

DAVID A. ROSS

Editura
științifică și enciclopedică

INTRODUCERE IN OCEANOGRAFIE



În mod obișnuit, televiziunea subacvatică este însoțită de aparate specializate ce efectuează măsurători privind: curenții, temperatura apei și luminozitatea. Se obține, astfel, un complex de date care poate fi util pentru înțelegerea ecologiei organismelor marine.

Sonarul lateral este un aparat relativ nou și interesant. În principiu, el este similar sonarului convențional sau echipamentului de sondaj acustic, dar transmite impulsuri acustice oblice și nu verticale ca în cazul sondei ultrasunice (fig. 4.31). Diferența de intensitate a semnalelor reflectate de fundul oceanic poate fi utilizată uneori pentru a distinge diferitele tipuri de sedimente (de exemplu, nisip și pietriș), sau la observarea altor obiective de pe fundul oceanului, cum ar fi prezența unor epave. Diferențele de intensitate menționate se explică prin reflectarea mai intensă a sunetului de către zonele stîncoase sau nisipoase ale fundului, a căror pantă este orientată spre aparat. Porțiunile acoperite cu sedimente fine sau care formează o suprafață netedă nu au aceeași capacitate de reflectare (fig. 4.32). Posibilitatea acestui mecanism de a detecta epavele ar putea fi foarte utilă în studiile arheologice submarine, ca și pentru localizarea și recuperarea navelor scufundate. De asemenea, el ar putea da indicații în vederea evaluării resurselor minerale din zona platformei continentale.

APARATURĂ ȘI TEHNICĂ SPECIALĂ

În cele ce urmează vom descrie unele aparate utilizate în anumite ramuri ale oceanografiei. De fapt, diferențierea aparaturii pe domenii este artificială, căci rareori un aparat este întrebuințat, în exclusivitate, numai pentru cercetări într-o anumită disciplină. Pentru ca prezentarea să fie mai sistematică, am schematizat cîmpul cercetărilor oceanografice prezentînd instrumentele și metodele folosite cel mai frecvent.

Oceanografia chimică

Oceanograful chimist studiază, în special, distribuția și varietatea componentilor apei de mare și cauzele acestei distribuții. În acest scop îi sînt necesare probe de apă și metode de detectare a elementelor sau compușilor apei. Dispozitivul

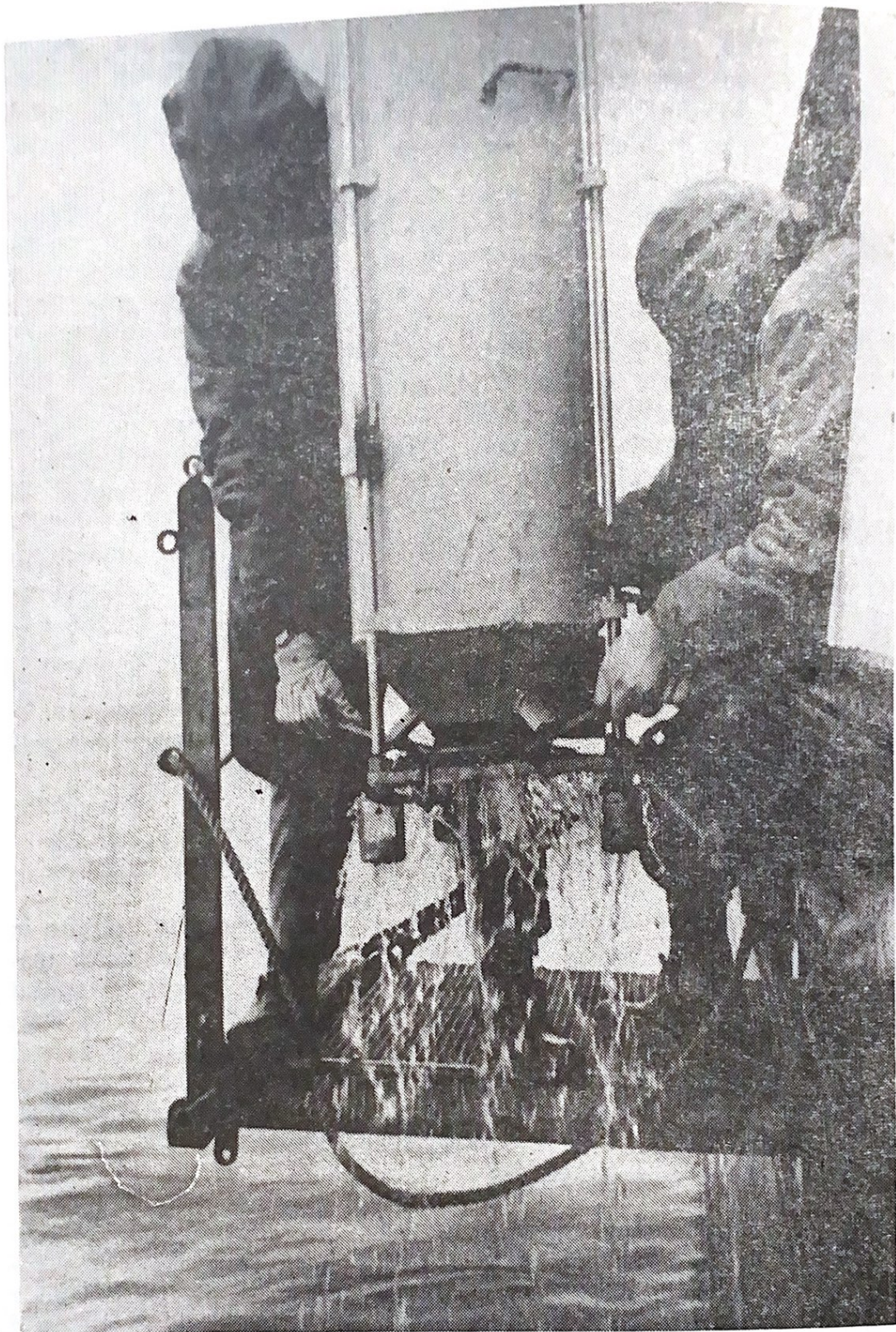
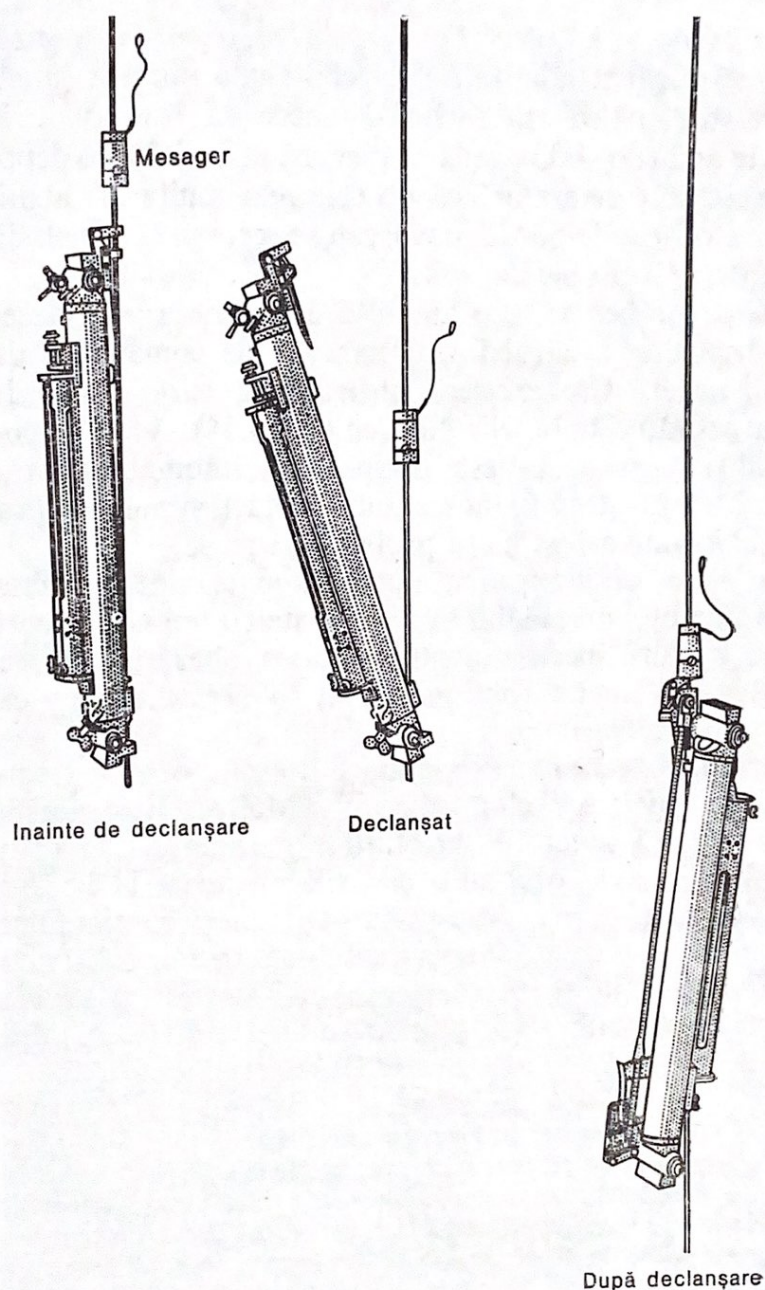


Fig. 4.33

Fig. 4.33 Dispozitiv pentru colectarea unor probe mari de apă (Fotografie pusă la dispoziție de Institutul Oceanografic din Woods Hole).

Fig. 4.34 Butelie Nansen în trei poziții — înainte de declanșare, în timpul declanșării și după declanșare. Când este atinsă de mesager, butelia se răstoarnă reținând apa în interiorul său, iar dacă este necesar, poate elibera alt mesager pentru declanșarea altei butelii (Din Publicația nr. 607 a Oficiului Hidrografic Naval al Statelor Unite).



de probare trebuie să prezintă următoarele caracteristici importante:

- 1) Volumul de apă colectat să fie suficient de mare pentru a acoperi necesitățile analizei.
- 2) Adâncimea de la care se iau probele de apă, precum și alți parametri trebuie să fie ușor determinați și precis.
- 3) Să excludă posibilitatea de contaminare.

Cantitatea de apă colectată depinde de tipul de analiză. Pentru determinarea salinității nu trebuie mai mult de jumătate de litru. Analiza cu carbon-14 necesită însă pînă la 250 litri de apă (fig. 4.33), ceea ce creează dificultăți de depozitare; acest fapt determină ca de cele mai multe ori analizele să fie efectuate la bordul navei sau se recurge la o metodă de concentrare a probei de apă.

Colectarea probei de la o anumită adâncime a apei necesită un dispozitiv a cărui funcționare să fie comandată de la bordul navei. Un excelent instrument care răspunde acestor necesități este butelia Nansen (fig. 4.34). Acest dispozitiv vechi și experimentat este echipat cu termometre pentru măsurarea temperaturii în momentul colectării și poate indica de la ce adâncime a fost luată proba (vezi p. 98).

Pentru a se obține probe necontaminate sînt utilizate containere de oțel inoxidabil sau acoperite cu teflon. Uneori se impun măsuri speciale pentru evitarea alterării chimice a apei, după colectare fiind necesare, în aceste cazuri, ca probele să fie refrigerate.

Există numeroase procedee chimice utilizate pentru precizarea compoziției probelor colectate. Multe dintre aceste procedee nefiind specifice cercetărilor marine, nu le vom descrie aici. În mod obișnuit, analizele efectuate la bordul navei au ca scop determinarea salinității sau a conținutului în clor, în oxigen și uneori a uneia sau a mai multor substanțe nutritive. Există în prezent metode mai precise și rapide pentru stabilirea salinității, prin măsurarea conductibilității

Fig. 4.35 a) Fileu planctonic la suprafața oceanului. Același fileu poate fi utilizat pentru probare la orice adâncime; b) După ce a fost readus la bordul navei, fileul planctonic este spălat pentru colectarea planctonului în vasul de sticlă de la extremitatea fileului. În fig. 6.9 sînt ilustrate cîteva animale tipice prinse în fileul planctonic (Fotografii puse la dispoziție de Institutul Oceanografic din Woods Hole).

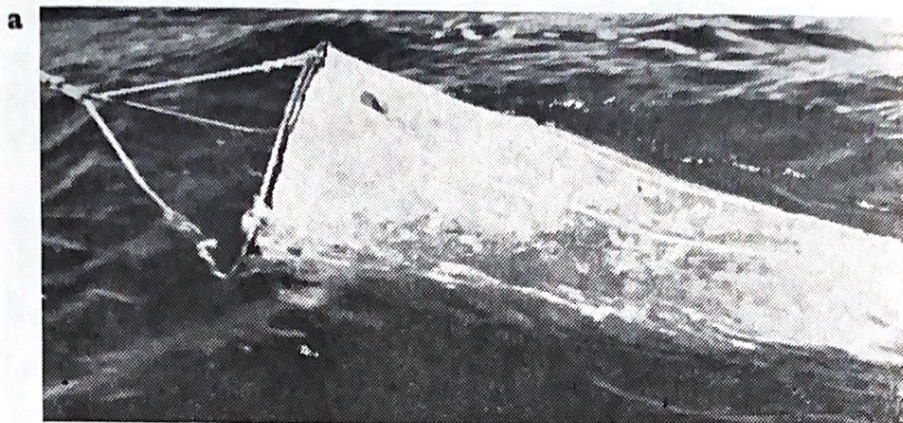


Fig. 4.35

electrice în apă. Noile dispozitive elaborate permit determinări *in situ*. Aparatele sînt coborîte în ocean, iar analiza se face în mediul natural, pe loc, înlăturîndu-se prin aceasta erorile ce pot apărea şi, în special, efectul presiunii asupra conţinutului în gaze.

Este posibil ca în viitorul apropiat să se creeze sisteme de electrozi care să analizeze compoziţia chimică aproape completă a apei oceanului. Aceste aparate ar putea fi coborîte în ocean şi remorcate, iar rezultatele telemetrate sondei ultrasonice a navei, unde s-ar înregistra automat profilul chimic al oceanului.

Numeroşi oceanografi chimişti şi geochimişti sînt preocupaţi de sedimentele de fund ale oceanului. Ei utilizează procedee de probare a sedimentelor, similare cu cele folosite de oceanografii geologi (vezi şi capitolul 8).

Oceanografie biologică

Pe biologul oceanograf îl interesează, în primul rînd, distribuţia şi relaţiile dintre animale şi plante în mediul oceanic. Pentru aceasta are nevoie de un mijloc cu ajutorul căruia să aducă la suprafaţă probe ale populaţiilor marine. Metoda comună de colectare este deplasarea prin apă a unui dispozitiv, de obicei un fel de plasă. Un dispozitiv tipic în această privinţă este fileul planctonic (fig. 4.35), care poate fi tras prin apă. Se pune întrebarea însă dacă probele obţinute

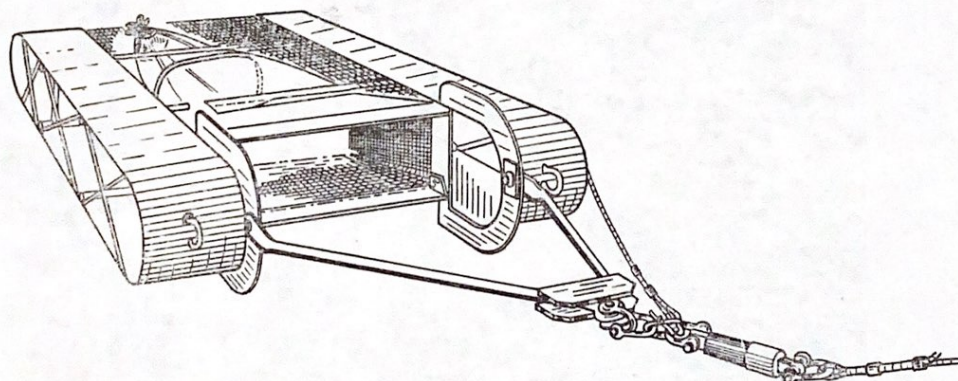


Fig. 4.36 Dragă biologică. Acest aparat este tractat pe fundul oceanului, colectînd organisme bentonice şi sediment în plasa din partea sa centrală. Cea mai mare parte a sedimentului va trece prin ochiurile plasei, dar vor fi prinse animalele mai mari (Schiţă publicată cu permisiunea Institutului Oceanografic din Woods Hole).

