ÉTAT ACTUEL DES POPULATIONS DE MOULES DU PLATEAU CONTINENTAL ROUMAIN DE LA MER NOIRE

C. URSACHE, Tania ZAHARIA, Laura ALEXANDROV
Institut National de Recherches et Développement Marin
« Grigore Antipa » - Constanta

ABSTRACT

From the over 20 species of mussels with economical value living in all the temperate and boreal seas, only *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck) lives in the Black Sea. The species is represented by two ecological groups: inshore rock mussels and offshore silt mussels.

Rock mussels live in shallow rocky areas, in large quantities but they don't have a direct economical importance. They are strongly fixed on the hard substratum (rocks, stony platforms), so they can't be mechanically harvested (only by divers) and they are covered with a luxurious epibiosis. They contain a high percent of foreign bodies (sand, small pieces of shells, pearls etc.) and they don't have any commercial value (or require too much processing work). Still, rock mussels play an important role in maintaining water quality near touristic beaches by bio-filtration.

The silt mussels form a belt around the Black Sea, situated on the continental shelf between 22 and 55 m isobaths in the silt substratum areas. Their presence on the silt bottom, is one of the Black Sea basin's characteristics. They live in nests made up by few mussels connected through their byssal threads to substrate, building true condensation cores. Mussels living isolated are very seldom found. The epibiosis fixed on the shell is poor, and the foreign bodies insignificant. The offshore silt mussel populations can be mechanically harvested and they represent an exploitable biological resource.

It is difficult to establish the spatial distribution of the depth mussel populations' biomass and, at the same time, such estimation presents a high degree of approximation due to their non-uniform distribution. Also, their biomass is hard to evaluate due to the imperfections of the methods used at present, which can lead to sub- or supraevaluations.

The current data regarding the actual state of the depth mussel's populations represents a very usefull indicator in terms of the qualitative and quantitative state of some populations spread out on large areas, even though this is considered to be only an orientative indicator.

The present state and the spatial distribution of the mussel's population are very important parameters for the real evaluation of the biological potential of the species in promoting conservation and rehabilitation programs.

KEY WORDS : Black Sea, rock mussels, silt mussels, *Mytilus galloprovincialis*, density, biomass, distribution

Espèce représentative pour le genre *Mytilus*, la moule commune *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck) est l'une des plus importantes espèces d'invertébrés marins benthiques de la mer Noire.

Les populations de moules des zones littorales ont un rôle écologique majeur dans l'amélioration de la qualité de l'environnement, constituant un biofiltre naturel actif qui contribue à l'épuration des eaux de mer des zones de faible profondeur. A côté des autres mollusques qui habitent le plateau continental roumain de la mer Noire, les moules représentent aussi une importante source de nourriture pour les poissons planctonophages (Gobiidae).

Les moules ont une haute valeur économique grâce au taux élevé de composantes bioactives essentielles : acides aminés, vitamines, enzymes, hormones – et par conséquent constituent une ressource biologique utilisable aussi bien en alimentation que dans l'obtention de certaines substances biochimiques actives.

Un autre rôle important des moules est celui sédimentologique, leur coquilles contribuant considérablement à la formation de la fraction organique de $CaCO_3$ des sédiments non-consolidés du plateau continental roumain de la mer Noire.

Sur les quelques 20 espèces à valeur marchande du genre *Mytilus*, en mer Noire c'est l'espèce *Mytilus galloprovincialis* qui est présente, par deux groupes écologiques : les moules de rocher et les moules de vase :

- les moules de rocher sont rencontrées dans les zones à faciès rocheux de faible profondeur – jusqu'à 20 m; elles ont un rôle important surtout pour le maintien de la qualité des eaux du voisinage des plages touristiques, par leur action de biofiltre;

- les moules de vase forment une ceinture autour de la mer Noire, sur le plateau continental, entre les isobathes de 25 et 55 m de profondeur. La présence des moules sur les fonds vaseux de la mer Noire – qui constitue une exception dans le monde – représente l'une des caractéristiques fondamentales de ce bassin.

En dépit de leur vie sédentaire, avec des déplacements assez lents, et seulement en certaines circonstances, on a constaté une compétition entre les

moules et diverses autres espèces de bivalves, ce qui produit quelques agglomérations, en bancs massifs formés seulement par des moules. L'apparition de nouveaux facteurs peut engendrer des changements profonds dans la structure de ces biocénoses, allant jusqu'à leur disparition et leur remplacement par d'autres.

Les moules ont constitué l'objet de recherches spéciales sur le littoral roumain de la mer Noire. Le long des années, de nombreux scientifiques ont publié des travaux sur leur distribution en espace, sur les caractéristiques de diverses populations, sur leur importance économique etc. (BACESCU *et al.*, 1971 a,b; GOMOIU, 1968; 1982; GOMOIU, SKOLKA, 1998, 1999).

La détermination de la distribution en espace et de la biomasse des populations des moules de vase est une action avec un haut degré d'approximation, dû à la distribution non-uniforme de ces bivalves, ainsi qu'à l'imperfection des méthodes utilisées à présent, qui induisent des sous-évaluation ou bien des sur-évaluations quantitatives.

