fr.
- IV. RECHERCHES SUR LE *NEHEICOLA OVATA* Keferstein, par *J.-L. Dantan* 20 fr.
- V. STRUCTURE MICROSCOPIQUE DU TEST DE QUELQUES SCAPHOPODES (1 planche hors texte), par *M. Couvreur* 40 fr.

(Voir au dos)

Tome VII (Suite)

| | |
|---|--------|
| VI. OBSERVATIONS SUR LA TAXONOMIE, LA MORPHOLOGIE ET LA BIONOMIE DES SOLÉIDÉS DU GENRE <i>Pegusa</i> (nombreuses figures, deux planches hors texte), par <i>Paul Chabanaud</i> | 25 fr. |
| VII. NOUVELLE CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES NUDIBRANCHES NÉO-CALÉDONIENS (nombreuses figures, une planche hors texte en couleurs) par <i>J. Risbec</i> | 25 fr. |
| VIII. CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CYTOLOGIQUE DE L'OVOGÉNÈSE, DU DÉVELOPPEMENT ET DE QUELQUES ORGANES CHEZ LES CÉPHALOPODES (nombreuses figures, deux planches hors-texte en couleurs) par <i>M. Yung Ko Ching</i> | 50 fr. |
| IX. NOTES DE TECHNIQUE OCÉANOGRAPHIQUE (Croisière scientifique aux Iles Canaries) par <i>Pierre Bailly</i> | 10 fr. |

Tome VIII

| | |
|--|--------|
| I. RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LES RÉACTIONS DES ÊTRES VIVANTS AUX FORTES PRESSIONS par <i>M. Fontaine</i> | 40 fr. |
| II. LES CONSTITUANTS GLUCIDIQUES DES ALGUES BRUNES, par <i>M. Pierre Ricard</i> | 30 fr. |
| III. ÉTUDE DENSIMÉTRIQUE DES EAUX ABYSSALES, par <i>M. J. Thoulet</i> | 10 fr. |
| IV. CONTRIBUTION A L'HISTOIRE NATURELLE DES ASCIDIÉS ET DE LEURS PARASITES, par <i>M. H. Hurant</i> | 30 fr. |
| V. LA MARÉE. SA CONSERVATION. SA CONSOMMATION, par <i>E. Altazin</i> | 10 fr. |

Tome IX

| | |
|--|---------|
| I. LEÇONS D'OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE, professées à l'Institut Océanographique de Paris, par <i>M. Alphonse Berget</i> , 1 ^{re} Partie : Généralités, propriétés physiques (140 figures) | 100 fr. |
|--|---------|

Tome X

| | |
|--|--------|
| I. SUR LES SONDAGES PAR LE SON, par <i>M. Alphonse Berget</i> | 8 fr. |
| II. NOTES SUR LA REPRODUCTION DE QUELQUES PROSOBRANCHES NÉO-CALÉDONIENS, par <i>M. J. Risbec</i> | 8 fr. |
| III. LES CONSTITUANTS GLUCIDIQUES DES ALGUES ROUGES, par <i>Éd. Guéguen</i> | 25 fr. |
| IV. LE NOUVEL ENREGISTREUR DE COURANTS SOUS-MARINS DE M. PIERRE IDRAC. LES PREMIERS RÉSULTATS QU'IL A PERMIS D'OBTENIR EN OCÉANOGRAPHIE, par <i>Pierre Idrac</i> | 40 fr. |
| V. ÉTUDE DE QUELQUES POISSONS DES GRANDES PROFONDEURS, par <i>M. F. Angel et M^{lle} M.L. Verrier</i> | 10 fr. |
| VI. LE COMPLEMENT DE LA MER ET NOTES RELATIVES A L'OCÉAN ATLANTIQUE, par <i>M. J. Thoulet</i> | 10 fr. |
| VII. NOTES PRÉLIMINAIRES SUR LES CÉPHALOPODES DES CROISIÈRES DU <i>Dana</i> (1921-1922), 3 ^e partie par <i>L. Joubin</i> | 20 fr. |
| VIII. SUR LA PÉNÉTRATION DES DIVERSES ESPÈCES MARINES SESSILES DANS LES ESTUAIRES ET SA LIMITATION PAR L'EAU DOUCE, par <i>E. Fischer-Piette</i> | 10 fr. |
| IX. RECHERCHES SUR LA FLUORESCENCE DES ALGUES ET DE LEURS CONSTITUANTS PIGMENTAIRES, par <i>Ch. Dhéré et M. Fontaine</i> | 15 fr. |
| X. LA GLANDE DE L'ÉCLOSION CHEZ LES PLAGIOSTOMES, par <i>Ouang te Yio</i> | 40 fr. |

Tome XI

| | |
|---|---------|
| I. LEÇONS D'OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE, professées à l'Institut Océanographique de Paris, par <i>M. Alphonse Berget</i> , 2 ^e partie : L'Océan et l'Atmosphère (194 figures) | 100 fr. |
|---|---------|

Tome XII

| | |
|---|--------|
| I. INTRODUCTION A L'ÉTUDE DES AMPHIPODES HYPÉRIDES, par <i>J. M. Pirlot</i> | 15 fr. |
| II. LA FAUNE MALACOLOGIQUE DES ILES FIDJI par <i>Louis Germain</i> | 10 fr. |
| III. DIMORPHISME EMBRYONNAIRE DE <i>LINEUS GESSERENSIS-RUBER</i> DE LA CÔTE MOURMANE ET DE ROSCOFF ET SES RELATIONS AVEC LES FORMES ADULTES, par <i>G. A. Schmidt</i> | 15 fr. |
| IV. RÉPARTITION DES PRINCIPALES ESPÈCES FIXÉES SUR LES ROCHERS BATTUS DES CÔTES ET DES ILES DE LA MANCHE, DE LANNION A FÉCAMP, par <i>E. Fischer-Piette</i> | 30 fr. |
| V. LA NOTION DU PH EN OCÉANOGRAPHIE ET EN BIOLOGIE MARINE, par <i>Alphonse Labbé</i> | 30 fr. |
| VI. RECHERCHES SPECTROCHIMIQUES (absorption et fluorescence) SUR LA BONELLINE, PIGMENT TÉGUMENTAIRE DE LA <i>BONELLIA VIRIDIS</i> , par <i>Ch. Dhéré et M. Fontaine</i> | 20 fr. |
| VII. NOTES D'OCÉANOGRAPHIE ABYSSALE, par <i>J. Thoulet</i> | 10 fr. |

Tome XIII

| | |
|---|--------|
| I. NOTES PRÉLIMINAIRES SUR LES CÉPHALOPODES DES CROISIÈRES DU <i>Dana</i> (1921-1922), 4 ^e partie par <i>L. Joubin</i> | 30 fr. |
| II. LA VIE DANS LA MER NOIRE, par <i>Gr. Antipa</i> | 15 fr. |