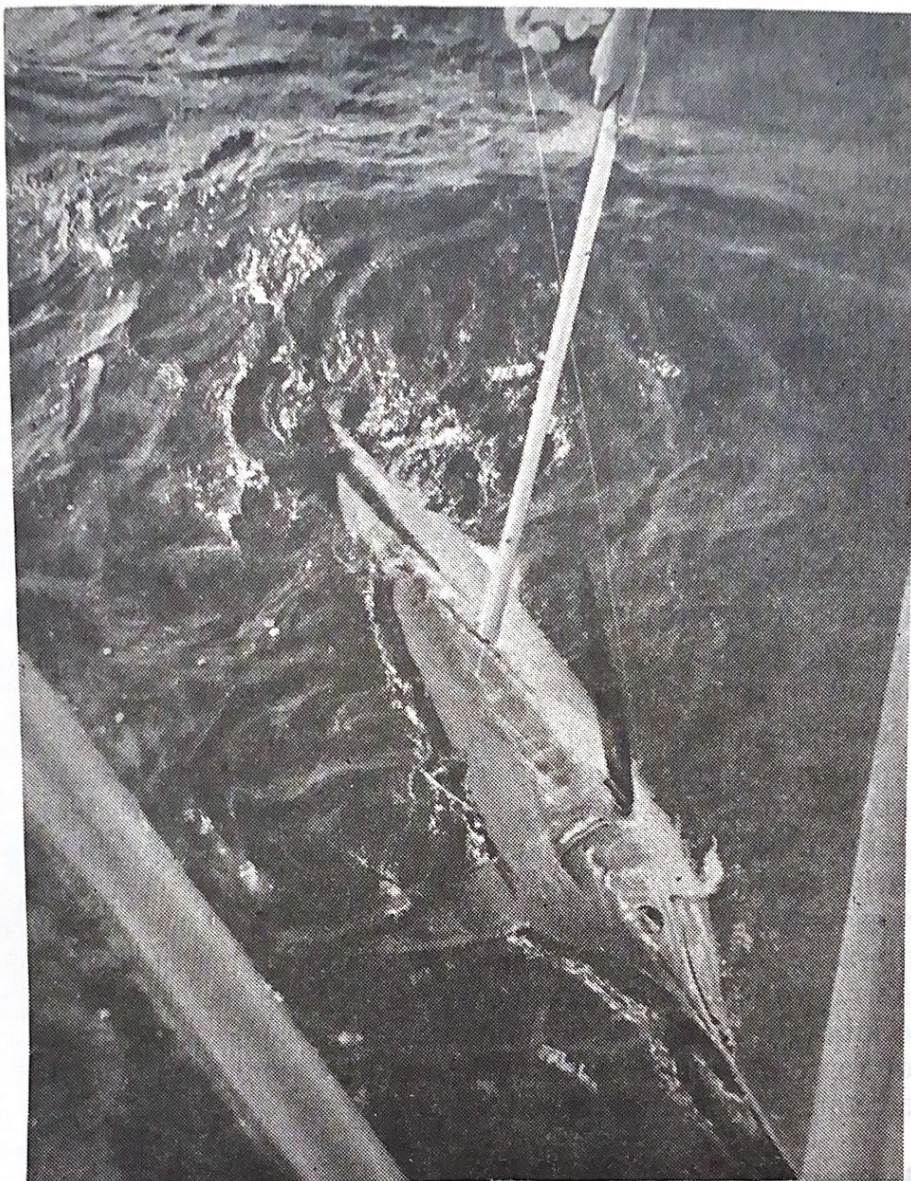


Fig. 4.37 Marcarea unui marlin alb. Peștele este eliberat după marcarea. Dacă este prins mai târziu de un pescar se pot obține informații asupra migrației peștelui (vezi fig. 6.38) (Fotografie oferită de R. K. Brigham).

În acest mod pot fi reprezentative pentru mediul respectiv? Este evident că peștii mari și rapizi vor evita acest fileu, pe când organismele care se deplasează mai încet vor fi capturate cu mai mare ușurință. În plus, din anumite motive (de obicei necunoscute), unele specii sînt prinse mai ușor decît altele. De aceea este foarte probabil că acest tip de dispozitiv de probare are o acțiune selectivă asupra organismelor și nu conduce la o imagine reală a populațiilor marine.

Fauna care trăiește pe fund poate fi probată cu dispozitive care draghează de-a lungul fundului oceanic (fig. 4.36). Fotografiile luate din această zonă (vezi fig. 4.30), rocile și cablurile submarine aduse la suprafață reprezintă surse suplimentare de informare privind fauna de fund. Rocile și cablurile submarine reprezintă un material de studiu foarte interesant, căci de ele se prind numeroase organisme.

Alte metode de observare a viețuitoarelor marine sînt cele făcute direct din submersibile sau prin plonjare de scafandrul autonom. Anumite dispozitive electronice, ca sondele acustice, pot detecta prezența în apă a unor exemplare mari sau a unor grupuri de animale. Sunetul pe care îl emit, sau modul de apariție a ecoului pe înregistrarea grafică a sistemului acustic, pot fi uneori folosite de oceanografi pentru determinarea speciei (vezi fig. 6.39 și 6.40). În pescuitul modern, bancurile de pești sînt localizate cu ajutorul ecografelor. Pescarii, ca și programele de marcare a peștilor, au furnizat numeroase informații asupra migrației acestor viețuitoare (fig. 4.37).

Studiul ecologiei și al variațiilor de mediu ale diferitelor viețuitoare marine necesită o aparatură mai complicată. Astăzi se utilizează dispozitive automate care măsoară temperatura, salinitatea, lumina și alte elemente ale mediului marin, cărora li se adaugă sistemele de observare cu ajutorul televiziunii și al fotografiei. Datele obținute prin aceste sisteme complexe vor permite oamenilor de știință să tragă concluzii referitoare la efectul mediului asupra vieții marine. Aparatele de laborator capabile să simuleze condițiile mediului marin vor reprezenta unele dintre cele mai importante mijloace de cercetare ale oceanografiei biologice.

Oceanografia fizică

Oceanograful fizician este interesat de măsurarea diferitelor proprietăți fizice ale apei de mare, cum sînt: temperatura, salinitatea, densitatea și opacitatea. Pe baza acestor date se pot deduce evaporarea, schimburile de energie calorică și alte procese fizice care au loc în mediul oceanic.

Există trei procedee obișnuite de măsurare a temperaturii. Termometrul înregistrator de precizie este cel mai frecvent utilizat în acest scop. De obicei acest termometru este atașat unei butelii Nansen (vezi fig. 4.34) și coborît în ocean. Cînd butelia ajunge la adîncimea dorită, se eliberează o greutate

(numită mesager) care coboară pe cablu. Când mesagerul lovește butelia, aceasta se răstoarnă eliberînd alt mesager, care exercită aceeași acțiune asupra buteliilor aflate mai jos, pe cablu. Prin răsturnare, butelia se umple colectînd o probă de apă marină, ce va fi utilizată pentru determinarea salinității. Răsturnarea buteliei conduce la ruperea coloanei de mercur a termometrului, păstrînd temperatura înregistrată în momentul acela. Dacă aceasta nu s-ar produce, temperatura s-ar ridica pe măsură ce termometrul — care este readus înapoi pe navă — ar trece prin stratele de apă mai caldă de la suprafață. În mod obișnuit se utilizează două termometre: unul este expus la presiunea apei acoperitoare, iar celălalt este protejat față de această presiune. Diferența de temperatură înregistrată de aceste două termometre reprezintă o estimare a presiunii sau a adîncimii, valorile acestor două variabile fiind în strînsă interdependență. Măsurătorile de temperatură necesită un grad de exactitate foarte ridicat, precizia fiind cel puțin de ordinul a $0,02^{\circ}\text{C}$. Marea acuratețe a măsurătorilor este impusă de efectele foarte importante pe care le are temperatura asupra densității și a altor proprietăți fizice. De asemenea, această precizie este cerută de faptul că în apele adînci temperatura este relativ constantă, prezentînd variații extrem de mici, pe care numai un termometru de precizie le-ar putea înregistra. Prin coborîrea mai multor butelii Nansen se creează o așa-numită stație hidrografică. În capitolul 7 este descris modul în care sînt utilizate datele furnizate de o stație pentru determinarea curenților oceanici. Astfel de măsurători prezintă dezavantajul că necesită un interval mare de timp și sînt limitate la puncte izolate.

Pentru eliminarea acestor neajunsuri au fost elaborate alte două tipuri de aparate de măsurat temperatura. Unul dintre aceste două dispozitive, batitermograful sau BT-ul (fig. 4.38), poate fi rapid coborît chiar cînd nava se află în mers. Elemente sensibile la presiune și temperatură determină înregistrarea continuă a variației temperaturii, în funcție de adîncime, pe o lamă de sticlă. Batitermograful este mai puțin exact decît termometrul, dar prezintă avantajul de a produce o imagine continuă. Recent au fost construite batitermografe nerecuperabile. Acestea transmit datele direct navei de suprafață, puțin fi utilizate și de elicoptere, de avioane sau de nave rapide.

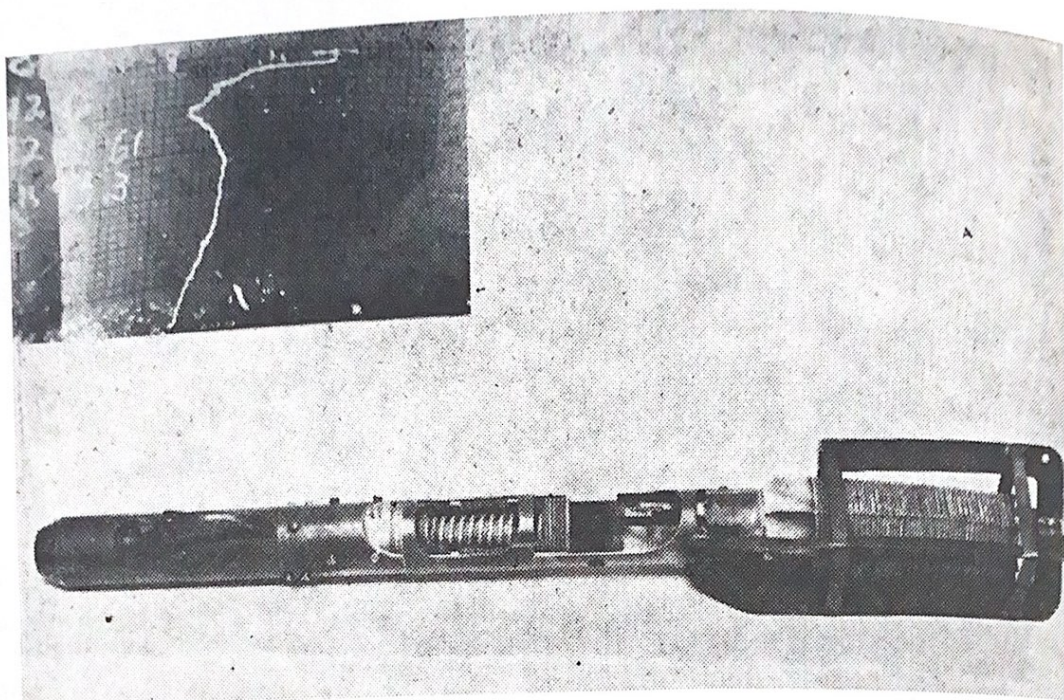


Fig. 4.38 Batitermograf (BT). Lansat de pe o navă, acest aparat produce înregistrarea figurată în colțul din stînga sus. Notățiile marchează campania de lucru și timpul de măsurare. De observat scăderea rapidă a temperaturii (numită termoclină) în partea superioară a oceanului (Fotografie pusă la dispoziție de Institutul Oceanografic din Woods Hole).

Utilizînd termistori sau alte tipuri de senzori termici, dispozitivele moderne combină precizia termometrelor cu capacitatea de măsurare rapidă și continuă a BT-urilor, iar datele le transmit prin telemetrie sau le înmagazinează pînă la recuperarea aparaturii. Datorită posibilității de a măsura și alte variabile, precum și acurateței și sensibilității lor, aceste dispozitive sînt utilizate pentru examinarea structurii de detaliu a diferitelor proprietăți fizice ale oceanului.

Viteza și direcția curenților oceanici este măsurată prin metode directe și indirecte. O metodă directă este cea care se bazează pe deriva navei, diferența dintre punctul de sosire anticipat și cel real fiind de obicei datorată acțiunii curenților (fig. 4.39 a). Altă metodă de măsurare a curenților constă în lansarea la apă a unor obiecte plutitoare, urmărindu-le mișcările sau lăsîndu-le să deriveze liber, fără a fi ținute sub observație (fig. 4.39 b și c). În mod obișnuit, sticlele în derivă au înăuntru o notă care oferă o mică recompensă persoanei care găsește sticla și restituie nota menționînd

unde și când a găsit-o. Utilizarea obiectelor în derivă prezintă anumite dezavantaje. Nu se cunoaște drumul pe care l-au parcurs pînă la locul unde au fost găsite și nu se știe în ce măsură au fost influențate de vînt. Totuși, notînd pe hartă punctele de lansare și de recuperare a numeroase obiecte lăsate în derivă, se pot obține informații generale privind circulația la scară mare a apelor oceanice de suprafață.

Ancorele plutitoare sînt utilizate pentru măsurarea curenților în zona situată imediat sub suprafața apei, eliminînd efectul direct al vîntului (fig. 4.39 c). Flotorul Swallow este un dispozitiv mai evoluat, ce constă dintr-un tub de aluminiu închis ermetic care este lansat la apă. Fiind mai greu, dar mai puțin compresibil decît apa sărată, la o anumită adîncime densitatea flotorului devine egală cu densitatea apei sărate. Cu alte cuvinte, creșterea densității apei sărate cu adîncimea este mai mare decît a flotorului (Swallow). Deplasarea flotorului la o anumită adîncime poate fi urmărită dacă

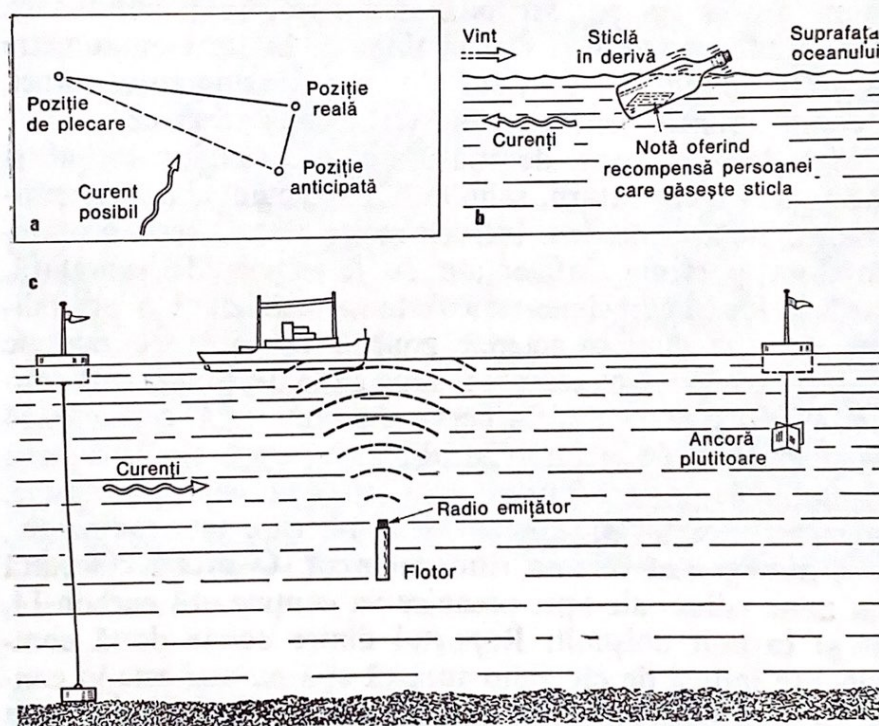


Fig. 4.39 Metode directe de măsurare a curenților: a) deriva navei; b) sticle în derivă; c) ancoră plutitoare și flotor Swallow. În cazul c nava își determină poziția cu ajutorul balizei și observă deplasările ancorei plutitoare (vizual) sau ale flotorului Swallow (electronic).

se atașează un radio-emisător. Nava trebuie să dispună de un sistem de stabilire a poziției, întrucât ea însăși va deriva sub acțiunea curenților de suprafață. De obicei este utilizată o geamandură, astfel încât deplasarea navei și a flotorului Swallow sau a ancorei suspendate să fie determinată în funcție de poziția geamandurii. Măsurătorile obținute cu ajutorul flotorului Swallow arată că zonele adânci ale oceanului, despre care se credea că sînt relativ stagnante, pot avea curenți cu viteza de aproape 50 cm pe secundă.