La structure actuelle des populations de moules de vase constitue un indicateur utile en vue d'estimer l'état qualitatif et quantitatif des populations qui sont répandues sur de larges surfaces, bien que cette valeur ne soit considéré qu'un indicateur orientatif.

L'état actuel et la distribution en espace des populations de moules sont des paramètres importants pour évaluer le potentiel biologique de l'espèce, en vue de mettre en place des programmes de conservation et de réhabilitation.

On a effectué des évaluations des stocks de moules pendant la période 1970-1995, en diverses zones du plateau continental, période durant laquelle on a assisté, tour à tour, à l'augmentation du degré d'eutrophisation des eaux de la mer Noire et à des phénomènes de floraison algale qui engendraient des mortalités en masse de la faune benthique et où les bivalves en étaient les plus affectées (GOMOIU, 1968; GOMOIU et SKOLKA, 1998, 1999).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La structure des populations de moules du secteur côtier roumain de la mer Noire a été étudiée dans l'intervalle mai 2003 – septembre 2004, avec le navire de recherche « Steaua de Mare-1 », dans le cadre d'un programme-nucléus de recherche.

La zone étudiée a été divisée dans un réseau de 350 stations, disposées sur 40 profils perpendiculaires sur la côte, entre les parallèles $45^0$10'00" et $43^0$45'00" (Fig. 1) . Dans le secteur Sulina – Cap Midia, avec une surface d'environ 2250 km^2, les profils ont été effectués tous les 5 milles marins, tandis

que dans le secteur Cap Midia – Vama Veche (surface de 1415 km^2) – les intervalles ont été de 1 mille marin; sur chaque profil on a réalisé 8-10 stations rangées par isobathes allant de 5 en 5 mètres.

La structure des populations de moules a été déterminée selon les caractéristiques écologiques et la structure du substrat marin :

- pour les espèces psammobiontes des zones à substrat sédimentaire, les échantillons ont été prélevés à l'aide de la benne Van Veen avec la surface de 0,0400 m^2;
- dans les stations à substrat dur, les échantillons ont été prélevés à l'aide des scaphandriers, sur une superficie fixe de 0,0625 m^2.

Les échantillons ont été analysés en laboratoire, selon les tailles et les indices quantitatifs de densité et de biomasse (GROSSU, 1962; MÜLLER, 1995).

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

La zone étudiée a été divisée, pour une meilleure synthèse des résultats, dans trois secteurs distincts: nord, centre et sud:

- la zone nord, Sulina – Cap Midia, entre les parallèles $45^0$10'00"N et $44^0$21'00"N;
- la zone centrale à faciès sédimentaire : Cap Midia – digue du nord du port Constanta, entre $44^0$21'00"N et $44^0$10'00" N;
- le secteur sud, Cap Tuzla – Vama Veche, $44^0$00'00"N - $43^0$45'00"N.

L'analyse des données obtenues nous a permis de constater l'état actuel des populations de moules du plateau continental roumain de la mer Noire.

Sur tous les groupes d'organismes présents dans les biocénoses de la zone étudiée, les bivalves sont le mieux représentées de point de vue quantitatif et numérique (entre 40,3% et 58% du total des densités enregistrées), ainsi que pondéral (entre 74,6% et 83% des biomasses totales des biocénoses de référence).

