

ȘTIINȚELE NATURII

ÎMBĂTRÎNIREA ÎN GEOLOGIE

de

MIRCEA PAUCĂ

În Natură, îmbătrînirea reprezintă un fenomen cu caracter particular care poate fi constatat că a avut loc în tot lungul curs al istoriei Pământului, fiind încadrată în fenomenul cu totul general al evoluției materiei din Cosmos. Inițial, geologii au descoperit dovezi ale îmbătrînirii în cuprinsul neîntreruptului șir de viețuitoare, constatate începînd din depozitele epocilor celor mai vechi. Însăși corpii cosmici, după ce au luat naștere și au dăinuit timpuri foarte îndelungate, cunosc fenomenul îmbătrînirii (găurile negre), după care, făcînd explozie, devin iarăși tineri.

Cercetările fizicienilor au dovedit că numărul infinit de corpuri cosmice constă din numai 107 elemente chimice, care au la bază atomul cu greutatea moleculară cea mai mică — Hidrogenul. Acest element există în Cosmos în cantitate maximă sub forma unui număr imens de nori cu dimensiuni considerabile. Prin condensarea progresivă a Hidrogenului au luat naștere celelalte elemente chimice cu greutate atomică succesiv mai mare. Din numărul redus de elemente chimice constatăm existența pe Terra a două elemente strîns înrudite din grupa tetravalentă: Siliciul și Carbonul, care joacă roluri principale în compoziția celor trei regnuri: mineral, vegetal și animal, supuse fenomenului de îmbătrînire. Aceste două elemente se caracterizează prin numărul foarte mare de compuși cu molecule adesea gigantice, cărora le pot da naștere: primul — silicaților și secundul — compușilor organici complecși. În întregul tabel al lui Mendeleev nu mai există alt element care să li se asemene prin posibilitatea alcătuirii unui număr imens de compuși cu o importanță și răspîndire mare în învelișul exterior al Terrei. Înrudirea între Siliciu și Carbon stă la baza atenuării diferențelor, considerate mai de mult ca fiind de netrecut, între regnul mineral — considerat pînă de curînd ca fiind lipsit de viață — și regnurile vegetal și animal, dotate cu fenomene vitale vizibile, reprezentate prin: reproducere, creștere și pieire. O privire adîncă în problemele prezentate de regnul mineral dovedește însă existența și în cadrul acestuia a unor indicii caracteristice vieții. De pildă, un cristal de NaCl (sare gemă), introdus în anumite con-

diții ale mediului ambiant, prezintă fenomenul de creștere, putînd atinge dimensiuni gigantice, iar în alte condiții de mediu, fenomene de pieire, dispărînd prin dizolvare. În prezent, cînd cunoaștem că regnul mineral le-a precedat cu mult pe celelalte două regnuri și că el stă permanent la baza dezvoltării acestora, nu mai putem trage între ele o linie de separare egal de strictă ca în trecut. Apariția succesivă a regnurilor mineral, vegetal și animal reprezintă un prim exemplu de îmbătrînire, manifestat de fenomenele care stau la baza condensării energiei pentru a da naștere materiei, situată pe cele trei trepte de dezvoltare progresivă, reprezentate prin regnurile mineral, vegetal și animal.

În domeniul regnului mineral, geologul poate constata numeroase și evidente fenomene de îmbătrînire, petrecute chiar sub privirile sale, la relieful scoarței. Asemenea fenomene — desfășurate adesea foarte lent — geologul le deduce prin studiul transformărilor suferite în cursul epocilor de către continente, de mările și de oceanele globului pămîntesc. Fenomenul îmbătrînirii este mai ușor de constatat în cazul plantelor și animalelor, asupra cărora dispunem în prezent de o documentație mereu mai vastă, reprezentată prin resturile lor fosile. În regnul mineral, îmbătrînirea este — practic — rezultatul stresului* fizico-chimic, în timp ce la speciile suficient de evaluate din regnurile vegetal și animal, îmbătrînirea reprezintă un fenomen complex determinant de numeroase și felurite acțiuni stresante.