Alte tipuri de dispozitive pentru măsurarea curenților sînt balizele de suprafață (vezi fig. 7.1) și curentometrele (vezi fig. 4.9 și 4.40) cu posibilități de telemetrare. Unele curentometre sînt suspendate de obiecte fixe, ca balize și faruri plutitoare, marcînd evoluția curenților de-a lungul unei perioade mari de timp. Aparatele mai perfecționate transmit datele laboratoarelor sau calculatoarelor de pe țărm. Anumite curentometre nu înregistrează valorile instantanee, ci viteza medie a curentului. În acest fel, un curent înregistrat cu viteza de 50 cm pe secundă spre nord, ar fi putut avea și perioade cu viteze și sensuri diferite. Există curentometre care fac înregistrări continui ale vitezei instantanee a apei. Ele sînt utilizate pentru studiul turbulenței oceanice.

Metodele indirecte de măsurare a curenților includ și măsurarea temperaturii, salinității, oxigenului și a altor proprietăți ale apei marine. Întrucît multe dintre aceste proprietăți sînt puternic influențate de fenomene de suprafață, variația lor cu adîncimea sau distanța reprezintă o posibilitate de a evalua caracterele zonelor de amestec oceanic și ale curenților. Un exemplu îl reprezintă distribuția carbonului-14 în ocean. Intrînd în ocean din atmosferă, carbonul-14 este absorbit de plante, iar după moartea și distrugerea plantelor devine un constituent al apelor oceanice profunde. În cursul acestui proces, carbonul-14, care este radioactiv, se dezintegrează într-un ritm cunoscut. O probă colectată din zone adânci ale apei oceanice va conține atît carbon-14, cît și carbon obișnuit. Raportul dintre aceste două componente indică de cît timp această apă nu mai este în contact cu atmosfera. Prin alte metode se poate determina sursa apei, adică zona unde apa a fost în contact cu atmosfera. Cunoscînd zona de proveniență a apei și de cît timp apa a părăsit această zonă, se poate evalua în mod indirect circulația oceanică.

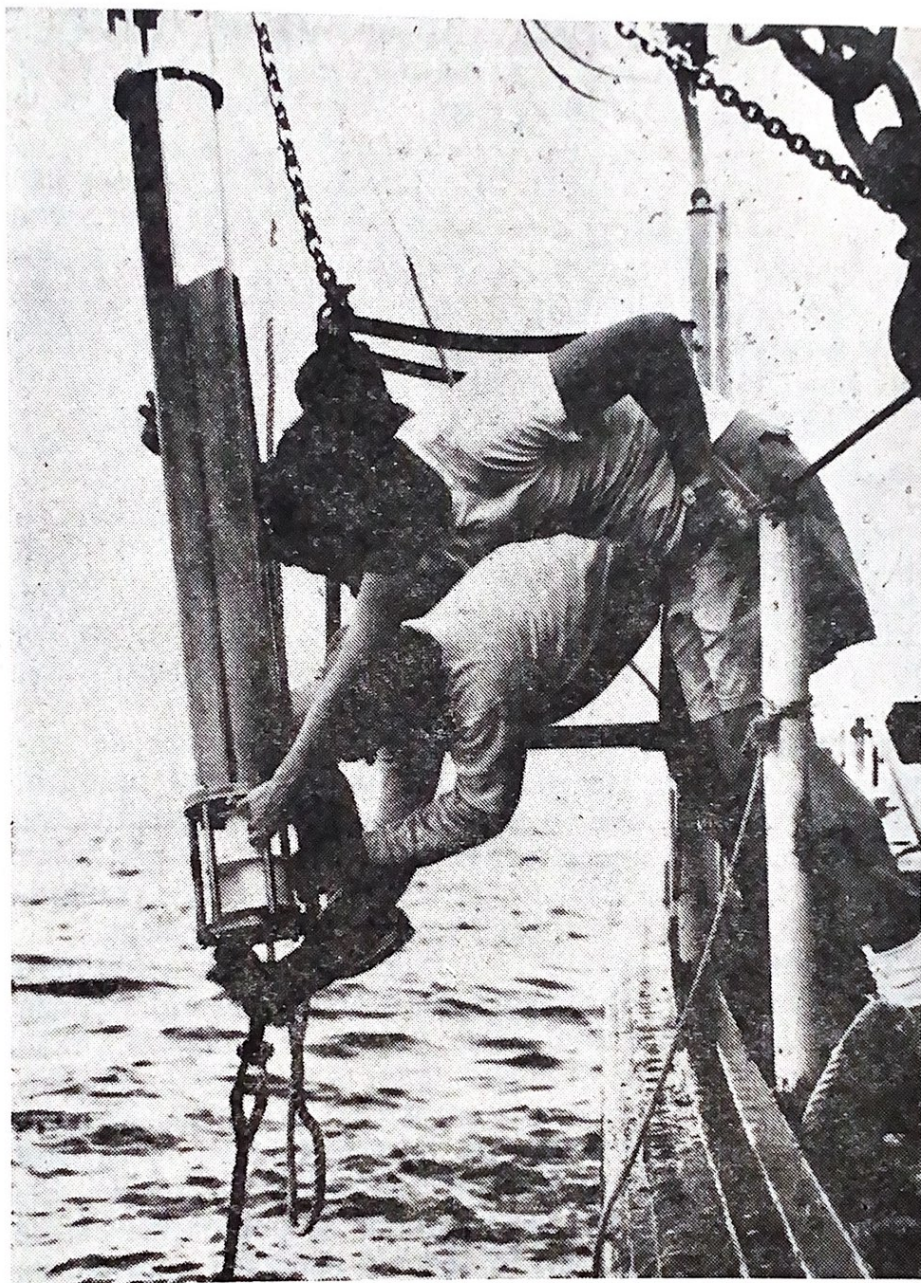


Fig. 4.40 Curentometru. Apa învîrtește rotorul de la partea inferioară a aparatului; numărul de rotații (înregistrate de aparat) pe unitatea de timp exprimă viteza curentului. Astfel de aparate sînt de obicei atașate în sisteme de balize (vezi fig. 4.16) (Fotografie furnizată de Institutul Oceanografic din Woods Hole).

De asemenea, distribuția anumitor organisme poate să indice acțiunea unor sisteme de curenți. Apariția anumitor organisme plutitoare pasive departe de mediul lor obișnuit sugerează transportul acestora de către curenți.

Oceanografi fizicieni, ca și alți oceanografi, utilizează aparatură electronică modernă împreună cu echipamentul convențional descris mai sus. Sateliți, avioane și balize mari încărcate cu aparatură electronică transmit date despre diverși parametri oceanici. În mod obișnuit, analiza acestor date este efectuată de calculatoare rapide, deseori direct la bordul navei (vezi fig. 4.5).

Oceanografie geologică

Geologul oceanograf este interesat în primul rând de obținerea de probe din, sau informații despre, sedimentele sau rocile de pe fundul mării. În general, există trei tipuri importante de aparatură pentru colectarea probelor: 1) dispozitive de mușcare a materialului de pe fund (graifere sau bene); 2) carotiere și 3) dispozitive de dragare.

Graiferele (fig. 4.41) colectează numai probe de suprafață care pot fi disturbate în momentul probării. Datorită greutateii sale, în general mici, acest dispozitiv este utilizat mai ales în ape puțin adânci, de exemplu pe platforma continentală. Proba se poate pierde dacă între fălcile graiferului se fixează fragmente de roci sau alte obiecte mai mari.

Dispozitivele de carotaj sînt utilizate în vederea obținerii unei secțiuni verticale prin sediment (denumită carotă). Aceasta se realizează prin introducerea forțată în sediment a unui tub vertical lung, uneori dublat de un tub de plastic interior. Cel mai simplu dispozitiv de carotaj este carotierul gravitațional. Acesta constă dintr-un tub cu greutate la capătul superior, pătrunderea în sediment datorîndu-se propriei sale greutate (fig. 4.42). Cu acest carotier se pot obține carote scurte, de numai 2—3 m. În vederea realizării unor carote mai lungi, B. Kullenberg a construit carotierul cu piston (fig. 4.43 și 4.44). În interiorul tubului carotier al acestui dispozitiv există un piston care are rolul de a reduce fricțiunea, utilizînd presiunea hidrostatică existentă în cursul operației de carotare. În acest mod se pot colecta carote cu lungimea pînă la 30 m. Fără îndoială că, utilizînd cabluri și tuburi mai robuste și greutăți mai mari, s-ar putea obține carote și mai lungi.

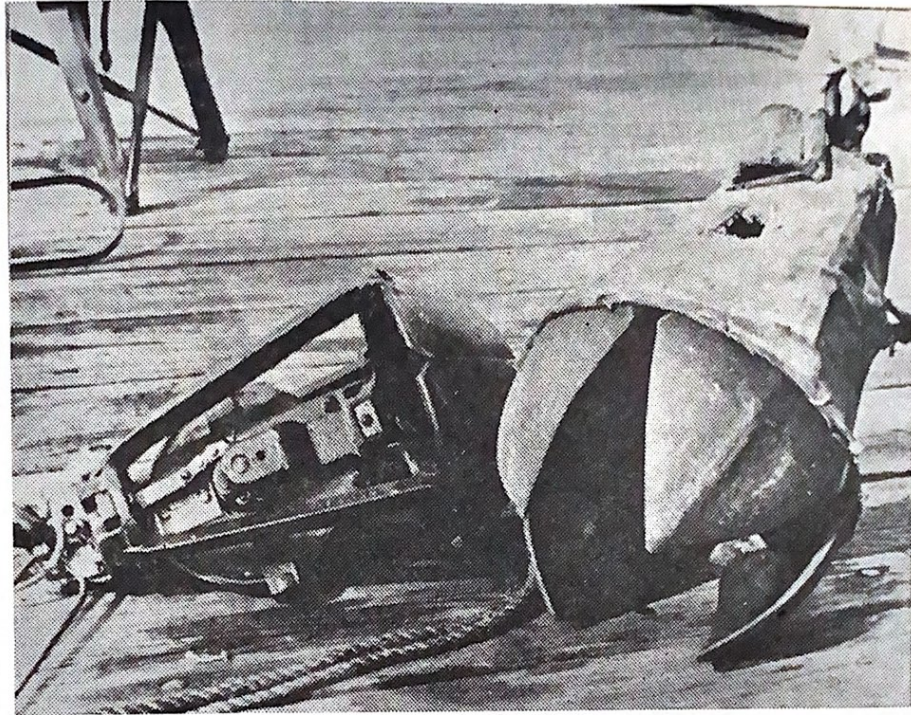


Fig. 4.41 Graifer în poziție deschisă, de lansare (dreapta) și în poziție închisă (după probare). Fălciile se închid după ce aparatul lovește fundul și pătrunde în sediment. După închiderea fălcilor aparatul este ridicat la suprafață; husa de pînză împiedică spălarea și îndepărtarea probei în timpul ridicării (Fotografie pusă la dispoziție de Institutul Oceanografic din Woods Hole).

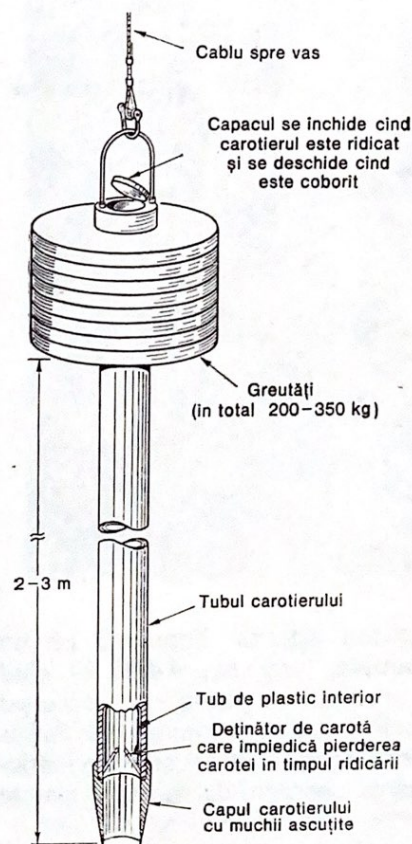


Fig. 4.42 Tip obișnuit de carotier gravitațional.

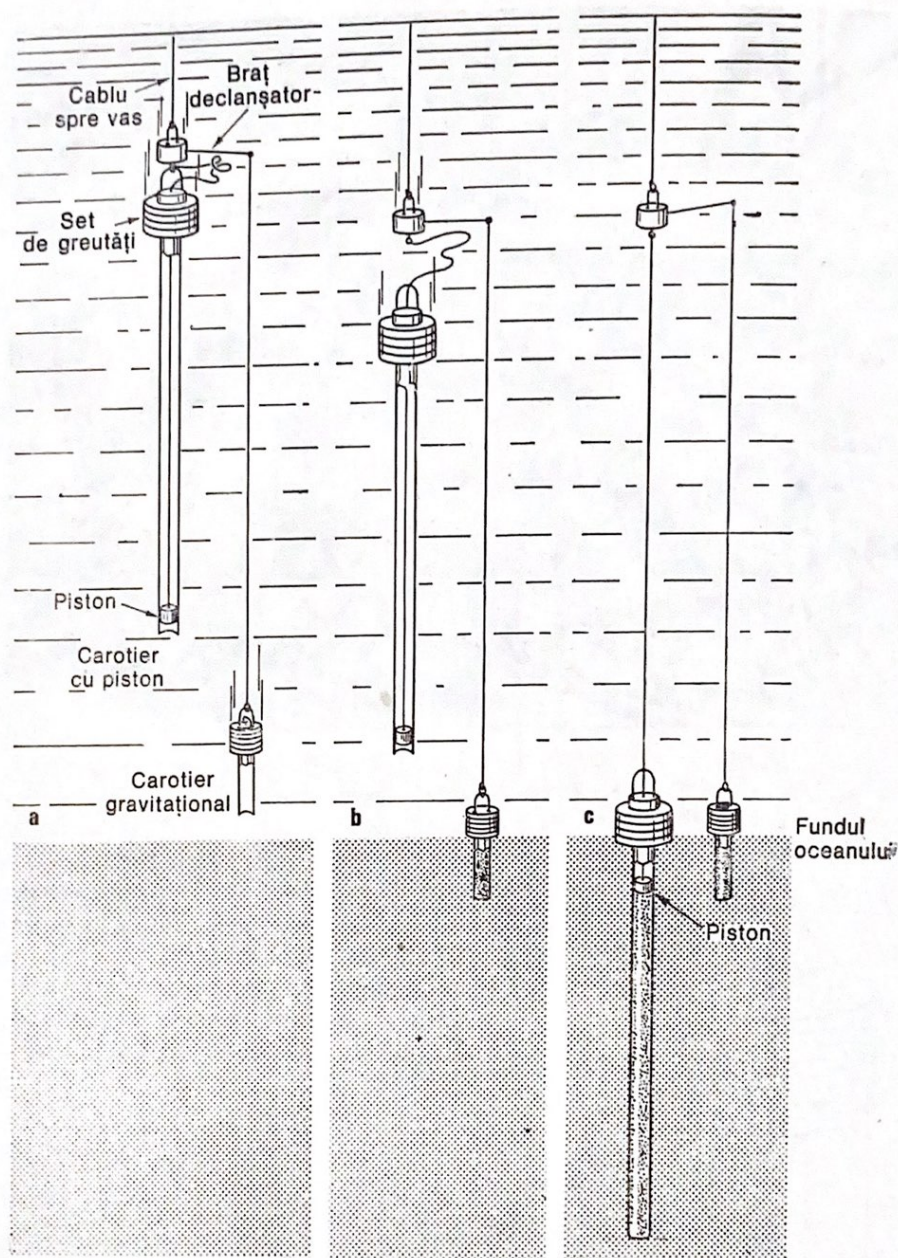


Fig. 4.43 Utilizarea unui carotier cu piston acționat împreună cu un carotier gravitațional: a) poziția de lansare (vezi fig. 4.44); b) când carotierul gravitațional lovește fundul, carotierul cu piston este declanșat și cade liber spre fund. În momentul lovirii, cablul pistonului este întins și în sediment intră numai tubul carotierului; în acest fel se reduce fricțiunea din interiorul tubului; c) terminarea operației de carotare înainte de recuperarea carotierului.