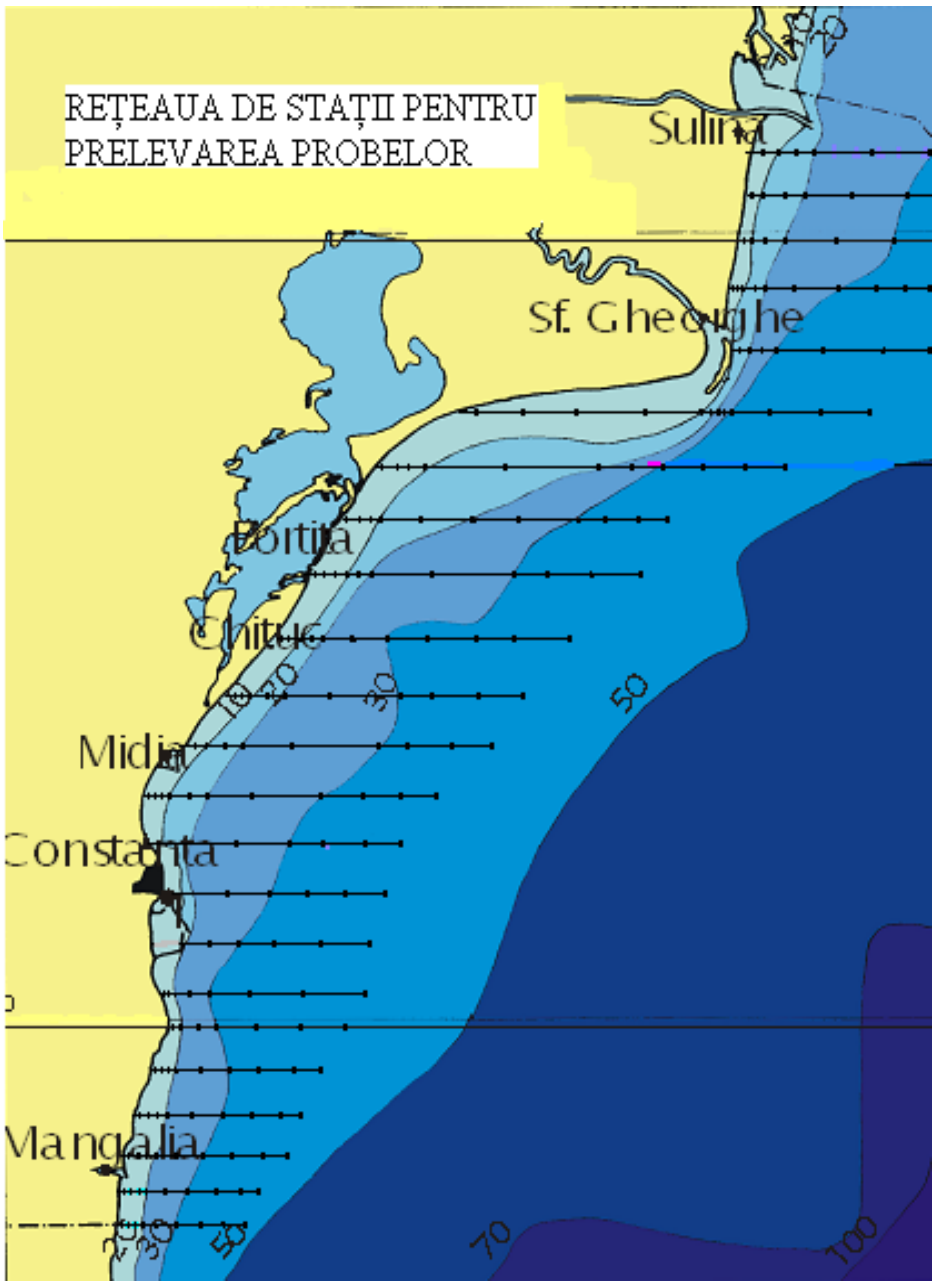

Fig. 1 – Réseau de stations pour le prélèvement des échantillons

Sur les mollusques identifiés dans les échantillons, les plus grandes densités et biomasses ont été enregistrées chez les bivalves épibiontes *Mytilus galloprovincialis* et *Mytilaster lineatus*, qui représentaient environ 60% du total de la biomasse; ces espèces sont suivies du groupes des bivalves psammobiontes (Fig. 2).

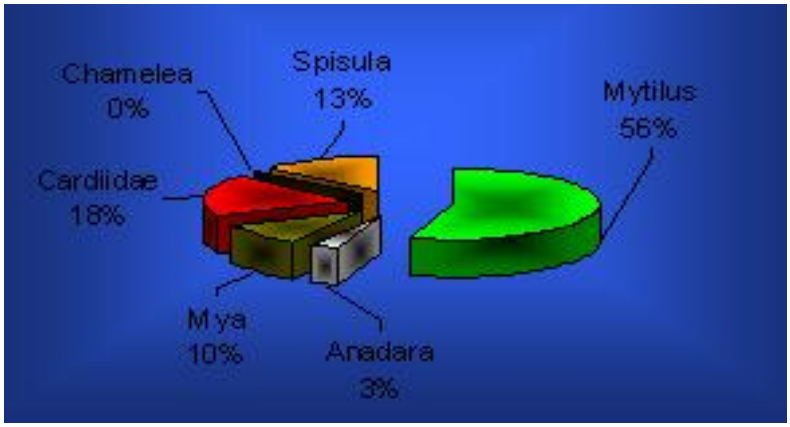

Fig. 2 – Structure des populations de bivalves de la zone côtière selon la valeur de la biomasse (g/m^2)

Les populations de moules de la zone côtière roumaine de la mer Noire sont distribuées non-uniformément, sur une surface d'environ 5000 km^2; cette distribution est due aux conditions d'environnement spécifiques de la mer Noire.

Mentionnons d'abord l'absence totale des moules dans les endroits où se manifeste un fort processus de dépôt d'alluvions, près des embouchures du Danube. Ici le fond est recouvert d'une grosse couche de vase alluvionnaire, noire-grisâtre, huileuse, à la surface de laquelle il y a une mince couche d'argile colloïdale. Dans ces conditions-ci, les moules ne peuvent pas vivre à la surface du fond, et par conséquent elles s'enterrent en vase sous leur propre poids et meurent.

D'autres stations où les moules manquent sont au sud du littoral, à des profondeurs supérieures à 35 m, dans les secteurs à vases blanches-grisâtres.

Les populations de moules sont présentes dans toute la zone côtière de la mer Noire, avec une distribution d'environ 55,6% dans le secteur Sulina – Constanta et de 44,4% dans la zone Constanta – Vama Veche. La densité estimée des populations de moules de toute la zone étudiée a sévèrement diminué, étant 8 fois plus petite que celle de l'année 1984. Mentionnons toutefois une faible tendance de régénération des moules de rocher dans la zone sud.