Referitor la viețuitoare să reținem că, în cercetările sale, pe geolog — obișnuit cu timpuri pe care le calculează cu milioane de ani — nu-l interesează durata vieții individului, pe care — în comparație cu imensitatea timpului — el o consideră cu totul efemeră. În cazul viețuitoarelor, geologul se referă predominant la îmbătrînirea grupelor de diferite categorii: specii, genuri, familii, ordine etc. Acestea fiind supra-viețuitoare ale unor timpuri îndelungate, sînt singurele care îi pot da indicii concludente în problema îmbătrînirii. Mai trebuie să remarcăm că nu întregul număr imens de viețuitoare dispărute au atins un anumit stadiu de îmbătrînire, ci ele sau transformat dînd naștere unor noi tipuri de viețuitoare.

Procesul îmbătrînirii poate fi constatat cu toată claritatea și în regnul mineral, considerat odinioară ca fiind „neînsuflețit“, deși — fără a se manifesta evident — un anumit fel de viață este prezentă și în acesta, sub forma mișcărilor neînterupte ale atomilor din compoziția mineralelor. În geologie, fenomenul denumit „viață“ se manifestă sub forma unor anumite transformări, caracterizate prin acea succesiune de stadii, care încep cu apariția și se termină cu dispariția diferitelor roci sau fenomene fizice. Ca să înțelegem ce anume exprimă geologul prin îmbătrînire, mai trebuie să ținem seama că — după cazuri — acest fenomen are loc în rocile scoarței cu o intensitate în general scăzută, în comparație cu rapiditatea constatată adesea la reprezentanții regnurilor vegetal și animal.

* Cuvîntul „stres“ este folosit de geologi încă de la începutul acestui secol pentru a exprima unele fenomene agresive.

Geologii constată îmbătrînirea nu numai la însăși rocile scoarței, dar și la modificările suferite de suprafața acesteia. Oceanele, continentele, lanțurile de munți, relieful major și minor al uscatului și al fundului marin, distribuția văilor și relieful acestora, cursurile fluviilor etc., sufar — în lungul secolelor — modificări care ne povestesc trecutul și adesea, ne povestesc viitorul care le așteaptă. În problema îmbătrînirii este, deci, important să facem distincție — pe de o parte — între rocile componente ale scoarței și — pe de altă parte — între viețuitoarele — plante și animale — din lunga istorie a Pământului, întrucît îmbătrînirea reprezentanților acestor două categorii mari se manifestă prin fenomene diferite, sub forma unei vaste complexități de probleme, dependente atît de natura acesteia, cît și de numeroși factori interni sau externi. La viețuitoare, factorii interni sînt moșteniți genetic, iar în cazul rocilor sînt determinați de compoziția mineralogică primară, care rămîne stabilă numai în cadrul condițiilor în care au luat naștere diferitele roci. În plus, — ca și în cele două mari ramuri ale viețuitoarelor — în ritmul de îmbătrînire al rocilor un rol adesea hotărîtor îl au condițiile în neconținută modificare a mediului înconjurător, condiții cărora rocile nu se pot sustrage, precum reușesc uneori viețuitoarele. Constatăm, de asemenea, că problema îmbătrînirii în geologie, deși vastă și deosebit de complexă, n-a făcut obiectul unui studiu particular, astfel că în cele ce urmează, încercăm numai să o schițăm.

Referindu-ne inițial la regnul mineral, se poate constata că îmbătrînirea rocilor situate la adîncimi de mii de metri are loc în mod diferit de cea a rocilor de la suprafața scoarței. În primul caz, din roci întotdeauna masive și dure, iau naștere roci friabile, în timp ce din rocile dezagregate, existente la suprafață — ajunse în condițiile caracteristice adîncimilor de sute sau chiar de mii de metri — sufar fenomenul invers, acela de îmbătrînire prin consolidare. Luînd, ca exemplu, granitul — rocă de mare adîncime, considerată pentru rezistența sa ca „nemuritoare“ — constatăm că acesta — adus la suprafață de frămîntările existente în scoarță — sub influența unor factori fizici diferiți de aceia din adîncime care l-au produs, granitul capătă inițial fisuri. Dacă prin acestea circulă soluții chimice fierbinți, ele alterează unele minerale componente, granitul începînd astfel a se dezagrega, pierzînd rezistența sa proverbială. Primul stadiu de alterare echivalează cu îmbătrînirea, după care granitul se descompune și dispare ca atare, „moare“, dînd naștere unei alte roci, aceasta dezagregată și cu aspect grăunțos, reprezentată predominant prin mineralul cel mai rezistent al granitului — cuarțul — în timp ce celelalte minerale alterîndu-se, sînt — în cea mai mare parte — solvite și duse de ape.