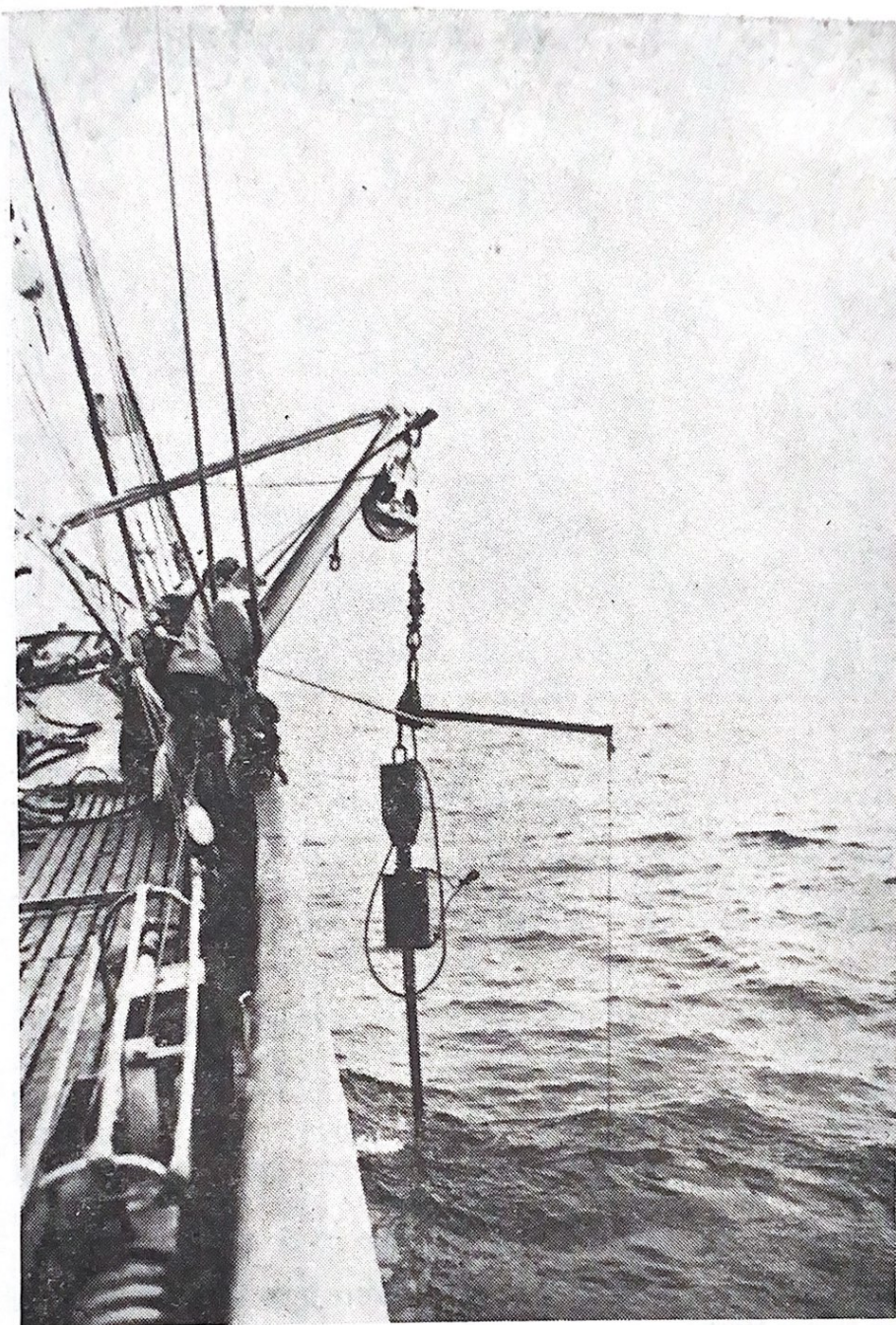


Fig. 4.44 Lansarea unui carotier cu piston. De cablul brațului de declanșare este atașat un carotier gravitațional. Cablul neîntins este fixat de pistonul din tubul carotierului (Fotografie pusă la dispoziție de Institutul Oceanografic din Woods Hole).



Fig. 4.45 Fotografia fundului mării făcută de un aparat montat în setul de greutate al unui carotier cu piston. Norul mare de sediment a fost generat de pătrunderea carotierului în sedimentele de fund. De observat busola și clinometrul montate pe tubul carotierului pentru a marca poziția acestuia care, în acest moment a pătruns cu aproximativ 25 ft în sediment. Direcția deplasării norului de sediment furnizează informații asupra curenților de fund (Fotografie oferită de F. McCoy).

Un dispozitiv de carotaj nou și ingenios este carotierul cu cădere liberă. Acest aparat nu este atașat de navă cu cablu, ci este lăsat să cadă liber. Când carotierul atinge fundul, pătrunzând în sediment, sunt eliberate niște sfere plutitoare de sticlă care se ridică spre suprafață, antrenând dublura de plastic a tubului în care se află carota (fig. 4.46). Carotierul cu cădere liberă prezintă două avantaje:

- 1) se pot colecta numeroase carote într-un interval scurt de timp;
- 2) poziția carotierului poate fi stabilită cu exactitate față de anumite caractere ale fundului mării.

De exemplu, dacă se intenționează să se ia o carotă dintr-un canion submarin cu carotier gravitațional sau cu piston, mai întâi trebuie să se oprească nava și apoi să se lanseze carotierul. Chiar în ape cu adâncime de numai câteva sute de

fathomi această operație ar putea dura pînă la o jumătate de oră, timp în care, sub acțiunea curenților și a vînturilor, nava ar deriva îndepărtîndu-se de canion. În timpul coborîrii, carotierul însuși ar putea fi afectat de curenți și deviat de la ținta sa. Carotierul cu cădere liberă poate fi lansat rapid

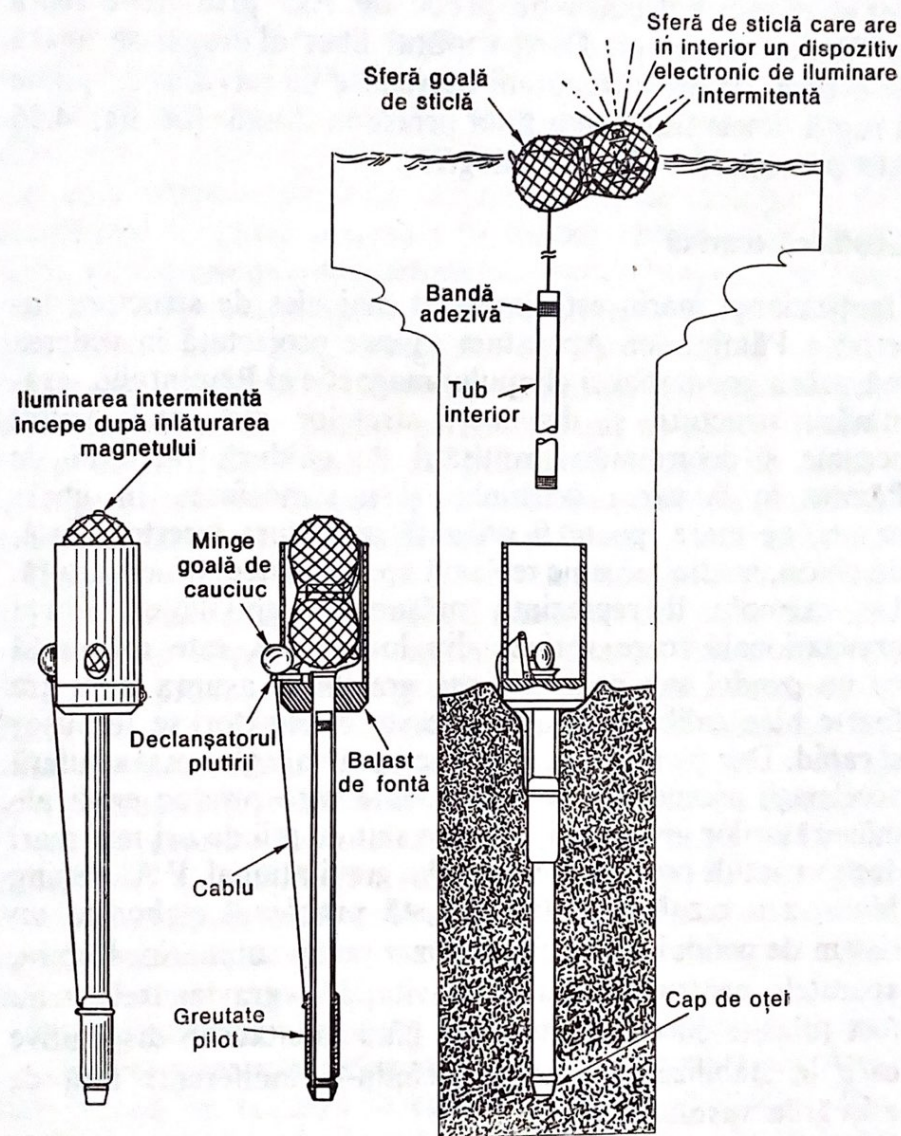


Fig. 4.46 Carotier cu cădere liberă. De la bordul navei carotierul este lansat liber, fără să fie atașat de un cablu. Pătrunzînd în sedimentele de pe fund, greutatea pilot este împinsă în sus, eliberînd sferele de sticlă care, datorită flotabilității lor, ridică tubul de plastic care conține carota. Atît sferele, cît și tubul plutesc spre suprafață, de unde pot fi recuperate de nava de suprafață (După Sachs și Raymond, 1965).

chiar din mersul navei, cînd aceasta se află deasupra zonei care trebuie probată. Coborîrea sa este suficient de rapidă pentru a nu fi afectată de curenți.

Al treilea tip de aparat pentru obținerea de probe geologice este draga. În principiu, aceasta are aspectul unui cilindru cu diametru mare, închis la unul din capete. Dragele sînt destinate colectării de probe de roci prin tîrîre lentă pe fundul oceanului. Dacă capătul liber al dragei se agață de o rocă, datorită tracțiunii exercitate de navă, roca poate fi ruptă, unele fragmente fiind prinse în dragă (în fig. 4.36 este prezentată o dragă biologică).

Geofizică marină

Geofizicianul marin este interesat mai ales de structura internă a Pămîntului. Aparatura sa este proiectată în vederea măsurării gravitației și cîmpului magnetic al Pămîntului, examinării structurii și dispunerii stratelor din fundamentul oceanic și determinării cantității de căldură pierdută de Pămînt în favoarea oceanului și a atmosferei. În unele cazuri, pe mare, poate fi utilizată aparatura terestră. Însă, de obicei, mediul oceanic reclamă un nou sistem de aparatură. Un exemplu îl reprezintă măsurarea gravitației. Forța gravitațională, care variază din loc în loc, este măsurată cu un pendul sau prin acțiunea gravitației asupra unui arc foarte bine calibrat. Pe uscat, aceste măsurători se fac ușor și rapid. Dar pe mare, datorită acțiunii valurilor, nava suferă accelerații ascendente și descendente care produc erori ale măsurătorilor gravitației, erori ce sînt de mii de ori mai mari decît variațiile posibile ale cîmpului gravitațional. F.A. Vening Meinesz a rezolvat parțial această problemă elaborînd un sistem de pendul care a fost utilizat pe un submarin. Recent, aparatele pentru măsurarea gravitației — gravimetrele — au fost folosite cu succes pe mare fiind montate în dispozitive care le stabilizează poziția făcîndu-le indiferente față de mișcările vasului.

Variațiile gravitației sînt interpretate în funcție de modificările structurii geologice. Întrucît există și alte cauze care determină variația valorilor gravitației, aceste date nu pot fi considerate în mod independent pentru interpretarea structurii geologice, ci sînt utilizate împreună cu rezultatele altor

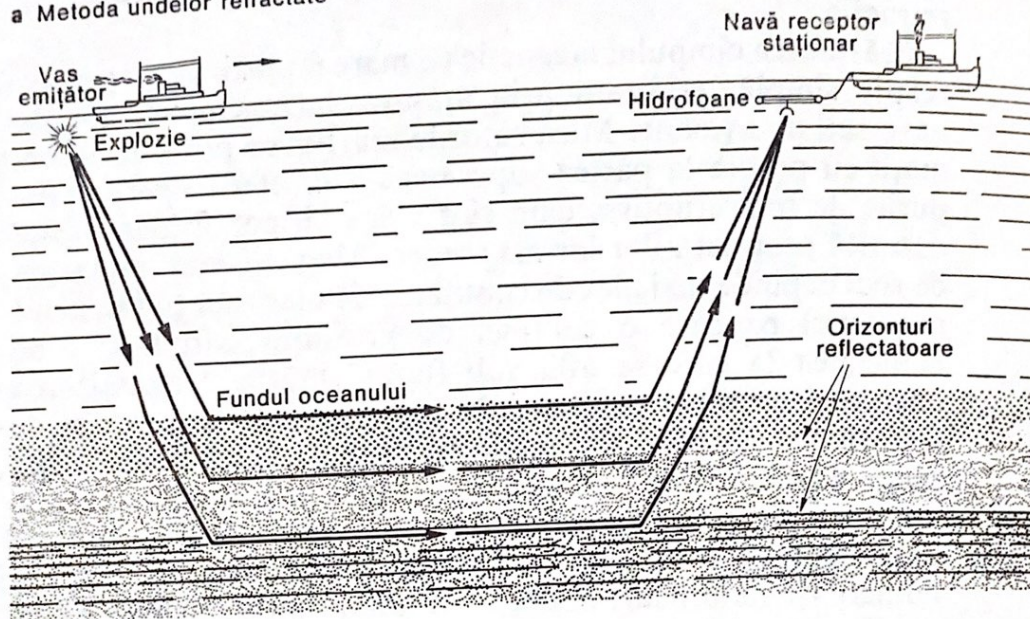
studii geofizice, de exemplu cele magnetice și seismice de refracție.

Măsurarea cîmpului magnetic pe mare reprezintă o operație relativ simplă, realizată prin atașarea magnetometrelor de nave sau de avioane. Măsurătorile magnetice prezintă informații cu privire la partea superioară a crustei terestre. Corpurile de roci eruptive, cum sînt vulcanii, pot fi identificate datorită proprietăților lor magnetice. Magnetismul unui corp de roci depinde mai ales de cantitatea de magnetit (un mineral magnetic) pe care o conține, de grosimea corpului și de adîncimea la care se află sub fundul mării. Magnetizarea unei roci eruptive depinde, de asemenea, de direcția și de intensitatea cîmpului magnetic în timpul răcirii rocii. Roca răcită va dispune de o magnetizare similară și proporțională cu mărimea cîmpului magnetic terestru. Acest fapt este foarte important căci cîmpul magnetic al Pămîntului a suferit numeroase modificări în decursul timpurilor geologice (adică polii magnetici au migrat și chiar s-au inversat). Astfel, rocile de pe fundul mării au proprietăți magnetice caracteristice diferitelor timpuri geologice. Semnificația geofizică a acestui fapt este discutată mai amănunțit în capitolul 8.