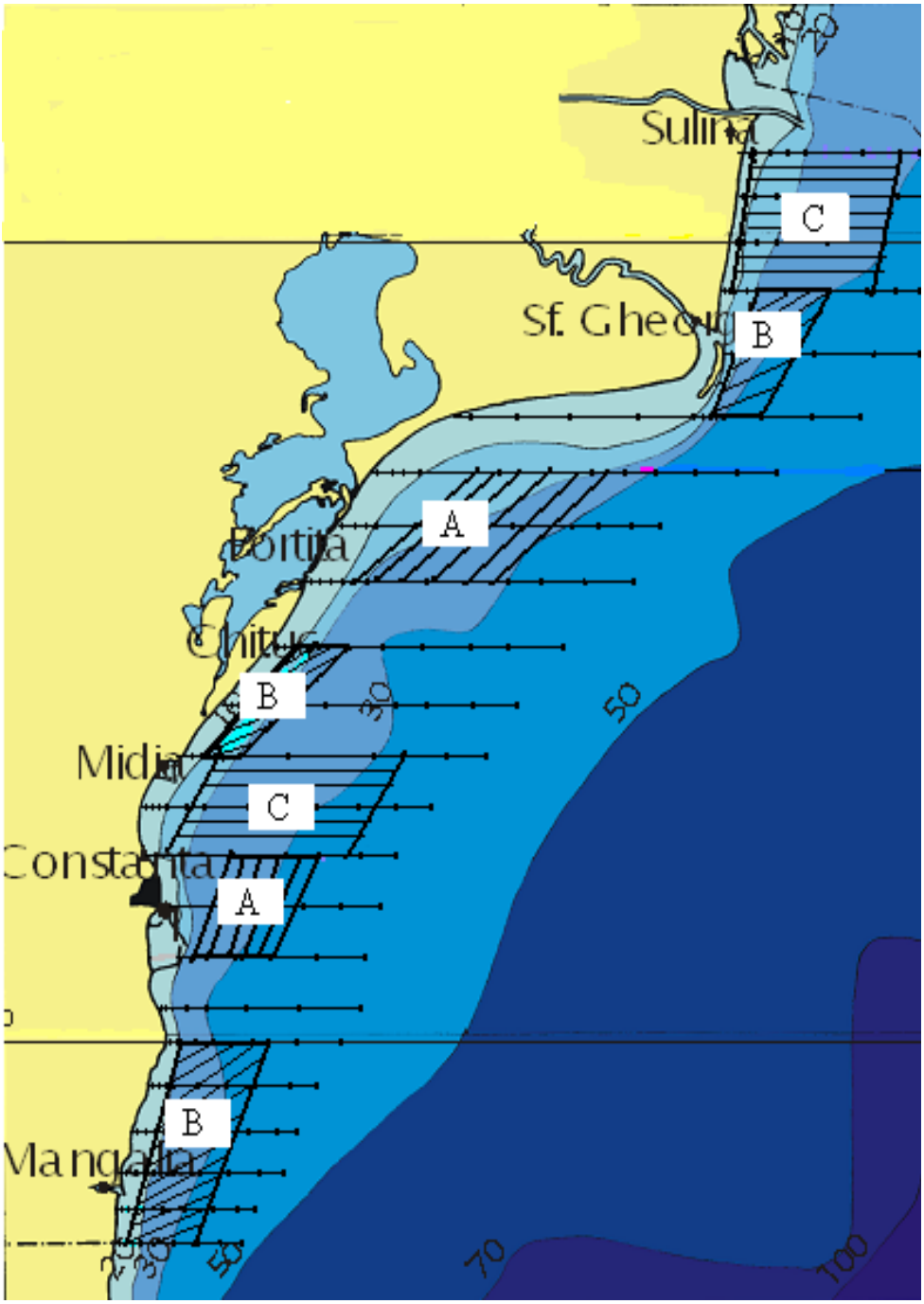

Fig. 3 – État actuel des champs de moules du plateau continental roumain de la mer Noire

En vue de distinguer les zones peuplées avec des moules, on a déterminé des champs de moules, où l'on a établi, comme critère de base, certaines limites de variation des biomasses évaluées (Fig. 3).

Les champs à grande abondance (A) sont constitués de populations compactes de moules où la biomasse varie entre 100 et 300 g/m^2, étant situés sur le plateau continental, entre les isobathes de 5 et 30 m, en deux régions distinctes, à substrat sédimentaire formé de coquillages et de gravier:

- la zone Portita, située dans la partie nord, ayant une surface d'environ 1250 km^2;
- la zone Est Constanta, dans la moitié sud du plateau continental roumain, avec une surface d'approximativement 750 km^2.

La structure des populations par tailles (Fig. 4) met en évidence la dominance nette des moules adultes (40%), avec la longueur L > 40 mm. Mentionnons aussi des quantités importantes de jeunes de moules (25%) qui habitent dans les zones à faible profondeur.

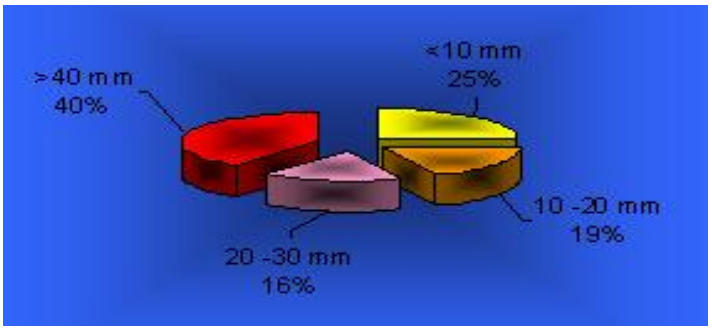

Fig. 4 – Structure des moules par tailles dans les champs à grande abondance (A)

La biomasse moyenne des moules de ces champs a été de 164,2 g/m^2, avec un maximum de 1235 g/m^2, formée d'adultes (environ 60%) avec la longueur supérieure à 40 mm (P 21/h 15 m – zone Casino Constanta).