Fenomenul opus acestui fel de îmbătrînire prin dezagregarea rocilor dure — consolidate la diferite adîncimi — este acela al diagenezei (grec. a doua naștere), datorită cimentării rocilor reprezentate inițial prin elemente mobile, depuse la suprafața scoarței. Acest fenomen îl putem constata în regiunile cutate în repetate rînduri, unde — după depunere — sedimentele au fost duse de mișcările existente în scoarță, pînă la adîncimi de mii de metri și supuse unui stres puternic, reprezentat prin

temperaturi ridicate, presiuni înalte, mineralizări sub influența soluțiilor sau gazelor etc. În Natură, fenomenele fiind în mod obișnuit complexe, stresul este greu sesizabil, fiind reprezentat numai rareori printr-un singur fenomen, adesea el fiind datorit unui complex de fenomene. Ajunse în adâncime, rocile mobile provenite de la suprafață, îmbătrinesc datorită cimentării progresive a elementelor constituite, dînd naștere unor roci noi, cu duritate sporită. Un asemenea fenomen a avut loc pe scară mare în epoca finală a erei mesozoice și cea inițială a celei neozoice, cînd — în cadrul unor mișcări puternice ale scoarței — în lungul lanțului carpatic a luat naștere faciesul litologic numit fliș, reprezentat prin argilite, marne, gresii și conglomerate, care ocupă suprafețe vaste.

În condiții asemănătoare, substanța vegetală dezvoltată în mlaștini pe cale de scufundare lentă, îngropată pînă la adîncimi de sute și chiar de mii de metri, dă naștere — în cursul epocilor geologice — unor categorii de cărbuni superiori — caracter de îmbătrînire succesivă — precum: lemnul devine lignit, acesta se transformă apoi în huilă, care — la rîndul ei — poate da naștere antracitului, și, în cazul cînd fenomenul stresului — presiuni și temperaturi ridicate — prin scufundare, continuă, se poate ajunge chiar și la grafit. Prezența stresului în fenomenul de îmbătrînire continuă a substanței lemnoase este în acest caz cît se poate de evident. Dacă substanța vegetală este acoperită de sedimente cu o grosime mică, de numai zeci sau de puține sute de metri și nu este supusă nici unor presiuni tangențiale deosebite, în același interval de timp, ea abia se transformă, păstrîndu-și structura lemnoasă originală. În acest caz ea dă naștere, oricît de mult timp ar fi îngropată, numai unui lignit inferior — combustibil cu caracter de tinerete — întilnit în regiuni slab sau de fel cutate, cum sînt cele de platformă, chiar dacă vîrsta vegetației îngropate se ridică la multe zeci de milioane de ani.

Un exemplu oferit de țara noastră relativ la importanța stresului asupra gradului de incarbonizare înaintat — deci de îmbătrînire a substanței vegetale fosile — stres reprezentat în acest caz predominant prin presiune — este dat de importantul bazin carbonifer al Petroșanilor. În timp ce substanța vegetală din o mare parte a bazinului — unde stratele de cărbune au fost supuse unui stres mai ridicat ca o consecință, în plus, a unei presiuni suplimentare datorită deplasării în direcție sudică a masivului muntos învecinat — a luat naștere un cărbune superior, care poate fi supus procesului de cocsificare, în restul bazinului stresul fiind reprezentat numai prin greutatea rocilor acoperitoare, groase pînă la cîteva sute de metri, același material lemnos s-a transformat în lignit energetic de calitate superioară. — Îmbătrînirea rocilor este trădată adesea de procesele diagenetice care se produc în ele. Astfel, prezența concrețiunilor sferoidale de marcasită în argilitele de vîrstă cretacică superioară din flișul carpatic se datorește, în primul rînd, faciesului euxinic în condițiile căruia s-au depus rocile respective. Sulfurul din apele adînci ale acestui facies — atacînd fierul omniprezent în sedimente — a dat naștere inițial unor particule fine de sulfură de fier. Într-o fază diagenetică — adică de îmbătrînire — ulterioară, particulele s-au aglomerat sub forma unor concrețiuni cu diametre centimetrice sau și mai

mari. Același fenomen a avut loc și cu calcarul conținut în praful eolian care a dat naștere loessului, rocă în care — la anumite nivele — întâlnim concrețiuni cunoscute sub numele de „păpuși de loess“, apărute pe cale diagenetică într-o primă fază de îmbătrînire a rocii. Diageneza este, deci, un fenomen caracteristic îmbătrînirii rocilor.