Cantitatea de căldură care difuzează prin crustă provenind din interiorul Pămîntului poate fi măsurată de sonde calorice atașate unui dispozitiv de carotaj cu piston. Fluxul caloric reprezintă produsul dintre gradientul vertical al temperaturii din sedimente și conductivitatea termică a sedimentului. În mod obișnuit fluxul caloric este foarte mic, de ordinul unei microcalorii (o milionime de calorie) pe cm^2 , pe secundă. O calorie exprimă cantitatea de căldură necesară pentru a ridica cu 1°C temperatura unui gram de apă în condițiile presiunii atmosferice. Zonele unde fluxul caloric este de cîteva ori mai mare decît valoarea medie, ar putea reprezenta zone cu instabilitate crustală.

Studiul structurii fundului oceanic este realizat, mai ales, cu ajutorul metodelor seismice, prin reflexie și refracție. Ambele metode se bazează în general pe același principiu (fig. 4.47). Undele sonore generate de o explozie se vor propaga spre fundul oceanic și în stratele de sub suprafața fundului și apoi vor fi reflectate înapoi spre nava de suprafață (reflexie). O parte a energiei se va propaga de-a lungul diferitelor strate ale crustei, (scoarței) putînd fi recepționată de o a doua navă (refracție). Dispozitivele de recepționare se numesc

a Metoda undelor refractate



b Metoda undelor reflectate

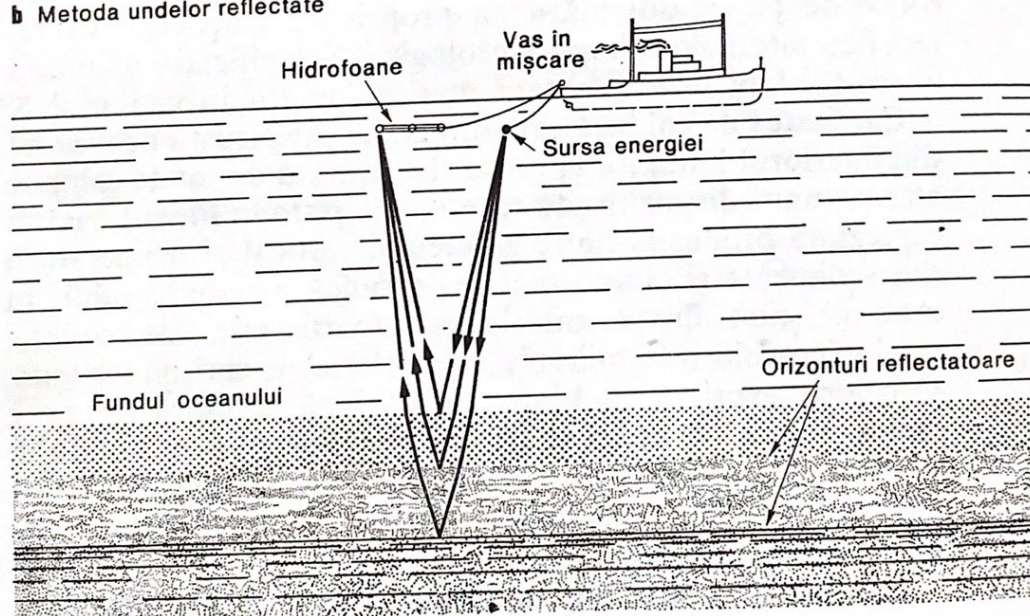


Fig. 4.47 a) principiul cercetării seismice prin metoda undelor refractate; b) principiul cercetării seismice prin metoda undelor reflectate.

hidrofoane. În cazul metodei prin reflexie, este necesară o singură navă. După ce sînt amplificate și filtrate, semnalele reflectate sînt înregistrate grafic de ecograful navei (fig. 4.48).

Cercetarea seismică prin metoda undelor refractate necesită prezența a două nave (sau o navă și o geaman-

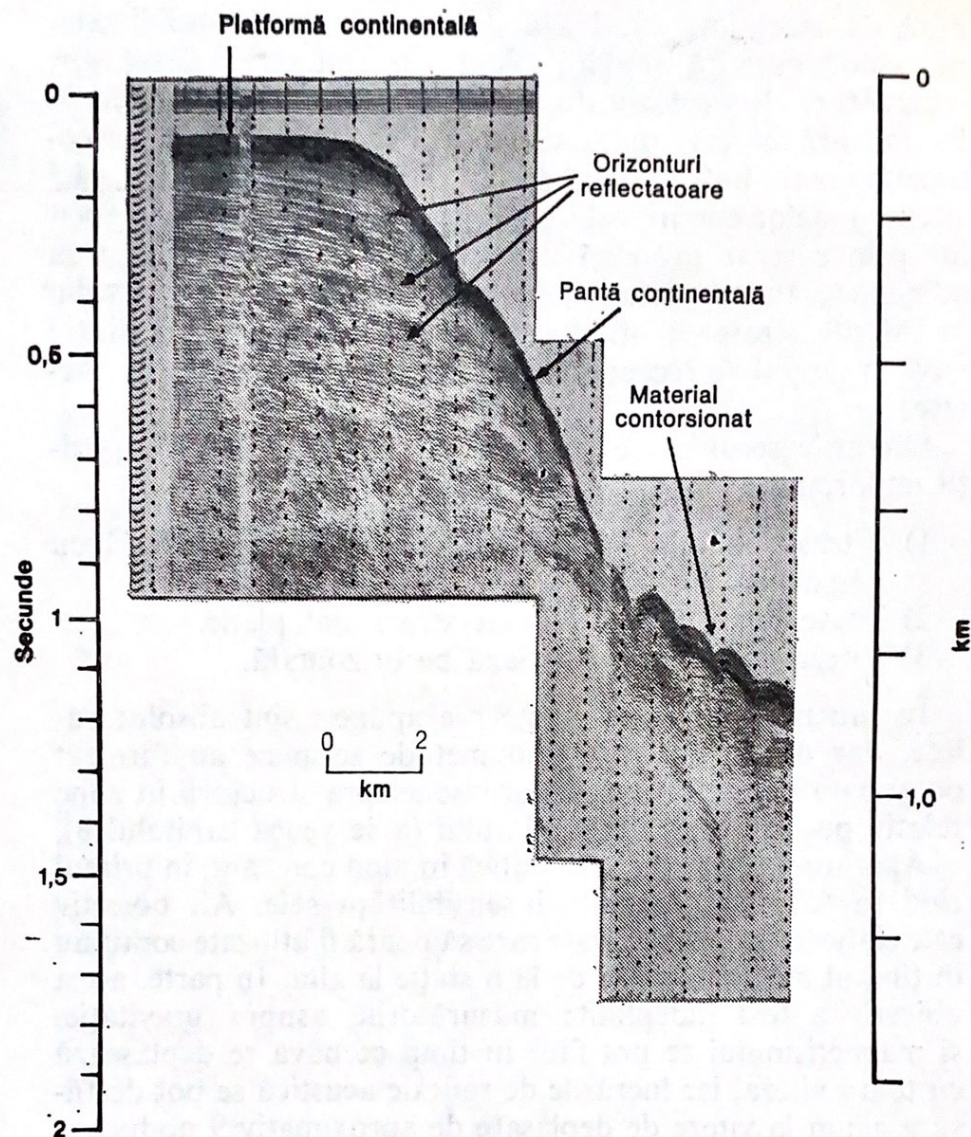


Fig. 4.48 Profil continuu de reflexie-seismică în zona externă a platformei continentale și a pantei (povârnișului) continentale din largul coastei vestice a Mexicului. Scara timpului reprezintă timpul necesar pentru propagarea undelor prin apă la orizontul reflectant și înapoi la navă (vezi fig. 4.47 b). Observați terminația abruptă a platformei continentale și reflexiile contorsionate de pe pantă care ar putea reprezenta material alunecat (Din D. A. Ross și G. G. Shor, *Journal of Geophysical Research* 70, 1965).

dură de recepționare). Nava de recepție este imobilizată, pe cînd cealaltă navă, aflată în mișcare, detonează încărcături de exploziv după un program stabilit anterior. Pe măsură ce cele două vase se depărtează, sînt recepționate mai întîi sosiri de la strate mai adînci, căci viteza undelor sonore este proporțională cu densitatea rocilor prin care se propagă, iar densitatea și viteza cresc cu adîncimea. Pentru determinarea adîncimii și vitezei sunetului în diferite strate se utilizează un grafic al distanței dintre nave și timpul de recepționare a primelor unde sonice refractate.

Lucrările seismice se bazează pe următoarele trei supoziții importante:

- 1) Viteza sunetului în sedimente și roci crește odată cu adîncimea.
- 2) Toate interfețele diferitelor strate sînt plane.
- 3) Viteza sunetului nu variază pe orizontală.

În practică, nu toate aceste presupuneri sînt absolut valide, dar datele obținute prin metode seismice au furnizat oceanografilor informații valoroase asupra structurii în zone relativ puțin adînci ale Pămîntului (a se vedea capitolul 8).

Aparatura geofizică se modifică în mod constant, în primul rînd în scopul îmbunătățirii sensibilității sale. Alt obiectiv este elaborarea unor aparate care să poată fi utilizate continuu în timpul mersului navei de la o stație la alta. În parte, acest obiectiv a fost îndeplinit: măsurătorile asupra gravitației și magnetismului se pot face în timp ce nava se deplasează cu toată viteza, iar lucrările de reflexie acustică se pot desfășura acum la viteze de deplasare de aproximativ 9 noduri.

lipsit de glorie cînd cercetătorii expediției „Challenger“ au găsit că Bathybius reprezenta, de fapt, rezultatul interacțiunii dintre alcoolul în care se păstra materialul și proba colectată.

Importanta expediție întreprinsă de nava „Beagle“, avîndu-l pe Charles Darwin la bord, a avut loc între anii 1831 și 1836. Deși rezultatele obținute de Darwin s-au publicat după mulți ani, ele au contribuit substanțial la înțelegerea evoluționismului, iar cercetările sale, ca și cele ale lui Forbes, i-au stimulat pe alții să organizeze noi expediții.

Expediția „Challenger“ a reprezentat, în mod evident, unul dintre progresele cele mai mari din domeniul oceanografiei biologice. Această expediție a adunat mari cantități de date privitoare la animalele și plantele oceanice. Au mai existat totuși multe alte expediții importante, dar nu atît de bine cunoscute, care au adus contribuții însemnate în oceanografia biologică. Studii remarcabile au fost făcute de J. Vaughan Thompson — unul dintre primii care au folosit un fileu pentru colectarea planctonului, Johannes Müller, un naturalist german, Sir John Murray și Victor Hensen, care a studiat și a dat denumirea planctonului. Acești pionieri ai cercetării oceanografice erau interesați mai ales de colectarea, descrierea și studierea organismelor. În anii care au urmat, s-au realizat progrese în înțelegerea relațiilor intime dintre organisme și chimismul apei marine. Cercetările descriptive continuă, dar pe măsură ce diferitele grupuri de organisme devin mai bine cunoscute, necesitatea acestor studii scade. Accentul se pune pe cercetarea mediului, pe interrelațiile dintre organisme precum și pe producerea materiei organice.

MEDIUL BIOLOGIC AL MĂRII

Organismele marine sînt imerse în mod constant și în același timp spălate de apa mării. Această situație prezintă numeroase avantaje dar și unele dezavantaje. De exemplu, orice schimbare a stării fizice sau chimice a apei va fi transmisă imediat organismelor. Din fericire, caracterele fizice și chimice ale apei de mare tind să fie relativ stabile, iar organismele marine nu sînt expuse unor schimbări rapide ale mediului, așa cum se întîmplă pe uscat. Viețuitoarele marine au și alt avantaj față de cele terestre și anume acela că sînt

ferite de efectele desicării sau uscării. Pentru a păstra sau a obține mai multă apă, animalele terestre au fost nevoite să-și formeze o piele sau solzi protectori, iar plantele și-au dezvoltat sisteme extinse de rădăcini. Așa cum rezultă din capitolul 5 și cum se va arăta și în acest capitol, organismele influențează chimismul apei de mare utilizând anumite elemente în procesele lor vitale. În ceea ce urmează vor fi discutate unele dintre caracterele fizice și chimice ale apei de mare, deosebit de importante din punct de vedere biologic.

Proprietăți ale apei marine cu importanță biologică

Apa este un element esențial vieții, necesar pentru producerea hranei de către plante. Din acest punct de vedere, o proprietate importantă a apei este solvența sau capacitatea sa de dizolvare, datorită căreia poate îngloba gazele și mineralele necesare vieții animale și vegetale.

Apa de mare reprezintă un mediu propice multor organisme, eliminând uneori necesitatea unei structuri scheletice rigide. Astfel de organisme sînt meduzele și alte animale mici care plutesc în ocean. De asemenea, marea oferă posibilitatea de existență celor mai mari animale cunoscute, adică balenelor. Printre animalele de uscat nu există structuri scheletice capabile să suporte o masă așa de mare. (Și cei mai mari dinozauri au fost tot acvatici.)

Apa de mare este o soluție tampon, adică rezistă la variații către o stare mai alcalină sau mai acidă. Ea este ușor alcalină, avînd pH-ul între 7,5 și 8,4. Aciditatea sau alcalinitatea apei este determinată de concentrația de ioni de hidrogen (H^+) sau de hidroxili (OH^-). Dacă în soluție apar cantități egale ale acestor ioni, se spune că soluția este neutră. Dacă concentrația ionilor H^+ este mai mare decît a celor de OH^- soluția este acidă, iar dacă este mai mică, soluția este alcalină. Aceste concentrații sînt exprimate, în mod convențional, prin pH (vezi nota infrapaginală de la pag. 137). Starea alcalină a apei de mare este necesară organismelor care secretă carbonat de calciu pentru cochilii. Alt avantaj al apei de mare ca soluție tampon constă în posibilitatea de a îngloba cantități mari de carbon, sub formă de CO_2 , fără schimbarea pH-ului, carbonul fiind necesar plantelor pentru producerea materiei organice.

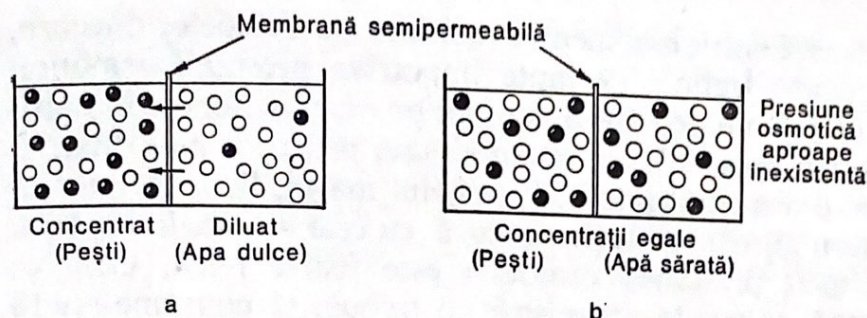


Fig. 6.1 a) Diagramă care ilustrează efectul osmotic asupra unui animal care trăiește într-un lichid cu concentrație diferită de cea a lichidelor mediului său intern. Din această cauză se creează o presiune osmotică, contra căreia animalul trebuie să lupte pentru a-și menține constituția internă; b) Concentrația lichidului mediului intern și a celui extern sînt similare, presiunea osmotică rezultată fiind practic nulă. Cazul *a* este asemănător situației unui pește de apă dulce, iar cazul *b* se referă la peștii de apă sărată.

Transparența apei de mare este o altă proprietate importantă din punct de vedere biologic. Lumina poate să pătrundă în apa de mare pînă la o adîncime considerabilă, și cum fotosinteza depinde de prezența luminii, acest important proces nu este restrîns la cei cîțiva metri de la suprafața oceanului ci, în funcție de claritatea apei, poate avea loc pînă la adîncimi de 200 metri sau mai mult.