La distribution en espace des moules, selon la profondeur, a la forme d'une courbe de Gauss, mettant en relief une agglomération des adultes entre les isobathes de 10-25 m (Fig. 5).

La présence d'une grande biomasse de moules adultes – environ 40% - entre les isobathes de 10-25 m atteste la migration des bancs de moules vers la zone infralittorale où, grâce à la dynamique accentuée des masses d'eau, les dépôts sont moindres et les conditions de l'environnement sont meilleures.

La densité des populations de moules a été relativement uniforme sur toute l'étendue, environ 7,13 ex./m^2, ayant un maximum de 25 ex./m^2, avec la

dominance des exemplaires avec la taille de 30-40 mm (50%) (P 14/15 m – Portita).

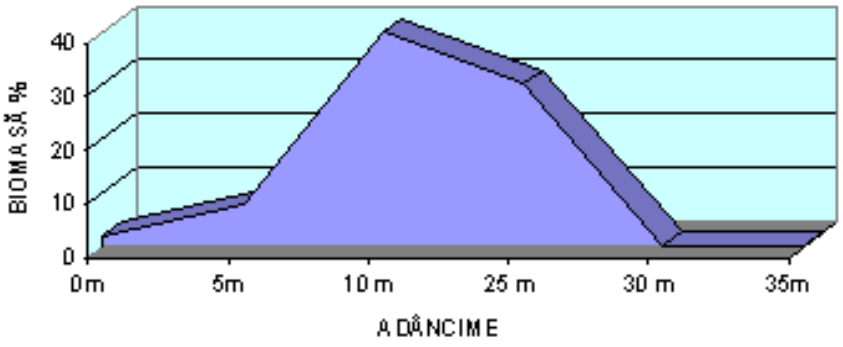

Fig. 5 – Répartition spatiale des moules dans les champs à grande abondance (A)

La structure des populations de moules par classes de longueur présente des variations selon l'isobathe, avec une amplitude maximale dans la zones avec la profondeur allant de 5 à 25 m (Fig. 6).

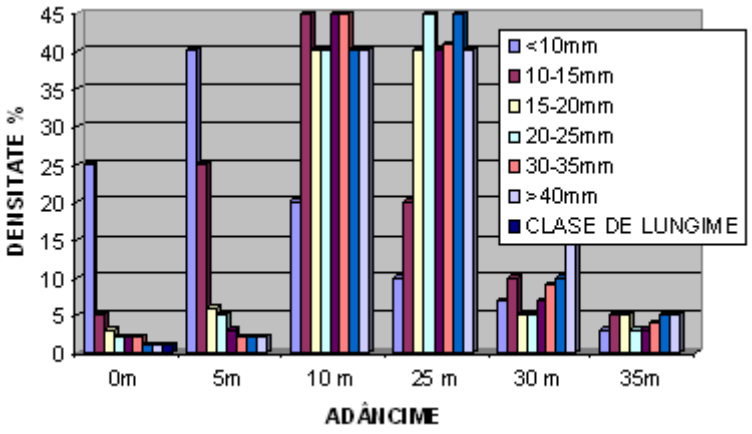

Fig. 6 – Répartition spatiale des moules dans les champs à grande abondance (A)

Notons une distribution progressive des longueurs selon la profondeur de l'eau, avec une densité plus grande entre les isobathes de 10-25 m, où dominent les adultes avec la taille de 20-30 mm.

Dans les échantillons prélevés à des profondeurs qui dépassent 35 m, nous avons rencontré de grandes quantités de coquilles avec la longueur L >

40 mm, mais les moules y sont très rares: accidentellement on a trouvé des exemplaires adultes.

Les champs à abondance moyenne (B) ont une structure hétérogène des populations, avec des biomasses entre 50 et 100 g/m^2, avec une disposition insulaire en trois régions distinctes d'une superficie totale d'environ 1200 km^2, sur des substrats sédimentaires formés de coquilles brisées et gravier:

- la zone est Sf. Gheorghe, situé dans le delta, avec une surface de quelques 250 km^2;
- la zone Vadu – Cap Midia, placée au centre, avec la surface d'environ 400 km^2;
- la zone Cap Tuzla – Vama Veche, située au sud, avec la surface d'environ 550 km^2.

La distribution en espace des populations de moules met en évidence une structure des tailles relativement uniforme, comprise entre 20 et 35% (Fig. 7). Dans les zones à faible profondeur on a rencontré des quantités assez importantes (35%) de jeunes de moules avec L < 10 mm.