Referindu-ne la relieful uscatului, în cazul unor mișcări pozitive — de ridicare — acesta abia apărut de sub apele mării, este supus eroziunii care produce diferențe de altitudine la distanțe apropiate. Lipsit de mișcări importante și supus unei eroziuni foarte îndelungate, relieful — oricât de accidentat ar fi — dă naștere unei suprafețe relativ puțin accidentată — o peneplenă — care reprezintă, de asemenea, un caracter de îmbătrînire înaintată.

Metodele de investigare actuală permit cunoașterea fenomenelor din scoarța Pământului pînă la adîncimi de zeci de kilometri. Anume, pe de-asupra unei zone groase de material fluid, situată la mari adîncimi, continentele — cu o grosime uneori de numai puțini kilometri — s-au deplasat lent în toate epocile geologice. Constatăm astfel că limitele continentelor nu sînt caracterizate prin veșnicie ci, în deplasarea lor, continentele își măresc suprafața prin înglobarea unor insule sau prin atingerea cu alte continente, devenind astfel mai mari, și mai puțin mobile. Alteori, ele se fragmentează, în drumul lor părăsind suprafețe de diferite mărimi sub formă de insule. Același fenomen are loc și cu oceanele. Începînd cu vreo 250 de milioane de ani în urmă, timp îndelungat a existat un ocean circumecuatorial — Tethys — care separa un grup de continente sudice de altul nordice. Continentele sudice deplasîndu-se lent spre nord, au produs îngustarea progresivă a aceluși ocean, din care — după ce în prima jumătate a erei terțiare s-a izbit, local, de continentele nordice, inițiind producerea lungului lanț de munți alpino-carpato-himalaian — pe socoteala oceanului dispărut a rezultat actuala mare Mediterană. Că această mare reprezintă astăzi o mare îmbătrînită și relictă, o dovedesc legăturile ei nu prea vechi cu marea Neagră și — anterior — cu lacurile Caspic, Aral etc. și cu golful persic, pînă la oceanul Indian.

O altă dovadă a fărîmîțării oceanului Tethys pentru a da naștere mărilor Mediterană, Neagră și lacurilor citate precedent, este și caracterul cu totul particular — alt indiciu de îmbătrînire — al apelor mării Negre. Începînd de la adîncimea de circa 180 de metri pînă la fund, apele ei sînt nepopulate — moarte — fiind lipsite de oxigenul necesar întreținerii vieții, ca de altfel și unele suprafețe mici ale fundului mării Mediterane, datorită lipsei curenților verticali, care să împropăteze apele adînci. În plus, apele mărilor Mediterană, Neagră, Caspică și a lacurilor amintite posedă cîteva specii de viețuitoare marine relictate — fiecare în număr de exemplare relativ mic — provenite din vechiul ocean Tethys sau din primele mări cărora acesta le-a dat naștere, specii care — în prezent — mai supraviețuiesc în mările și în lacurile din regiunile de sud-vest ale Asiei, în oceanele Indian și Pacific care — anterior — aveau dimensiuni mai modeste.

Cît privește îmbătrînirea lanțurilor de munți, este binecunoscut că dealurile granitice din colțul de nord-vest al Dobrogei reprezintă, în

realitate numai rădăcinile unor foști munți, cu vreo 400 de milioane de ani în urmă înalți de mii de metri, în prezent roși de apele mărilor, râurilor și de intemperii. Hărțile geologice, condensînd rezultatele cercetărilor a mii de geologi timp de peste 100 de ani, indică — pe toate continentele — existența unor asemenea rădăcini de munți cu vechimi și mai mari încă. Istoria Pămîntului este marcată de o neîntrepută succesiune de lanțuri de munți, în plină tinerețe înalți, dar — în prezent — îmbătrîniți sub formă de rădăcini. Același este cazul cu numeroasele forme de relief, fiecare cu o poveste proprie, care își manifestă diferitele lor stadii de vîrstă, pe care geologii nu conținesc a le descoperi și descrie. Ele reprezintă tot atîtea stadii de îmbătrînire ale formelor de relief.