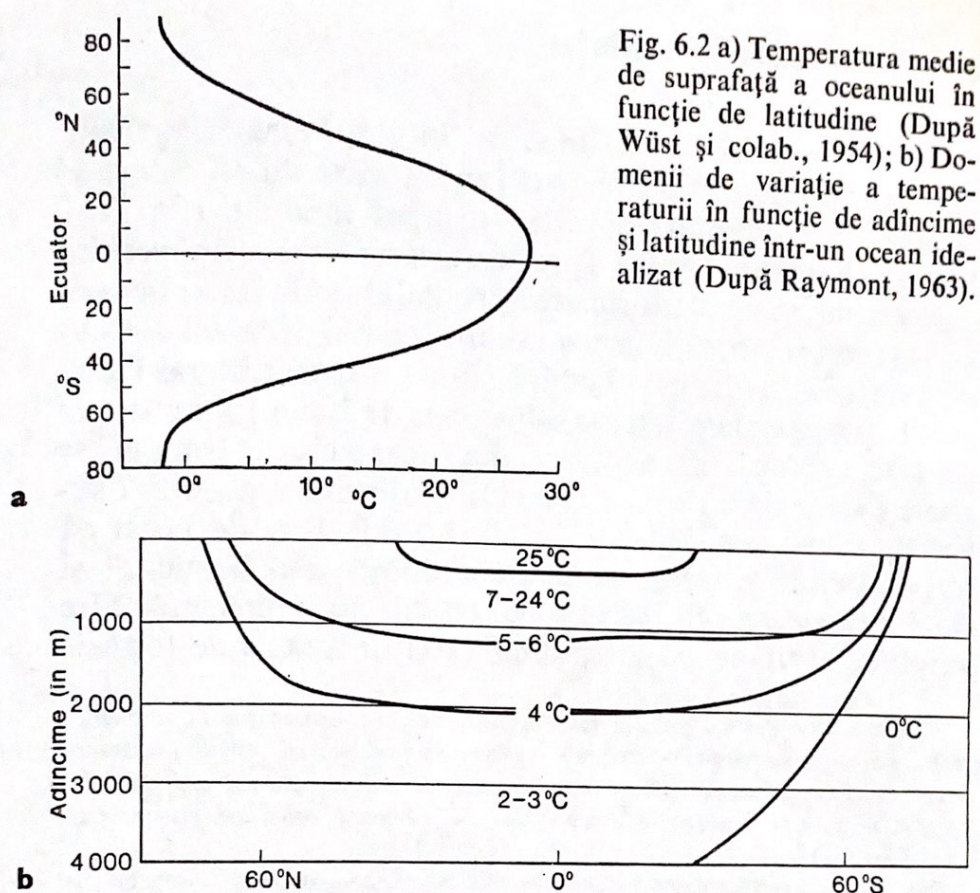
Apa de mare are o capacitate calorică ridicată și, de asemenea, o căldură latentă de evaporare mare. Aceste două caracteristici previn variațiile rapide ale temperaturii, care ar putea avea efecte dăunătoare pentru cele mai multe forme de viață marină.

Elementele existente în apa de mare sînt foarte importante din punct de vedere biologic (vezi tabelul 5.2). Aceste elemente și raporturile dintre ele sînt uimitor de asemănătoare cu cele ale lichidelor din corpul celor mai multe organisme marine și întrucîtva similare celor din corpul animalelor terestre. Această similitudine dintre mediul extern (oceanul) și mediul intern (lichidele din corpul organismelor) este un punct critic pentru osmoză. Acest fenomen apare cînd două soluții cu concentrații diferite sînt separate de o membrană semipermeabilă. În cazul existenței acestor diferențe de concentrație, de o parte sau de alta a membranei se creează o presiune osmotică. Astfel, apa se va deplasa prin membrană către soluția mai concentrată (fig. 6.1). Cu cît diferența de concentrație este mai mare, cu atît și presiunea osmotică este

mai mare. Pentru a-și menține compoziția lichidelor din corp, organismele trebuie să lupte împotriva presiunii osmotice. De exemplu, un pește de apă dulce poate să acționeze împotriva intrării apei dulci în sistemul său, pentru a nu-i dilua lichidele din mediul intern. În mediul marin, lichidele mediului intern au concentrație similară cu cele din mediul extern, astfel încât presiunea osmotică este foarte mică. Ceea ce înseamnă că aceste organisme nu trebuie să consume multă energie pentru menținerea constanței mediului intern. Posibilitatea de a menține echilibrul osmotic în apă sărată, în comparație cu apa dulce, ar putea explica de ce unele animale de apă sărată depășesc ca dimensiuni cele mai mari animale de apă dulce.

Caracterele generale ale oceanului ca mediu biologic

În cadrul oceanului, temperatura variază de la aproape -2°C la peste 40°C . Salinitatea poate fi aproape de zero în estuare și în zone apropiate de țărm, ajungând la aproximativ 4‰ în Marea Roșie. Adâncimea depășește 10 000 m. Presiunea, datorată greutatei coloanei de apă, înregistrează valori de la 1 atmosferă ($14,7 \text{ lb/in}^2$ sau aproximativ 1 kg/cm^2) la suprafață, pînă la peste 1000 atmosfere (atm) în zonele profunde. Presiunea crește cu 1 atm la fiecare 10 m adâncime. Pătrunderea luminii este, de asemenea, variabilă, lumina soarelui neajungînd niciodată la adîncimi mai mari de 1000 m. Deși domeniul de variație al acestor condiții este destul de larg, numeroase zone întinse se bucură de condiții uniforme. Temperatura, de pildă, prezintă valori similare în cuprinsul unor mari regiuni oceanice (fig. 6.2, 7.3 și 7.4). De fapt salinitatea este foarte constantă în apele de suprafață din largul oceanului, variînd între 3,3‰ și 3,7‰, numai în zone izolate atîngînd valori mai mari. Salinitatea apelor mai adînci este și mai uniformă, limitele de variație normală fiind între 3,46‰ și 3,5‰. Deși este evident că presiunea are un anumit efect asupra vieții animale, datorită unor adaptări funcționale speciale, numeroase organisme pot să ajungă la adîncimi importante. De exemplu, balenele se pot scufunda la adîncimi de 1000 m (corespunzînd unei presiuni de 100 atm). Totuși, deși cele mai multe organisme trăiesc în condiții relativ constante, există numeroase organisme care suportă condiții diferite, în diferite perioade ale creșterii lor.



O concepție greșită, susținută în mod obișnuit, este aceea că un pește adus la suprafață de la adâncimi mari moare, „explodează“. Aceasta, pentru că s-a observat că unul dintre organele sale cavitate interne i-a ieșit prin gură. De fapt, de cele mai multe ori moartea survine datorită schimbărilor mari de temperatură suportate de pește în timp ce este adus la suprafață.

Deplasarea apei marine este foarte importantă din punct de vedere biologic, ea determinând circulația substanțelor minerale necesare creșterii plantelor, din ape mai adânci în ape de suprafață, unde pot fi utilizate de către acestea. Deplasarea apei reprezintă, de asemenea, un mod de dispersare a resturilor organice, dejecțiilor, ouălor și larvelor sau formelor de viață adulte. Deplasarea maselor de apă poate avea și unele urmări nedorite, transportând, de exemplu, animalele din mediul lor natural într-un mediu nefavorabil, cum se poate întâmpla, de pildă, când apa caldă este adusă în contact cu apa rece, sau invers.

Diviziunile mediului marin¹

Mediul marin poate fi împărțit în două mari domenii: domeniul **bentic**, care se referă la fundul oceanului, și domeniul **pelagic**, care cuprinde apa de deasupra fundului (fig. 6.3). Domeniul pelagic poate fi subdivizat în provincia **neritică** (apa care acoperă platforma continentală) și provincia **oceanică** (apa care acoperă zonele marilor adâncimi). În mod obișnuit, domeniul bentic este împărțit într-un sistem **litoral** (zona care merge spre larg pînă la adîncimea de 200 m) și un sistem de mare adîncă. În regiunea din apropierea țărmului se poate face o divizare mai detaliată. Adîncimile acestor diferite diviziuni sînt indicate în tabelul 6.1. Este de notat că se pot utiliza termeni similari atît domeniului bentic cît și celui pelagic, și că adîncimile limită nu reprezintă cifre absolute, semnificația lor putînd varia în funcție de formele

¹ Deoarece autorul folosește în text termenul de *Environment* (mediu, ambianță) pentru majoritatea diviziunilor mediului marin, a fost necesar să adoptăm în traducere o terminologie diferențiată, distingînd aceste diviziuni, pentru o mai bună înțelegere, prin termeni uzuali în oceanografie ca: domeniu, provincie, sistem, etaj, subetaj și zonă.

Respectînd clasificarea diviziunilor mediului marin date de Ross, probabil una adoptată dintre zecile de clasificări existente la ora actuală, îi alăturăm acesteia și clasificarea lui J.M. Pérès stabilită la Colocviul de la Geneva (1957), care este mult mai adecvată mărilor europene și în special bazinului mediteranean din care face parte și Marea Neagră. Elementul de bază al distribuției pe verticală a formațiunilor domeniului bentonic este etajul. În clasificarea lui J.M. Pérès, de la linia de coastă pînă la cele mai mari adîncimi sînt șapte etaje:

— etajul supralitoral — cuprinde domeniul de viață al acelor organisme care suportă sau necesită o emersiune continuă; în mările și oceanele cu marea el se întinde între nivelul extrem de umectare și nivelul unei mări înalte normale;

— etajul mediolitoral — este domeniul intermareic (între nivelul cel mai înalt și cel mai scăzut pe care-l atinge marea);

— etajul infralitoral — este domeniul acelor porțiuni de fund care se încadrează între nivelul superior, permanent inundat și nivelul inferior al limitei de rezistență a Zoosteraceelor și algelor fotofile;

— etajul circalitoral — este delimitat, superior, de adîncimea maximă de pătrundere a fanerogamelor marine și a algelor fotofile și, inferior, de adîncimea maximă pînă la care pătrund algele pluricelulare;

— etajul batial — cuprinde partea inferioară a platformei continentale, taluzul și piciorul taluzului continental, de la 200 — 3000 m;

— etajul abisal — cuprinde cîmpia abisală de la baza taluzului continental pînă la 6000—7000 m;

— etajul hadal — este domeniul rezervat foselor și canioanelor ce depășesc 6000—7000 m adîncime; se mai numește ultraabisal. — D.M.

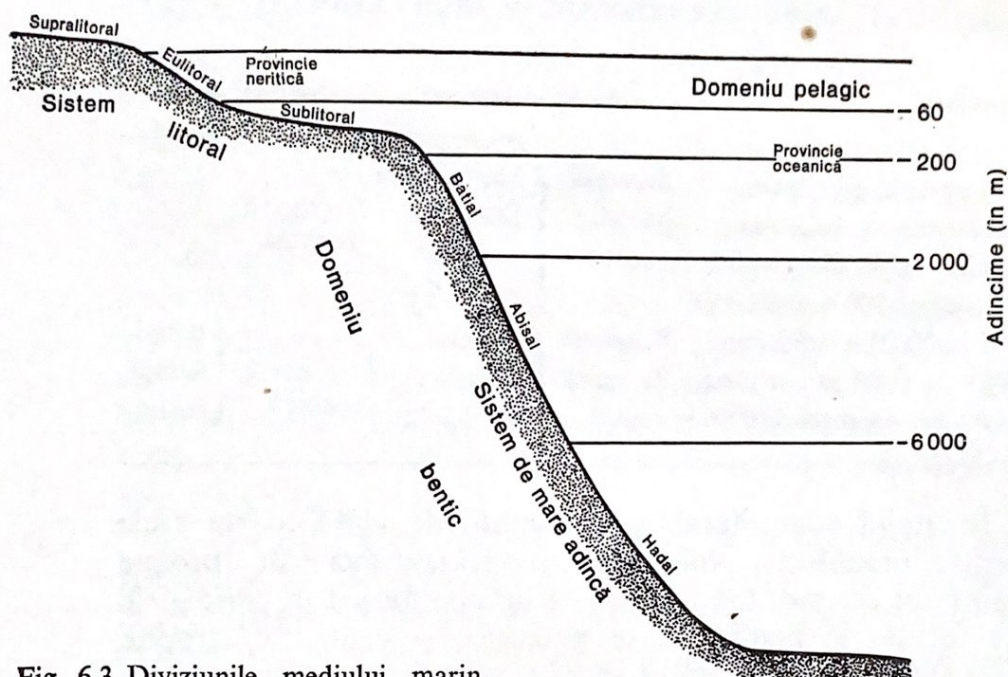


Fig. 6.3 Diviziunile mediului marin.

de viață². Prin urmare, dacă cineva ar dori să vorbească despre apa de la adâncimea de 7000 m, se va referi la zona pelagică **hadală**; iar fundul de la adâncimea de 4000 m va reprezenta etajul bentic **abisal**. Având în vedere că cea mai mare parte a luminii nu pătrunde decât pînă la adâncimea de 200 m, domeniul pelagic poate fi împărțit în două zone mari. Zona superioară, luminată, este denumită zona **eufotică**, reprezentînd zona în cadrul căreia plantele produc fotosinteza. Regiunea mai adîncă și mai întunecată este numită zona **afotică**.

Mediile bentonice. În cadrul mediilor bentonice (tabelul 6.1 și fig. 6.3) există condiții oceanografice foarte variate, de la etajul supralitoral emers pînă la cel hadal. Este evident că organismele bentonice (cele care trăiesc pe fundul oceanului) vor fi variate în diferite medii și nu există un tip comun pentru toate acestea.

² Este și motivul pentru care diferă foarte multe clasificări ale mediului marin, mai ales cele alcătuite pentru regiuni care se deosebesc net prin amplitudinea marilor. Spre exemplu, Mării Negre, cu o maree practic inexistentă, nu i se poate suprapune limita superioară a supralitoralului din Oceanul Atlantic, al cărui nivel extrem de umectare este determinat de distanța la care ajung pe uscat valurile mării celei mai înalte — D.M.

TABELUL 6.1 ADÎNCIMILE DIFERITELOR MEDII OCEANICE

Adîncimea	Domeniul bentonic		Domeniul pelagic	
Deasupra mării înalte	Sistemul litoral	Supralitoral	Provincia neritică	
De la marea înaltă la		Eulitoral		
40 pînă la 60 m adîncime		Sublitoral		
60 pînă la 200 m adîncime	Sistemul de mare	Batial	Provincia oceanică	Batial
200 la 2000 m adîncime		Abisal		Abisal
2000 la 6000 m adîncime		Hadal		Hadal
Adîncime mai mare de 6000 m adîncă				

În etajul supralitoral³ sînt condiții de viață foarte grele pentru organisme. Animalele care trăiesc aici sînt aproape continuu emerse, fiind acoperite de ape numai în perioadele de furtuni și marea foarte puternică și cînd sînt stropite de valuri. Pe lîngă faptul că este necesar să reziste uscării, organismele acestui mediu trebuie să fie suficient de robuste pentru a suporta acțiunea valurilor brizante. În general, viețuitoarele care caracterizează acest etaj sînt aceleași pentru toate mările și oceanele globului: mai ales gasteropode mici și licheni, fixați pe roci și crabi, și amfipode, pe plaje.

Etajul eulitoral⁴ include regiunea de marea, expusă periodic în timpul mării joase, și se extinde pînă la adîncimea de 40—60 m. Întinderea regiunii intermareice depinde de înclinarea pantei fundului oceanic. Animalele care trăiesc în această zonă trebuie, de asemenea, să reziste și ele efectului valurilor brizante. Multe dintre ele se apără îngropîndu-se în sedimentele de pe fund, evitînd în acest fel unele efecte dăunătoare ale mării joase. Limîta externă aproximativă a zonei eulitorale este marcată de adîncimea pînă la care pot crește plante fixate pe fund. Acestea nu se pot dezvolta în ape mai adînci din cauza insuficienței luminii. Prin urmare, numai o mică parte a mării este favorabilă pentru creșterea plantelor atașate la substrat, și chiar în cadrul acestei zone plantele nu se pot dezvolta acolo unde fundul este mîlos sau prezintă alte condiții nefavorabile.

³ Corespunde limitelor între care se încadrează definiția lui Pérès. — D.M.