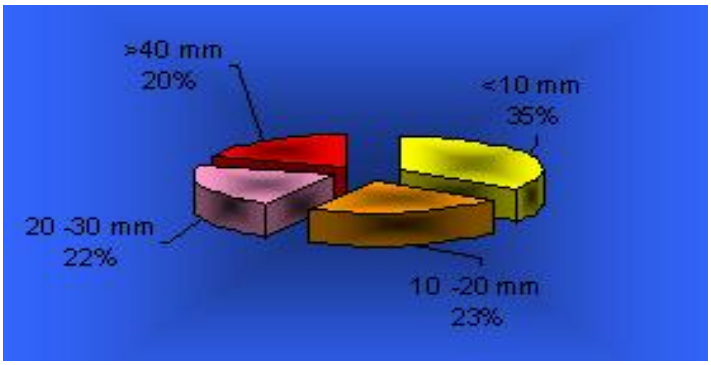

Fig. 7 – Structure par tailles des moules des champs à abondance moyenne (B)

Dans ces champs, la biomasse moyenne des moules a été de 72,4 g/m^2, avec un maximum de 535 g/m^2, formée d'exemplaires adultes (environ 40%) avec la longuueur de 20-30 mm (P 15/h 15 m – zone Vadu).

La distribution en espace selon la profondeur prouve une répartition ascendente des moules adultes, avec une agglomération des organismes entre les isobathes de 10-25 m (Fig. 8).

Les grandes quantités de jeunes de moules (environ 40%) rencontrées entre les isobathes de 10-15 m peuvent constituer à l'avenir les noyaux de régénération et de développement des populations de moules de ces zones.

Les populations de moules ont une densité uniforme sur toute la surface des champs, environ 3,14 ex./m^2, avec un maximum de 35 ex./m^2,

formée en proportion de 50% d'exemplaires avec la longueur inférieure à 10 mm (P 42 / 10 m – Vama Veche).

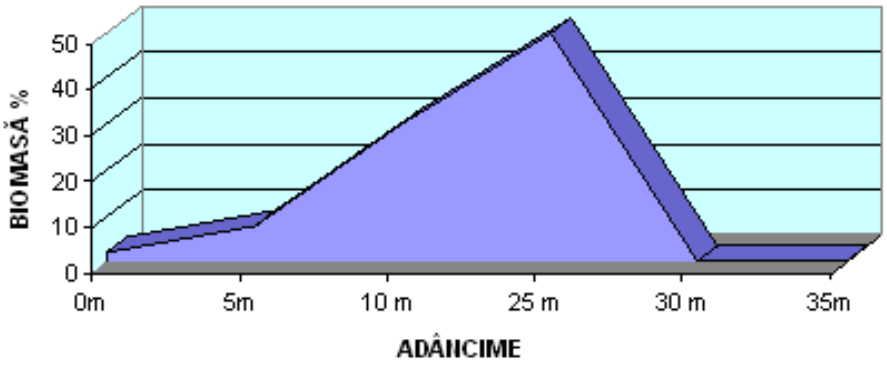

Fig. 8 – Répartition en espace des moules dans les champs à abondance moyenne (B)

La distribution des moules par classes de longueur présente les mêmes variations selon les isobathes, avec une amplitude maximale dans les zones avec la profondeur de 10-20 m (Fig. 9).

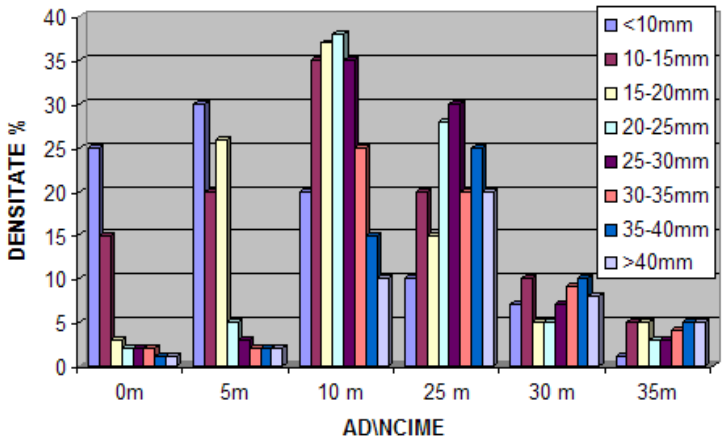

Fig. 9 – Répartition spatiale des moules dans les champs à abondance moyenne (B)

Mentionnons la distribution ascendante des tailles des moules selon la profondeur de l'eau, avec une densité plus grande des jeunes de moules (environ 40%) entre les isobathes de 5-10 m.

Ces champs peuvent être considérés en développement et, même s'ils n'ont pas la même importance pratique que les champs à grande abondance, leur évolution doit être surveillée, car ils représentent les zones exploitables de l'avenir.

Les champs à petite abondance (C) ont des biomasses au-dessous de 50%, dû aux densités réduites des populations. Ces champs forment deux ceintures plus ou moins continuelles (bordant les profondeurs extrêmes des vases à moules, formant en fait les zones de contact entre la biocénose de *Mytilus* avec les biocénoses à *Spisula* et *Corbula* vers la côte et avec la biocénose à *Modiolus phaseolinus* vers le large), ainsi qu'un champ assez large, au sud des embouchures du Danube, là où l'on subit fortement l'influence des dépôts d'alluvions. Ces champs ne sont pas d'intérêt commercial, parce que les densités et les biomasses réduites des moules ne permettent pas une exploitation rentable.