Și cursurile apelor îmbătrînesc deodată cu suprafața terenului pe care îl parcurg. În regiunile abia părăsite de apele mărilor sau ale unor lacuri, într-o primă fază — cea de tinerețe — apar numeroase pîraie mici, paralele și dese. Ulterior, unele dintre ele adîncindu-se mai repede, fură apele celor învecinate, pe socoteala cărora ele se dezvoltă, căpătînd cu timpul caractere de îmbătrînire reprezentate prin bazin de recepție vast, prin prezența unor numeroase terase, captarea unor afluenți minori etc.

Cel mai vîrstnic rîu din România este Dunărea care, pe traseul ei de 2 860 de kilometri, de la izvoare pînă la vărsarea în mare, constă dintr-o alternanță de segmente îmbătrînite, pe parcursul străbaterii lanțurilor de munți, și segmente tinere prevăzute cu meandre în Cîmpia Dunării Mijlocii și aceea a Dunării de Jos. Îmbătrînirea Dunării se manifestă prin faptul că apele ei — străpungînd două lanțuri de munți, în Austria în două rînduri Alpii, pe care îi separă de Carpați — apoi la noi, Carpato-Balcanii și curgînd peste trei funduri de lacuri dispărute — în cursul ei superior bazinul Vienei, apoi al Dunării Mijlocii, iar la noi al Dunării inferioare — curg prin regiuni cu structuri deosebit de variate și de complicate. Apele acestui fluviu vechi, existent încă de la sfîrșitul epocii miocene, și-au făcut cale în direcție sud-estică urmărind retragerea unor ultime rămășițe locale ale oceanului Tethys spre actualul bazin al oceanului Indian. Fluviile importante de pe toate continentele reprezintă cursuri de ape vechi care s-au alungit în ambele direcții, înspre izvoare și spre vărsarea lor în mări, în interiorul cărora înaintează sub formă de delte, pe măsură ce îmbătrînesc. Un alt caracter al apelor îmbătrînite constă din numărul mare al teraselor care le însoțesc cursurile și acele chei prin care ele străbat rocile dure. — În general trebuie să constatăm că, în cadrul regnului mineral, îmbătrînirea se desfășoară lent, lăsînd dovezi ale stadiilor anterioare timpuri foarte îndelungate.

Trecînd la fenomenele de îmbătrînire din cadrul regnului vegetal, constatăm mai întîi că speciile vegetale actuale cele mai primitive — algele — avînd o organizare unicelulară, posedă cel mai adesea talii microscopice și nu ne îndoim că și primele plante apărute au fost egal de mici. Acesta este unul din motivele pentru care ele sînt necunoscute în stare fosilă din rocile de acum 2—3 miliarde de ani, cînd se presupune că a apărut viața. Totuși, în prezent, sînt cunoscute și alge gigantice,

ele reprezentînd colonii de celule nediferențiate, deci lipsite de țesuturi. Una dintre ele, *Sargassum*, din apele atlantice de la sud de S.U.A. atinge lungimi de zeci de metri, în timp ce *Macrocystis*, existentă în apele reci ale oceanelor, poate atinge dimensiuni pînă la 200 de metri.

Abia după o trecere de timp foarte îndelungat, anume în depozitele paleozoicului inferior, se cunosc primele plante pluricelulare posedînd țesuturi — deci un început de organizare superioară — plante a căror înălțime nu depășea cîțiva decimetri. Apoi, în a doua jumătate a erei paleozoice a dominat un timp neamul ferigilor arborescente, printre care *Lepidodendron* și *Sigillaria* depășeau înălțimi de 30 de metri. Dar acești giganți ai vegetației din era paleozoică n-au întîrziat să dispară.

Astăzi, regnul vegetal oferă giganții absoluți ai tuturor timpurilor, aceștia fiind reprezentați printr-o specie din marea familie a Coniferelor. Într-adevăr, arborele *Sequoia gigantea* L. din pădurile Californiei măsoară înălțimi pînă la 150 metri și diametre de peste zece metri. Acestora, numărîndu-li-se inelele de creștere anuală, s-a putut constata că un asemenea gigant atinge vîrsta de 5.000 de ani. O regulă binecunoscută în biologie afirmă că ființele cu talie mică posedă o viață scurtă, în timp ce speciile gigantice ating vîrste îndelungate. *Sequoia* californiană reprezintă o specie pe care de dispariție. În timp ce, în prezent, ea crește spontan numai în pădurile de pe țărmul vestic al Americii de Nord, în depozitele terțiare ea se găsește răspîndită în toate continentele nordice, fiind cunoscută — sub forma unor specii apropiate — și din România. Alt conifer gigantic, și el pe cale de dispariție, este cedrul din Liban. Eucaliptul din America de Sud atinge și el înălțimea de 100 metri. Un alt exemplu de specie vegetală relictă, care altădată avea numeroase specii înrudite, răspîndite pe suprafețe vaste, este *Ginkgo biloba* L., arbore ornamental, în prezent cu răspîndire locală în China. Un caracter important al speciilor îmbătrînite și pe cale de dispariție este acela că, după ce timpuri îndelungate s-au dezvoltat în compania multor specii înrudite, ocupînd areale vaste, în prezent supraviețuiesc spontan numai puține specii sau chiar una singură pe o suprafață restrînsă.