⁴ Din punct de vedere al condițiilor de viață corespunde mediolitoralului, însă în privința adîncimii include și infralitoralul mărilor cu marea slabă sau inexistentă. — D.M.

Se pare că eulitoralul este mediul biologic marin cel mai bine studiat, mai ales datorită faptului că poate fi observat de scufundători. Animalele și plantele care trăiesc în acest etaj sînt foarte numeroase și variate.

Partea extremă a sistemului litoral o formează etajul sublitoral⁵, a cărui limită se extinde pînă la adîncimea de 200 sau chiar 400 m. Această limită este stabilită, în principiu, la adîncimea maximă, unde trăiesc alge (plante) și este controlată de lumină și temperatură. Deplasîndu-ne spre largul mării, din zona eulitorală către cea sublitorală, se observă că viața vegetală se reduce, crescînd ponderea vieții animale. Partea externă a acestei zone, în general corespunzătoare marginii platformei continentale, este intens exploatată de pescari.

Sistemul de mare adîncă, împărțit în etajele batial, abisal și hadal, nu este atît de bine cunoscut, în comparație cu sistemul mai puțin adînc al litoralului. Acest sistem de mare este lipsit de plante mai mari, dar bacteriile pot trăi la aceste adîncimi.

Condițiile oceanografice ale părții mai adînci a oceanului sînt uniforme: temperatura descrește ușor cu adîncimea, salinitatea este relativ constantă, iar presiunea crește cu 1 atm la fiecare 10 m adîncime. Întrucît majoritatea organismelor sînt constituite, în cea mai mare parte, din apă, cu foarte puține sau fără spații de aer, și pentru că apa este practic incompresibilă, în marile adîncimi presiunea nu exclude existența vieții în acest mediu. Totuși presiunea are alte efecte care pot afecta procesele vitale ale animalelor din adîncuri⁶.

Condițiile uniforme ale sistemului de mare adîncă ar sugera ideea că importanța biologică a anotimpurilor este redusă în zonele adînci ale oceanului, în comparație cu numeroasele fenomene legate de anotimpuri, de exemplu reproducerea.

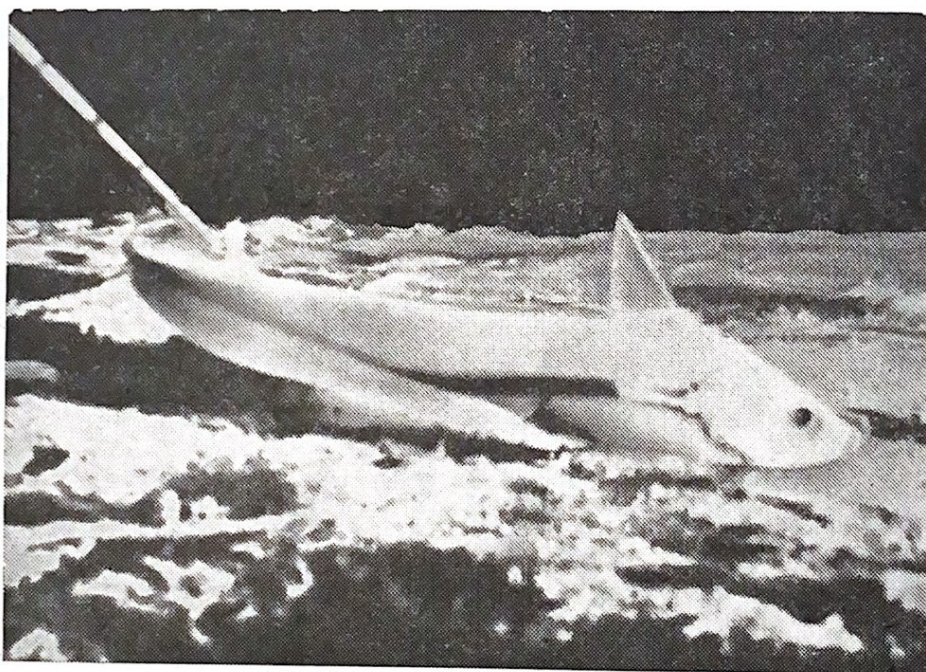
⁵ Corespunde circalitoralului și orizontului interior al batialului din clasificarea lui Pérès. — D.M.

⁶ Presiunea enormă, la care se adaugă o obscuritate totală și o temperatură foarte scăzută, pe un mil moale, semilichid, puternic radioactiv, sărac în carbonat de calciu, bogat în siliciu, selecționează animalele cu schelet calcaros redus și cu carapace aproape exclusiv chitinoase, animalele cu suprafață mare de sprijin pentru a nu se afunda în mil.

Obscuritatea duce la atrofia și reducerea ochilor crustaceelor. Reproducerea se face prin ouă mari încărcate de vitelus, care permit o dezvoltare directă, fără larve pelagice, sau prin viviparitate; creșterea este încetinită. — D.M.



a



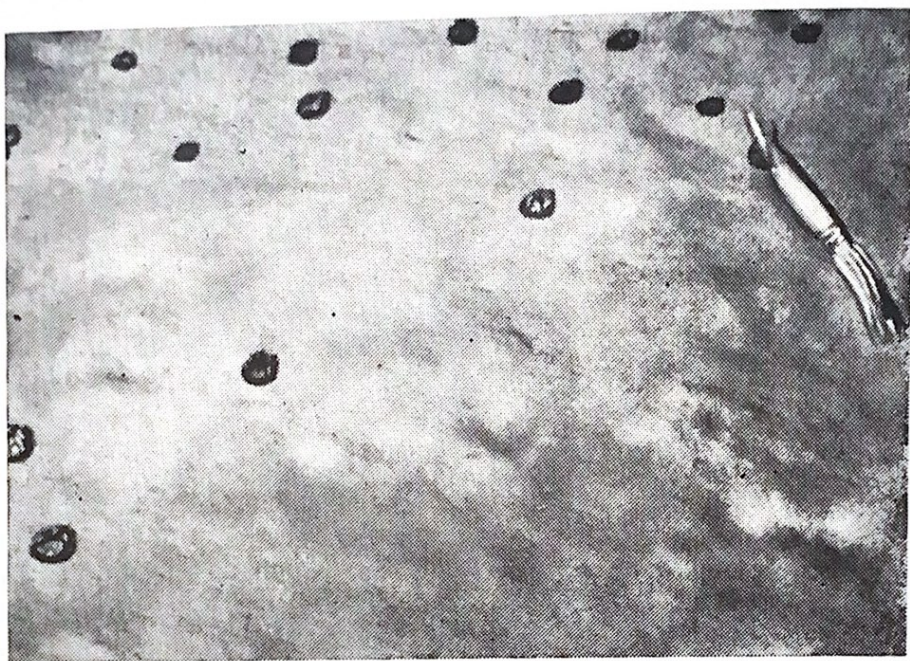
b

Fig. 6.4 Animale din zona adâncă a oceanului: a) Fotografie de la adâncimea de 1600 m, pe panta continentală din largul statului Massachusetts. Animalul din dreapta este un pește macrurid. În stînga este un mic pește apod. De observat numeroasele goluri și depresiuni făcute de animale care se îngroapă pe fund; b) fotografia unui alt macrurid obținută la adâncimea de 4000 m, pe piemontul oceanic de la sud de Nova Scotia. În acest caz, aparatul de fotografiat s-a răsturnat și a făcut fotografia stînd pe o parte (Fotografia 6.4 b publicată datorită amabilității lui C. D. Hollister).

cerea, care afectează apele mai puțin adânci. De curînd, oceanografil de la Universitatea de Stat din Florida au ajuns la concluzia că este probabil ca unele efecte ale anotimpurilor să se extindă și în ape mai adânci. Ei au notat că la unele animale marine de adîncime fenomenul de reproducere are loc, în apele din largul statului Carolina de Nord, din august pînă în noiembrie și numai din iulie pînă în octombrie în apele oceanice antarctice. Aceasta ridică două probleme interesante: cum recunosc animalele anotimpurile și de ce perioadele de reproducere au loc în aceleași perioade, în ambele emisfere (să ne reamintim că în timp ce în emisfera nordică este iarnă, în cea sudică este vară).

Întrucît fundul mărilor adînci este de obicei mîlos, animalele bentonice care supraviețuiesc trebuie să se fi adaptat la această condiție. Aici hrana nu este așa de abundentă ca în sistemul litoral. În general se crede că animalele de adînc se hrănesc cu materialul organic care provine de la suprafața apei și cade pe fundul oceanului. Producerea materiei organice în apele de suprafață este de obicei mai crescută în zonele sistemului litoral și descrește în raport cu depărtarea de la țărm, devenind relativ scăzută în apele de suprafață ale mărilor adînci. Din această cauză, pe fundul oceanului ajunge numai o cantitate mică de hrană, o parte din ea degradîndu-se în timpul coborîrii prin apă. În consecință, animalele din mările adînci vor fi mai curînd mici detritivori decît mari predatori.

Numeroase animale de mare adîncă au aspect ciudat (fig. 6.4), iar dimensiunile lor sînt, în general, mici. De fapt, aprecierile asupra condițiilor de viață din mările adînci ar trebui făcute cu prudență, deoarece concluziile trase nu se bazează pe multe observații. Informațiile noastre sînt obținute din fotografii subacvatice, dragaje de adîncime și din foarte puține observații efectuate asupra fundului cu ajutorul submersibilelor. Acestea din urmă se referă mai ales la adîncimi ce nu depășesc 2000 m. În timpul scufundărilor pe care le-am făcut cu submersibilul „Alvin” am observat, în general, că la adîncimi de 1500—1600 m apar mult mai mulți pești și alte viețuitoare marine decît aș fi putut să văd, în mod obișnuit, în scufundările făcute cu scafandrul în apele mai puțin adînci (fig. 6.5). Chiar și această observație trebuie privită cu rezervă, pentru că nu avem încă suficiente cunoștințe asupra mediului biologic al marilor adîncimi.



a



b

Fig. 6.5 Fotografii ale fundului realizate din submersibilul „Alvin“;
a) arici de mare și un calmar; b) pește de dimensiuni mici (un macrurid).
În centrul fotografiei se vede urma de tîrîre a unui animal.

TABELUL 6.2 BIOMASA MEDIE ÎN DIFERITE PĂRȚI ALE OCEANULUI
(Date din nord-vestul Pacificului, după BIRSTEIN, 1959, publicate în MADSEN, 1966)

Regiunea	Biomasa (în g/m ²)
Zona costieră	100—5000
50—200 m adâncime	200
aproximativ 4000 m adâncime	aproximativ 5
Partea centrală a fundului oceanic	0,01
Fosa Kurile-Kamceatka	
aproximativ 6000 m adâncime	1,2
aproximativ 8500 m adâncime	0,3
Fosa Tonga	0,001

Densitatea vieții în diferitele zone ale oceanului poate fi exprimată prin **biomasă** (cantitatea de substanță a organismelor vii, în grame, pe metrul pătrat de fund oceanic)⁷. Biomasa descrește, în mod evident, dinspre regiunea litorală spre etajele abisale și hadale.

Domeniul pelagic. Din domeniul pelagic fac parte provincia neritică din apropierea țărmului și provincia oceanică din largul mării. Limita dintre aceste două provincii nu este bine definită, în general fiind stabilită la marginea platformei continentale.

În provincia pelagială neritică există o mare diversitate de condiții de viață datorită pătrunderii apei dulci din râuri.

⁷ Definiția biomasei este datorată lui Zenkevici care, împreună cu Brotskaia (1939), a stabilit că acest termen poate reprezenta cantitatea de substanță vie pe unitatea de suprafață sau volum, exprimată în unități de greutate.

Mai târziu, biomasa s-a calculat și pentru substanța uscată și pentru numărul de organisme din sediment; un nou termen englezesc, *standing crop* (intraductibil în limba română), aproape sinonim cu termenul de biomasă, vine și el să se adauge eforturilor pentru căutarea exprimărilor cantitative cât mai exacte.

Calculările *standing-crop*-ului sau biomasei dintr-o serie de probe de sediment, privind numărul de specii, de exemplare și greutatea vie sînt însă adesea bazate pe probe procurate într-o zi sau în câteva ore chiar. Și atunci, o bază mai bună pentru rezultate de acest tip se dobîndește prin determinarea *biomasei medii* dintr-un ciclu întreg de sezoane și în ani succesivi.

În literatura mai nouă mulți utilizează termenul de „biomasă” fără nici o definiție; s-ar putea crede deci că biomasa are vreo legătură cu producția, în realitate ea fiind „numai expresia echilibrului momentan al azotului”. Din acest motiv, Gunnar Thorson propune termenul de *standing crop*, cuvîntul *standing* accentuînd faptul că noi ne ocupăm de un fenomen momentan și nu cu ideea de producție, care întotdeauna trebuie să fie asociată cu factorul timp. — D.M.

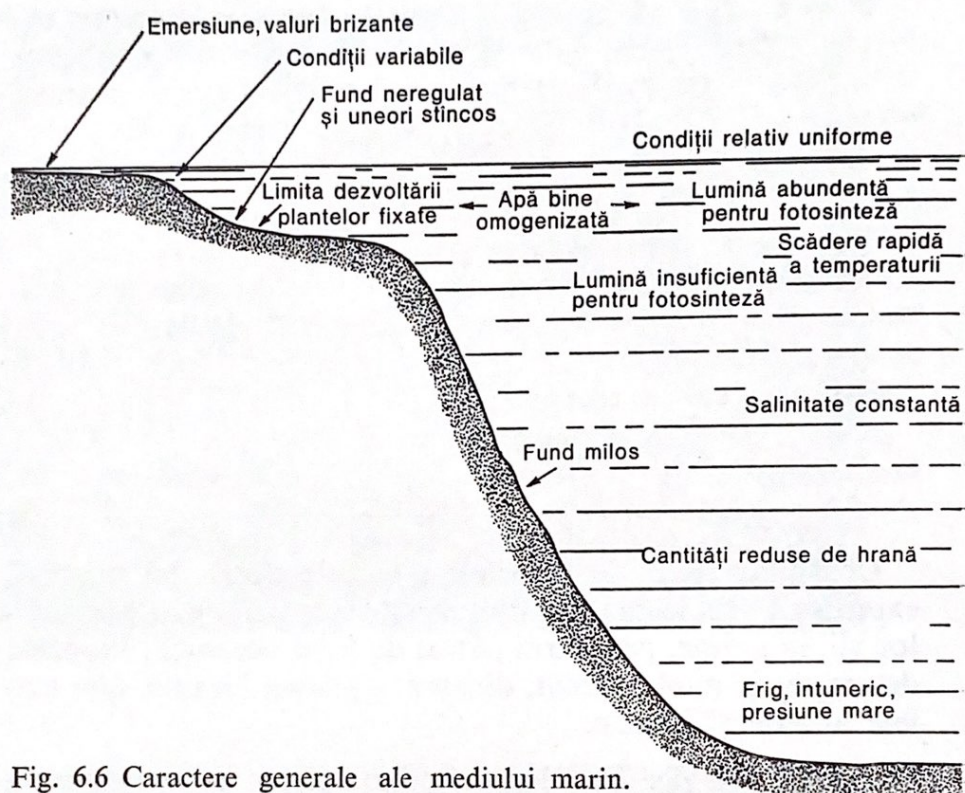


Fig. 6.6 Caractere generale ale mediului marin.

Prin urmare, organismele care trăiesc în acest mediu trebuie să suporte variații mari de salinitate. Substanțele nutritive sînt aduse de mișcarea ascendentă a apelor (*upwelling*) produsă de vînturi costiere (vezi fig. 7.13) și de apele rîurilor. Această aprovizionare cu substanțe minerale nutritive ajută creșterea abundentă a planctonului, hrana de bază a mării. Aportul de hrană atrage și alte forme de viață, ceea ce face ca provincia neritică să fie, în general, regiunea marină cea mai productivă din punct de vedere biologic. De aici provine majoritatea peștelui și a altor organisme marine exploatabile.