La surface totale (environ 2320 km^2), peut être divisée en trois régions distinctes, à substrat sédimentaire formé de sable tassé, entre les isobathes de 5-25 m:

- la zone sud Sulina, dans le delta, avec la surface de 620 km^2;
- la zone Perisor – Portita, au nord, avec la surface de 700 km^2;
- la zone Cap Midia – Constanta, au centre, avec la surface de 800 km^2.

La distribution des populations par tailles (Fig. 10) prouve la dominance nette des jeunes (82%). Les exemplaires adultes sont très rares (3%), rencontrés accidentellement, aux profondeurs de 15-20 m.

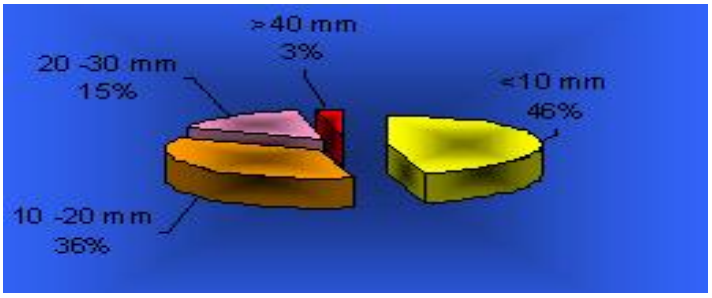

Fig. 10 – Structure par classes de longueur des moules des champs à petite abondance (C)

La biomasse moyenne des moules de ces champs a été de 12,48 g/m^2, avec un maximum de 125 g/m^2, formée surtout de jeunes (environ 60%) avec la longueur de 20-30 mm (P 11/10 – Zaton).

La répartition des peuplements de moules selon la profondeur prouve la présence de certaines agglomérations d'organismes jeunes entre les isobathes de 5-15 m (Fig. 11). La présence de ces jeunes à ces profondeurs, où les conditions du milieu sont meilleures, est relative, grâce à la dynamique considérable des masses d'eau pendant la saison froide.

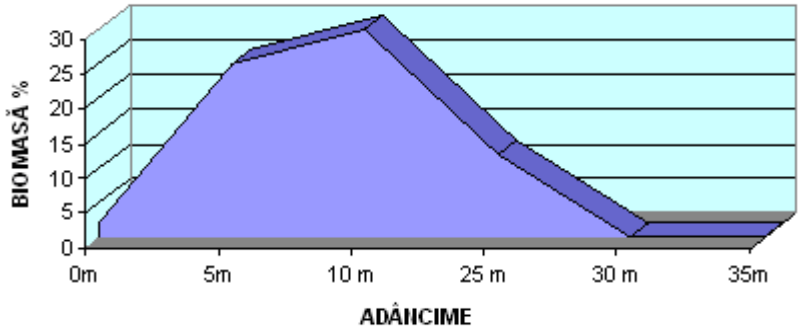

Fig. 11 – Répartition en espace des moules dans les champs à petite abondance (C)

La densité moyenne des populations de moules – environ 1,35 ex./m^2 – a été relativement uniforme sur toute l'étendue, avec un maximum de 22 ex./m^2, formées d'individus avec la taille de 10-20 mm en proportion de 50% (P3/10 – Sulina).

La répartition des populations de moules par classes de longueur est presque uniforme entre les isobathes de 5 et 20 m, présentant une amplitude dans les zones avec la profondeur de 15-20 m (Fig. 12).

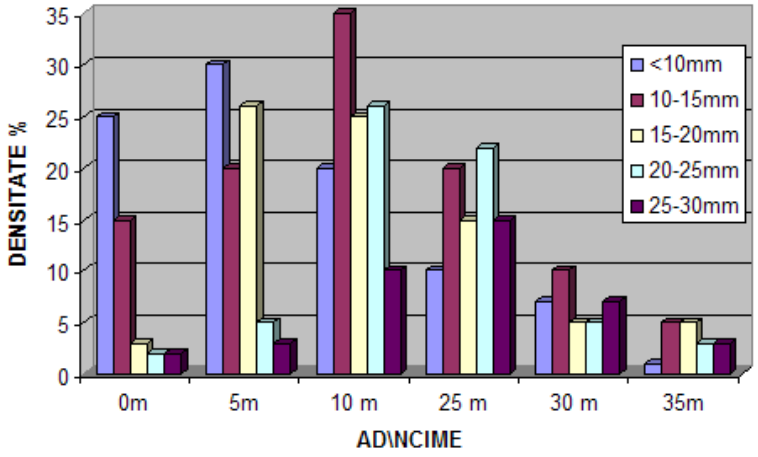

Fig. 12 – Répartition en espace des moules dans les champs à petite abondance (C)

Remarquons une population compacte de moules, avec les tailles de 20-30 mm, dans la zone Cap Midia, entre les isobathes de 10-25 m.

Dans les échantillons prélevés aux profondeurs qui dépassent 35 m, nous avons trouvé de grandes quantités de coquilles avec L > 40 mm, mais les moules y sont très rares : accidentellement, quelques exemplaires adultes ont été rencontrés.

L'analyse de la distribution en espace et de la structure par classes de longueurs des peuplements de moules du plateau continental roumain de la mer Noire présente un taux important d'approximation, dû à la répartition non-uniforme ou accidentelle des organismes, ainsi qu'à la méthode de prélèvement des échantillons.