Cele mai multe și mai valoroase argumente în problema îmbătrînirii în geologie ni le oferă însă regnul animal, de la care ni s-a păstrat un număr maxim de resturi bine conservate, asupra cărora s-au realizat cercetări deosebit de amănunțite. Și în cazul acestora, geologii au constatat că — după ce primele specii cunoscute au prezentat dimensiuni neînsemnate — începînd din era paleozoică reprezentanții lor se remarcă prin indiviși de mărime mereu crescîndă. Astfel, protozoarele, care au avut — ca și în prezent — în calitate de ființe monocelulare, dimensiuni microscopice, începînd din era paleozoică, pe la mijlocul acesteia, ele au fost reprezentate — un timp geologic relativ scurt — prin numeroase specii de fuzuline ai căror indivizi atingeau dimensiuni de aproape un centimetru. — După dispariția acestora și o trecere de cîteva sute de milioane de ani, iată că la începutul erei terțiare constatăm apariția altor protozoare — numuliții — inițial cu dimensiuni milimetrice care, în mod excepțional, au atins curînd diametre de circa cinci centimetri, pentru ca apoi ei să treacă printr-un stadiu de nanism

și să dispară. Interesant de remarcat este că reprezentanții acestor două neamuri de protozoare gigantice s-au caracterizat și printr-o dezvoltare excepțională a numărului indivizilor, dînd naștere unor depozite groase de calcar. De fiecare dată, cînd s-a mai repetat, gigantismul — împreună cu marele număr de indivizi ai acelor specii, poate fi considerat ca reprezentînd indicii ale îmbătrînirii, întrucît dispariția fără urmași a grupelor respective, n-a întîrziat să se producă. Referindu-ne la primul gigantism remarcabil, produs de animalele din era paleozoică, constatăm că acesta a fost atins de unele insecte din perioada carbonică. Cu aripile desfăcute, un neam al acestora măsura pînă la un metru, pentru ca apoi să dispară.

Clasa bogată a cefalopodelor, toate marine, a prezentat o dezvoltare crescîndă începînd de la jumătatea erei paleozoice, furnizînd geologilor numeroase specii caracteristice pînă la sfîrșitul erei mezozoice. Primii lor reprezentanți siguri — nautiloideele — secretau un tub calcaros alungit, divizat parțial în cămăruțe pline cu aer. După ce au atins lungimi decimetrice, ele au dispărut, nu însă fără a lăsa descendenți. Începînd de la mijlocul erei paleozoice neamul nautiloideelor a avut ca urmași pe acela al amonoideelor, ai căror primi reprezentanți aveau forma unui disc înrulat, care — începînd de la un centimetru — au atins dimensiuni de peste un metru. Cochiliile altor specii se dezvoltau însă anormal. Unele prezentau aspectul de baston al strămoșilor, în timp ce alții se înrulau dezordonat sub diferite forme: de ghem etc., tot atîtea indicii de degenerescență. După ce numărul amoniților crescuse considerabil, la sfîrșitul erei mezozoice, ei au dispărut într-un interval de timp — geologic vorbind — relativ scurt. În totalitatea sa, clasa cefalopodelor este în prezent încă în plină dezvoltare, fiind reprezentată prin specii atin-gînd lungimi de mulți metri.