Provincia oceanică poate fi divizată, fie așa cum s-a arătat în tabelul 6.1, fie așa cum s-a menționat mai înainte, într-o zonă luminată (eufotică) și o zonă întunecată (afotică), limita dintre ele fiind la adîncimea de aproximativ 200 m. În comparație cu provincia neritică, salinitatea provinciei oceanice este relativ constantă. Temperatura descrește cu adîncimea, variația cea mai mare apărînd la o adîncime de aproximativ 100 m, care reprezintă **termoclina** (vezi fig.

7.3). Variația de temperatură a apelor de suprafață depinde de latitudine (vezi fig. 6.2). De obicei, concentrația substanțelor nutritive este scăzută în apele de suprafață și crește în partea superioară a zonei luminate.

În apele mai adânci curenții sînt lenți sau aproape inexistenți⁸; această zonă este complet întunecată și pare să sufere puține variații sezoniere. Aici, numeroase forme evoluale de animale sînt oarbe. Zona pelagică abisală reprezintă cea mai mare unitate ecologică de pe glob: aproximativ trei sferturi din volumul total al oceanului sînt înglobate în cadrul acestei regiuni.

Există puține cunoștințe despre zona adîncă hadală, iar colectarea de probe de faună din această zonă este încă și mai redusă. Din fauna bentonică s-au luat mult mai intens probe, identificîndu-se astfel peste 350 de specii.

În figura 6.6 este redată o schiță generală a importanțelor caractere ale mediului marin.

Comunitatea biologică⁹

Din cele arătate mai înainte a rezultat că mediul biologic marin poate fi împărțit pe baza adîncimii apei, luminii și presiunii. În cadrul acestor diviziuni mari este posibil să predomine tipuri caracteristice de organisme, după cum pot exista și numeroase tipuri diferite de condiții de mediu.

⁸ În abisuri, în general, domnește calmul; desigur nu un calm absolut și nu în toate regiunile. De exemplu, Wüst estimează că apa profundă din vecinătatea fundului tulburat al Oceanului Atlantic se scurge de la Nord spre Ecuator cu o viteză de 8 cm/sec. iar Jerlov, în urma observațiilor făcute la bordul navei „Albatros”, a constatat frecvent particule în suspensii la 10 m deasupra fundului.

Pe de altă parte Ewing nu ezită să afirme că în anumite zone apa profundă poate stagna mai multe secole în marile adîncimi. Datările prin C¹⁴ ale apei luate în Atlantic, la nivelul contactului cu fundul, au evidențiat, pentru două eșantioane, o vîrstă de 1700 de ani. În plus, fotografiile subacvatice au arătat că poziția înclinată a unor organisme pedunculate abisale se datorește existenței unor curenți relativ puternici (4—40 cm/sec). — D.M.

⁹ Termenul de comunitate biologică pentru asociațiile marine a fost utilizat pentru prima oară de Petersen (1910). S-au purtat foarte multe discuții în jurul acestui termen, și mai ales dacă el ar putea fi privit ca o unitate ecologică, adică o biocenoză sau nu este altceva decît o unitate statistică descriptivă.

Comunitățile de animale și plante, în forma descrisă de Petersen, se referă, în scopuri cantitative, la asociațiile de viețuitoare bentonice, dar numai la formele comune, neglijînd formele mici, pe cele rare și cele vagile; pentru studii ecologice însă, de biocenologie, analiza cantitativă trebuie să includă absolut toate speciile din

Diversitatea acestor condiții de mediu poate fi determinată de numeroși factori, ca de pildă caracterul fundului oceanic sau unele proprietăți fizico-chimice ale apei. Ecologii (biologi care studiază relațiile organismelor cu mediul lor de viață) clasifică mediul în **biotopuri** sau „nișe ecologice”¹⁰. Biotopul reprezintă o zonă în care condițiile principale de habitat și formele de viață adaptate lor sînt uniforme. Într-un biotop viața nu este statică; unele animale se pot deplasa liber de la un loc la altul. Din definiția biotopului rezultă că specializarea populațiilor este cu atît mai puternică cu cît condițiile mediului înconjurător devin mai stabile. În general, se crede că cu cît sînt mai riguroase condițiile, cu atît este mai mic numărul de specii și mai mare numărul de indivizi al acestor specii. De exemplu, această situație este tipică mediului de mlaștină. S-a crezut că situația este similară și în marile adîncimi, dar studiile lui R. R. Hessler și H. L. Sanders (1966) sugerează că condițiile de viață ar fi diferite, partea adîncă a oceanului fiind populată de numeroase specii. Dintr-o probă colectată de la adîncimea de 4700 m, Hessler și Sanders au pus în evidență 196 de specii diferite, o compoziție similară cu cea a biotopurilor din apele litorale și cu condiții de viață mai ușoare. Trebuie să ne reamintim că biotopurile variază mai rapid în ape puțin adînci (întrucît se modifică mai des condițiile). Exemplul de mai sus se referă la comparația dintre două biotopuri specifice. Este clar că în zona apelor superficiale există o mai mare varietate de specii pe unitatea de suprafață, în comparație cu părțile mai adînci ale oceanului. În general, biotopurile din această zonă acoperă o suprafață mai mare decît biotopurile din apele litorale.

toate grupele care trăiesc în probele procurate. De aceea, termenul de *biocenoză* este cel mai adecvat și el trebuie definit ca: acele asociații majore de organisme benthale care corespund unor condiții de substrat, ale căror limite de variație nu influențează în mod evident posibilitatea de instalare și perpetuare a speciilor conducătoare corespunzătoare.

Subliniind unitatea dialectică existentă între biotop și biocenoză, adică între substrat și populația bentală corespunzătoare categoriei respective de substrat, este necesar să se facă o distincție între speciile caracteristice ale biocenozei, speciile însoțitoare și speciile accidentale, ceea ce, comunitatea, în sensul ei restrîns, nu o subînțelege. — D.M.

¹⁰ „Nișa ecologică” este corespondentul biotopului pe plan energetic în ecosistem; reprezintă o treaptă de transfer a energiei în sistemul trofic. — D.M.

Cînd se discută despre populația unui biotop, ar trebui aplicat conceptul de comunitate biologică¹¹. O comunitate constă din organisme care apar împreună și depind unele de altele sau, eventual, de mediul comun în care trăiesc. Comunitatea poate reprezenta numai animalele care trăiesc pe frunza unei anumite plante, sau poate include relații mai extinse, ca de pildă aceea dintre plancton și animalele care îl consumă, o dependență bazată în primul rînd pe necesitatea de hrană¹². Lanțul trofic existent în cadrul oceanului reprezintă un complex care include mai multe nivele, începînd cu fitoplanctonul (producătorii), urmează apoi diferite feluri de erbivore (care se hrănesc cu plante), carnivore și, în final, detritivore și mîncătoare de sediment¹³. Aceste relații sînt abordate în alt subcapitol. În continuare ne vom ocupa de populația oceanului.

POPULAȚIA OCEANULUI

După cum vă puteți imagina, într-un capitol sau chiar într-o carte nu se poate face decît o descriere sumară a vieții animale și vegetale din mediul marin. De obicei se folosesc două metode de descriere: prima constituie o prezentare a organismelor pe baza mijloacelor de locomoție și a tipului de habitat, iar a doua metodă reprezintă o expunere bazată pe clasificarea taxonomică.

Folosind prima metodă de descriere, organismele marine pot fi divizate în trei grupuri mari: bentosul, nectonul și planctonul.

Bentosul

Cuvîntul **bentos** provine din limba greacă și înseamnă adîncime. Bentosul (fig. 6.7) reprezintă acele organisme care trăiesc pe sau în sedimentele oceanului. Unele dintre aceste organisme, cum sînt balanușii și stridiile, au forme larvare

¹¹ Vezi nota 9 de la pag. 171. — *D.M.*

¹² Toate variațiile locale reflectate prin variația compoziției calitative și cantitative a speciilor asociate le vom considera drept subunități ale biocenozei: subcenoză, comunitate, centură, enclavă și strat. — *D.M.*

¹³ Se mai numesc limicole, arenicole, iliofile, iar hrana lor constă, de fapt, din bacteriile și substanțele organice legate de materialul fin, sedimentar, de granulele acestuia. — *D.M.*

planctonice care se fixează pe fund mai târziu, în timpul vieții adulte. Alte tipuri de viață bentonică (termenul bentonic se referă la acele organisme care trăiesc pe fund, fiind în esență echivalent cu termenul bentos), de exemplu viermii și unele scoici, se pot îngropa în sedimentul de fund, pe când alte animale, ca stelele de mare și aricii de mare, se tîrăsc pe fund. În apele puțin adânci plantele reprezintă un component al bentosului.

Bentosul este important din punct de vedere geologic căci, trăind pe fundul mării, modifică unele proprietăți fizice și chimice ale sedimentelor. De asemenea, numeroase fosile din sedimente sînt resturi de organisme bentonice. Bacteriile, care constituie o mică parte a bentosului, sînt și ele foarte importante în lanțul trofic al mării.

De obicei, numărul indivizilor bentonici descrește cu adîncimea. Numeroase studii care au avut ca obiectiv organismele bentonice au recunoscut cîteva tipuri diferite de comunități. O comunitate deosebită și interesantă o reprezintă recifii coralieri și ea va fi prezentată mai departe în detaliu.

Fig. 6.7 Fotografie de fund ilustrînd unele forme de viață bentonică, la adîncimea de aproximativ 1300 m. De notat existența numeroaselor urme de deplasare pe fund (Fotografie pusă la dispoziție de Institutul Oceanografic din Woods Hole).



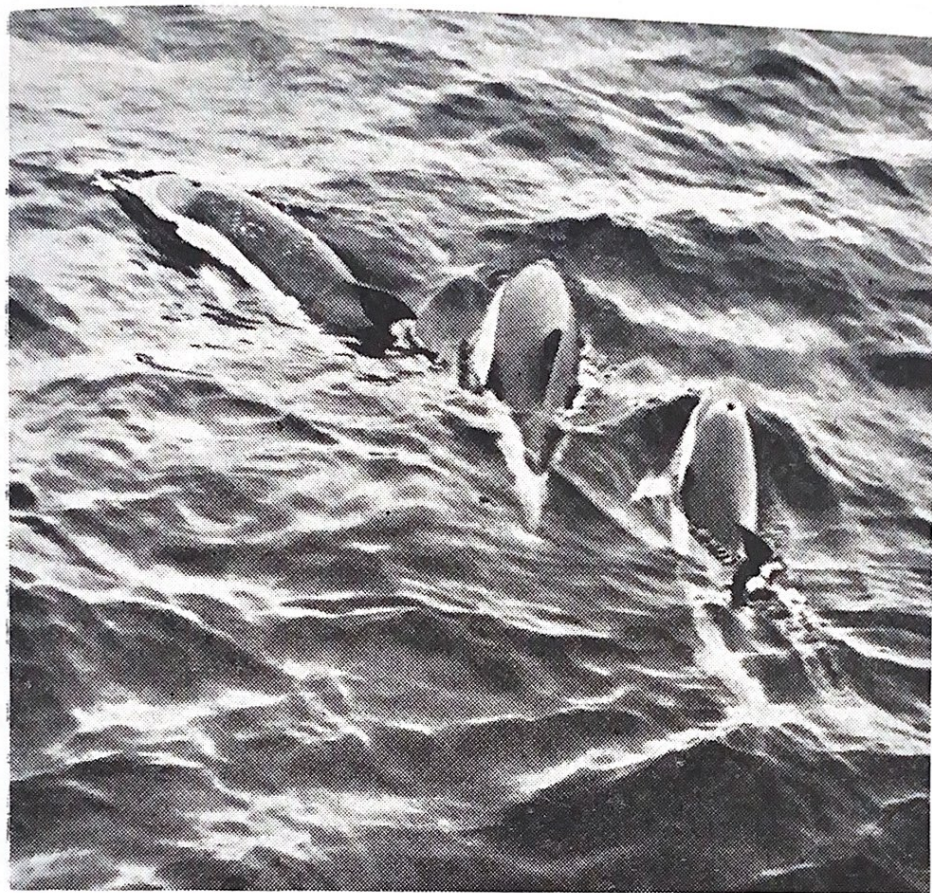


Fig. 6.8 Delfini jucându-se la suprafața oceanului. Se pot observa orificiile pentru respirație (Fotografie pusă la dispoziție de R. K. Brigham).

Nectonul

Nectonul (termenul derivă din grecescul a înota) reprezintă acele animale care pot să înoate liber, independent de circulația curenților (fig. 6.8). Acest grup (plantele nu sînt incluse) cuprinde numeroase forme mai evoluate de viață animală ca peștii, balenele și alte mamifere.

Nectonul este capabil să exercite o căutare activă a hranei și să se ferească de predatori. De asemenea, aceste animale pot să migreze foarte mult în cuprinsul oceanului.

Pentru om nectonul are valoare economică, iar datorită modului său de hrănire este important și pentru alte forme de viață deoarece, hrănindu-se mai ales cu plancton, nectonul poate limita și controla populația fitoplanctonului. Produsele de descompunere ale nectonului reprezintă surse importante

de materii prime pentru producătorii de material organic și pentru bacterii.

În general, neptonul constituie forma de viață animală cu cele mai puține restricții în cadrul mediului marin. Deși pot trăi în diferite părți ale zonei pelagice, distribuția organismelor neptonice este limitată de temperatură și presiune. Influența acestora și a altor factori ai mediului nu este încă bine lămurită ca în cazul formelor de viață bentonică și planctonică.

Fig. 6.9 O probă de zooplancton. Spre centru, un exemplar de *Trachomedusa* transparentă, deasupra căreia apare un *chaetognath* cu formă asemănătoare unui creion. La stînga acestuia din urmă este un amfipod, care se poate recunoaște datorită ochilor negri, sferici. În partea de jos a fotografiei se observă un eufausid parțial încolăcit. Celelalte animale sînt mai ales copepode. Diametrul vasului este de 10 cm (Fotografie oferită de George D. Grice).



Planctonul

Planctonul, derivînd din cuvîntul grecesc „călător“, reprezintă al treilea mare grup de organisme marine. Acestea sînt de obicei mici (fig. 6.9), au capacități de locomoție foarte reduse și sînt deplasate mai ales de curenții oceanici. Unele forme au chiar posibilități limitate de deplasare proprie. Planctonul este reprezentat de animale (zooplancton) sau de plante (fitoplancton). În majoritatea cazurilor, acestea sînt organisme microscopice, dar grupul include și unele forme plutitoare mari, ca meduzele sau alga *Sargassum*. Planctonul cuprinde cel mai mare grup de organisme din ocean. Numeroase forme animale au un stadiu planctonic, de obicei după naștere, cînd plutesc liber în apa mării¹⁴.

Fitoplanctonul este, probabil, cea mai importantă formă individuală de viață din mediul marin. Aceste organisme, care prin fotosinteză transformă apa și bioxidul de carbon în material organic, reprezintă baza lanțului trofic (de hrănire) al oceanului.

Distribuția și creșterea fitoplanctonului (ca plante, ar trebui să trăiască în zona eufotică) suferă importante variații pe verticală și sînt dependente de anotimpuri. Distribuția pe verticală este impusă de adîncimea pînă la care se propagă lumina, valoarea acestei adîncimi variînd între 1 m în apele din apropierea coastei și 200 m în largul mării (fig. 6.10). Variațiile sezoniere sînt datorate relațiilor complexe dintre lumină, aportul de substanțe nutritive, temperatură, erbivore și alți factori. Ritmul de creștere a fitoplanctonului poate fi foarte ridicat, ajungînd uneori pînă la șase diviziuni celulare pe zi (fiecare celulă produce un organism nou).

Zooplanctonul are reprezentanți din aproape fiecare grup de organisme marine și poate fi de două tipuri: holoplancton (plancton permanent), care se comportă ca plancton în cursul întregii vieți, și meroplancton (plancton temporar), care își petrece numai o anumită parte a vieții (de obicei stadiile larvare) ca plancton. În alte perioade ale vieții meroplanctonul este reprezentat de forme nectonice sau bentonice. Zooplanctonul este foarte important în economia

¹⁴ Totalitatea larvelor planctonice ale organismelor, care, ca adulți, își petrec viața pe fundul mării, alcătuiește așa-numitul meroplancton. — D.M.