La distribution en espace et la structure des populations constituent des paramètres très importants en vue d'estimer l'état qualitatif et quantitatif d'une population qui vit sur de grandes étendues, bien que cette valeur ne soit considérée qu'un indicateur approximatif. Mais ce caractère relatif diminue alors que l'on utilise la même méthode pour évaluer et réévaluer les stocks d'une ressource.

CONCLUSIONS

- A la suite de l'impact anthropogène, la biodiversité spécifique de chaque zone de référence a beaucoup diminué : on a identifié un petit nombre d'espèces, et les invertébrés aptes à être mis en valeur ont généralement de petites quantités.
- Les évaluations des années 2003 et 2004 ont prouvé que les densités et les biomasses des moules ont augmenté par rapport aux valeurs des années 1982-1984, ce qui atteste une tendance de régénération des populations de moules; dans la structure de ces population ce sont les exemplaires de petite taille qui dominent (au-dessous de 3 cm).
- Les bivalves psammobiontes sont faiblement représentés : seulement cinq espèces, avec une contribution modeste dans les densités et les biomasses des échantillons analysés, provenus des zones à substrat sédimentaire.
- Dans les échantillons prélevés on a remarqué la dominance des individus à petite taille et d'importantes fluctuations quantitatives, selon le profil et les isobathes.
- Les plus importantes densités d'invertébrés marins ont été enregistrées entre les isobathes de 5 et 20 m; à mesure que l'on

avance en profondeur, on constate la diminution de la biodiversité, de la densité et de la biomasse des organismes. Les échantillons prélevés aux isobathes de 35-45 m sont les plus pauvres de point de vue qualitatif et quantitatif.

- La longueur moyenne des moules de rocher est de 25-30 mm, dû à la quantité importante de jeunes de moules prélevés à l'aide de la benne Ven Veen.
- Les peuplements de moules de rocher de la zone sud du littoral ont une distribution irrégulière, selon la nature du substrat marin, la profondeur et les conditions environnementales spécifiques de la mer Noire. Ces peuplements ont une structure hétérogène, avec une densité moyenne de 300 ex./m^2 et ont une disposition insulaire sur les faciès rocheux, sur une étendue totale de 75,7 km^2.
- Les moules de profondeur – qui ont une importante valeur marchande et qui pourraient être valorisées – sont très faiblement représentées dans la zone Cap Tuzla – Vama Veche. Leurs populations sont rares, avec une structure quasi-uniforme, et sont formées d'exemplaires jeunes, avec des tailles de 20-30 mm et une densité moyenne de 10 ex./m^2.
- Les densités élevées des jeunes de moules peuvent constituer à l'avenir, en conditions favorables de l'environnement, les noyaux de régénération et de développement des populations de moules dans les zones affectées par l'impact anthropogène.
- En vue de déterminer avec précision l'état actuel de la structure qualitative-quantitative des populations d'invertébrés marins aptes à être valorisés et évaluer le potentiel biologique de ces espèces / associations d'espèces, il est nécessaire de continuer les investigations dans la zone côtière roumaine de la mer Noire pour la connaissance exacte des stocks et des quantités exploitables.

BIBLIOGRAPHIE :

BACESCU M., MÜLLER G.I., GOMOIU M.-T., 1971a – Cercetari de ecologie bentala în Marea Neagra. *Ecologie marina*, Ed. Acad. RSR, Bucuresti, **4** : 7-35.

BACESCU M., MÜLLER G.I., GOMOIU M.-T., 1971b – Cercetari de ecologie bentala în Marea Neagra (analiza cantitativa, calitativa si comparativa a faunei bentale pontice). *Ecologie marina*, Ed. Acad. RSR, Bucuresti, **4** : 244-357.

GOMOIU M.-T., 1968 – Comparative biometrical data on *Mytilus galloprovincialis* L. from the shore and the deepress of the Black Sea. *Rev.Roum.Biol.sér.Zool.*, Ed.Acad.RSR, Bucuresti, **13**, 3 : 161-168.

GOMOIU M.-T., 1982 – Tendinte în evolutia ecosistemelor marine costiere din partea de NV a Marii Negre. *Simpozion « Evolutie si adaptare »*, Cluj-Napoca : 141-142.

GOMOIU M.-T., SKOLKA M., 1998 – Evaluation of marine and coastal biological diversity at the Romanian littoral – a workbook for the Black Sea ecological diversity. *An.Univ. « Ovidius » - Constanta, ser. Biologie-ecologie,* **1** : 150.

GOMOIU M.-T., SKOLKA M., 1999 – Biodiversitatea Marii Negre în crestere ? *Academica*, Bucuresti, **9**, 3 : 24-25.

GROSSU A.V., 1962 – *Fauna RPR. Mollusca. Bivalvia*. Ed.Acad. RPR, Bucuresti, **3**, 3 : 15-90.

MÛLLER G.I., 1995 – Marea Neagra, prezentare generala. In *Diversitatea lumii vii. Determinator ilustrat al florei si faunei României* (red. S.P. Godeanu), Ed. Bucura Mond, Bucuresti, **1** : 1-29.