Dovezile de îmbătrînire cele mai interesante și mai bine cercetate —acompaniate frecvent de gigantism — ni le oferă însă unele grupe, bogate în reprezentanți, din clasa reptilelor. Existente și în a doua jumătate a erei paleozoice sub formă de indivizi în general mici, în era mezozoică ele au stăpînit uscatul, pe care ele se prezentau sub aspecte mai variate decît oricare alte vertebrate din toate timpurile geologice. Înmulțindu-se excesiv, uscatul a început să nu le mai ajungă, astfel că unele s-au întors la habitatul strămoșilor îndepărtați — marea — iar altele s-au avîntat în domeniul aerian, pentru ca pînă la sfîrșit să dea naștere păsărilor. Despre unele se bănuiește chiar că aveau sînge cald, prevestind astfel apariția mamiferelor. — Drumul lung, parcurs de evoluția reptilelor mezozoice în timpul relativ scurt din a doua jumătate a acestei ere, a culminat prin creșterea excepțională a dimensiunilor atinse numai de unele grupe, cum au fost dinosaurienii, brontosaurienii etc. cu lungimi de circa zece metri. Altele aveau statura bipedă, reză-mîndu-se pe o coadă deosebit de puternică, în timp ce picioarele anterioare — închircite — aveau numai rol prehensiv. Alte numeroase reptile cu statură mijlocie se caracterizau prin dezvoltarea unor mijloace de apărare ciudate, reprezentate prin numeroase coarne independente, fie prin plăcile groase de pe corp, prin linia mediană a spatelui armată cu

plăci înalte și ascuțite, în timp ce coada — bine dezvoltată — era prevăzută cu spini de mărime descrescîndă și orientați spre vîrfurile acestora. Asemenea monștri cu înfățișări atît de diferite n-au întîrziat să dispară, Natura producînd extreme, dar tot ea le elimină. Adaptările extreme la anumite condiții de viață particulare, nu mai permit în viitor alte adaptări, în cazul cînd condițiile respective au dispărut. Pentru asemenea specii, acele adaptări reprezintă stadii de îmbătrînire și un stres, care le determină dispariția.

Reptilele mezozoice au reprezentat un grup deosebit de remarcabil și prin regimul lor alimentar variat, unele fiind carnivore feroce, altele ierbivore greoaie, care se refugiau în vegetațiile mlaștinilor. După ce reptilele au atins un apogeu, de care mamiferele actuale sînt încă departe, toate tipurile de reptile aberante au dispărut fără a lăsa urmași, supraviețuind numai grupele lipsite de adaptări excepționale, care le devenise adevărate caractere de stres, dăunătoare în cadrul unor noi condiții de viață apărute pe Terra. Au supraviețuit numai grupele cu statură mică și mijlocie, unele din ele prezentînd abia astăzi tendința spre gigantism. Fenomenele de îmbătrînire ale reptilelor prezintă caractere cu totul particulare, neîntîlnite la alte grupe de vertebrate. Istoria lor ne dovedește că Natura nu întîrzie să elimine orice dezvoltare cu caracter particular. Rapiditatea dezvoltării reptilelor pare a le fi epuizat alte posibilități de adaptare. Caracterele de îmbătrînire și dispariția unor numeroase grupe de reptile mezozoice sînt datorite unor numeroase situații de stres, a căror natură — apreciem noi — se datoresc în ultimă analiză unor cauze străine Terrei, anume cosmice. Fenomenele petrecute în acel timp în Cosmos au stricat pe Terra echilibrul ecologic anterior în care au luat naștere și s-au dezvoltat unele viețuitoare, producînd — inițial — monstruozițai, apoi dispariția lor.

Referindu-ne la vertebrate, ultima clasă apărută și cea mai evoluată — mamiferele — constatăm că speciile cele mai vechi, mezozoice, constau din indivizi cu talie mică și în număr redus de exemplare, fapt pentru care originea lor a rămas mult timp neclară. Ulterior, pe măsură ce ele s-au înmulțit, talia lor a crescut progresiv, pînă ce unele au devenit gigantice, pentru ca apoi să dispară. Dintre ultimele, amintim mai întîi neamul de proboscidian *Dinotherium* din terțiarul tîrziu, locuitor și al dealurilor de la periferia Carpaților. Singurul schelet complet al acestuia, existent în toată lumea — un mascul înalt de 4,50 metri și, împreună cu coada, lung de șapte metri — reprezintă piesa cea mai valoroasă din Muzeul de Istorie Naturală „Gr. Antipa“ din București. Cuvînd apoi, acest strămoș colateral al elefantului actual, a dispărut fără să lase descendenți direcți.

Un alt proboscidian — mamutul — care abunda în epoca glacială pe întreg teritoriul României, avea dimensiuni apropiate lui *Dinotherium*, astfel că descendenții indirecti ai mamutului — elefanții actuali — se prezintă ca rude degenerate cu tendință vădită de dispariție. Cauzele, care au determinat creșterea gigantică a taliei mamutului, sînt cel puțin două: răcirea (stres!) temperaturii în ultima epocă glacială a cuaternarului și lipsa de concurenți în imensul domeniu subarctic a continen-

telor nordice legate printr-o punte situată în regiunea strîmtorii Behring. Într-adevăr, raportul relativ mic dintre suprafața corpului și volumul acestuia avantajează animalele mari, care pierd relativ puțină căldură, în timp ce animalele pitice avînd acest raport mai mare, sînt defavorizate. De asemenea, în domeniul subarctic, mamutul fiind — practic lipsit de dușmani, avea și la hrană un număr minim de concurenți. Mamutul a dispărut apoi datorită încetării condițiilor care i-au determinat apariția, precum și apariției unui dușman deosebit de periculos, Omul.

Un alt indiciu de îmbătrînire prematură și dispariție ulterioară, prin stres, o prezintă elefanții pitici din unele insule ale mării Mediterane, desprinse de continent. În acest caz, stresul a fost reprezentat prin reproducerea consanguină — deci degenerarea — suferită de numărul mic al elefanților existenți pe acele insule.

Un indiciu remarcabil de îmbătrînire este și acela al balenelor. Acestea, pornind de la strămoși tereștri de numai circa un metru, de vîrstă eocenă, trecînd la viața marină pelagică — unde erau lipsite de concurenți în modul lor specific de alimentare — au crescut progresiv pentru ca, în prezent, balena albastră să atingă lungimi pînă la 35 de metri, reprezentînd gigantul marin absolut al tuturor timpurilor. Imensul domeniu acvatic, oferit de oceane și abundența hranei au fost factorii pozitivi ai dezvoltării. Dispariția balenelor reprezintă un caz în care stresul unor factori ecologici este agravat de vîntoarea necruțătoare cărora sînt supuse de către Om. În cursul evoluției, deci, pe măsură ce organizarea viețuitoarelor și-a ridicat nivelul, le-a crescut adesea și talia. Faptul că balena albastră a atins o asemenea talie, este consecința habitatului ei enorm, reprezentat prin întregul ocean planetar. Nu ne putem închipui asemenea coloși ca locuitori ai unei mări cu dimensiuni reduse ca, de pildă, marea Neagră. Viețuitoarele din mările mici sînt caracterizate prin nanism, cum — în trecut — a fost cazul celor din marea sarmatică, iar în prezent a celor din marea Neagră, toate mult mai mici ca rudele lor oceanice, imediat înrudite. În aceste două ultime exemple, factorii stresanți sînt reprezentați prin scăderea salinității și a temperaturii. Ajunse în stadiul de nanism, chiar dacă factorii stresanți sînt înlocuiți cu alții favorabili, vechii locuitori dispar, ei neputînd suporta competiția cu speciile venite odată cu noile ape.

Recapitulînd, în geologie îmbătrînirea se datorește unor numeroase fenomene de stres nu numai complexe, dar și foarte diferite în cadrul nu numai a fiecăruia din cele trei mari regnuri de organizare a materiei: mineral, vegetal și animal, dar și a numeroaselor subdiviziuni ale acestora.

LE VIEILLISSEMENT EN GÉOLOGIE*(Résumé)*

Le vieillissement en Géologie est un phénomène qui caractérise chaque étape de l'Histoire de la Terre, étant encadré dans le phénomène général de l'évolution de la matière du Cosmos. Tant la matière vivante que celle autrefois considérée comme inerte sont soumises à ce phénomène. Les corps cosmiques eux-mêmes sont affectés par le vieillissement. Deux éléments chimiques tétravalents — le silicium et le carbone jouent le rôle principal dans la composition des trois règnes (minéral, végétal et animal) soumis au phénomène de vieillissement. Leur parenté est à la base de l'atténuation des différences entre le règne végétal et celui animal doués de phénomènes manifestement vitaux: reproduction, développement et disparition. Dans tous les règnes, le vieillissement est aussi le résultat du stress phisico-chimique qui se manifeste de manières très diverses. De même, les roches ainsi que le macro- et le microrelief de l'écorce sont eux aussi soumis au phénomène de vieillissement.