

Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași
Facultatea de Geografie și Geologie
Departamentul de Geografie

Bd. Carol I. Nr.20A, 700505 – Iași, Romania
Tel.: +4.0232.20.1075, +4.0232.20.1074
Fax: +4.0232.20.1474
e-mail: geografie@uaic.ro

<http://www.geo.uaic.ro/>

CURS

INTRODUCERE ÎN GEOLOGIE

Doru-Toader JURAVLE

2014-2015

***Cursul se adresează studenților de la domeniile Geografie și Știința mediului**

TITULAR CURS: Conf. univ. dr. ing. Doru-Toader JURAVLE

ADRESA: Universitatea "Al. I. Cuza" din Iași
Facultatea de Geografie și Geologie
Departamentul de Geografie
Bd. Carol I. Nr.20A, 700505 – Iași, Romania

MAIL: jdorut@yahoo.com

TELEFON: 0232 / 201480

I. DESFĂȘURAREA EVALUĂRII

1. Evaluarea = (Nota I + Nota II) / 2 = a (nota finală)

a. Nota I – REPREZINTĂ 50% DIN NOTA FINALĂ ȘI SE OBTINE DIN VERIFICĂRILE ORGANIZATE PE PARCURS

Nota minimă pentru acceptarea în examenul final este 5 și se compune din:

1. Participarea competentă la discuții pe marginea temelor parcurse la cursuri și lucrări practice – 30 %;
2. Elaborarea lucrărilor/referatelor programate la lucrări practice / seminare:
 - 10% - structurarea materialului;
 - 30% - calitatea conținutului științific;
 - 20% - modul de raportare la bibliografia de specialitate.
3. Din oficiu - 10%.

b. Nota II – REPREZINTĂ 50% DIN NOTA FINALĂ ȘI SE OBTINE LA EXAMENUL FINAL

2. Măririle de notă și restanțele - Se vor desfășura în conformitate cu precizările și la datele stabilite de Senatul Univ. "Al. I. Cuza" din Iași.

Notă: Se reevaluează numai partea la care studenții nu au obținut minim nota 5.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. AIRINEI Șt. (1977) – *Geofizica pentru geologi*. Editura Tehnică, București.
2. AIRINEI Șt. (1979) – *Teritoriul României și tectonica plăcilor*. Editura Științifică și Enciclopedică, București.
3. AIRINEI Șt. (1982) – *Pământul ca planetă*. Editura Albatros, București.
4. ANDRONE Delia Anne-Marie (2002) – *Géologie générale*. Editura Univ. "Al. I. Cuza" Iași.
5. ANDRONE Delia Anne-Marie (2008) – *Geologie generală. Vol. I, Mineralogie*. Editura Tehnopress, Iași.
6. APOSTOLESCU Rodica (1982) - *Cristalografie, Mineralogie*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
7. ATANASIU N., MUTIHAC V., GRIGORESCU D., POPESCU Gh. (1998) – *Dicționar de geologie*. Editura Didactică și Pedagogică, R.A., București.
8. ATANASIU N. (1988) – *Petrologie sedimentară*. Editura Tehnică, București.
9. BĂNCILĂ I., FLOREA M., FOTĂ M., LAZĂR L. F., MOCANU GH., GEORGESCU M., MOLDOVEANU T., MUNTEANU A., PRIVIGHETORIȚĂ C., VĂDUVA C., ZAMFIRESCU F. (1980, 1981) – *Geologie inginerească, vol. I, II*. Editura Tehnică, București.
10. BLEAHU M. (1982) – *Relieful carstic*. Editura Albatros, București.
11. BLEAHU M. (1983, 1989) – *Tectonica globală, vol. I, II*. Editura Științifică și Enciclopedică, București.
12. CÂRCIUMARU M. (1996) - *Paleobotanica*, Ed. Glasul Bucovinei, Helios, Iași.
13. CHIFU T., MURARIU Alexandrina (1999) - *Bazele protecției mediului înconjurător*. Editura Univ. "Al. I. Cuza" Iași.
14. DAVIES P. (1994) – *Ultimele trei minute ale Universului. Ipoteze privind soarta finală a Universului*. Editura Humanitas, București.
15. DERCOURT J., PAQUET J. (1990) – *Géologie: objectif et méthodes*. Dunod, Bordas, Paris.
16. DONISĂ I., BOBOC N., IONIȚĂ I. (2009) - *Dicționar de geomorfologie cu termeni corespondenți în limbile engleză, franceză și rusă*. Editura Univ. "Al. I. Cuza" Iași.
17. DRĂGAN L. C., AIRINEI ȘT. (1993) - *Geoclima și istoria*. Editura Europa Nova, București.
18. EINSELE G. (1992) – *Sedimentary Basins. Evolution, Facies and Sediment Budget*. Springer-Verlag, Berlin.
19. ELMI S., BABIN C. (2002) – *Histoire de la Terre*. Dunod, Paris.
20. FILIPESCU S. (2002) – *Stratigrafie*. Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj.
21. GRASU C. (1984) – *Geologie structurală cu elemente de cartografie geologică*. Curs, Univ. "Al. I. Cuza" Iași, Facultatea de Biologie - Geografie - Geologie, Secția Inginerie Geologică și Geofizică, Iași.
22. GRASU C. (1997) – *Geologie structurală*. Editura Tehnică, București.
23. GRIDAN T., ȚICLEANU N. (2006) – *Încălzire globală sau glaciațiune*. Editura Didactică și Pedagogică, R.A., București.
24. IANOVICI V., ȘTIOPOL Victoria, CONSTANTINESCU E. (1979) – *Mineralogie*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
25. LĂZĂRESCU V. (1980) – *Geologie fizică*. Editura Tehnică, București.
26. LEAKEY R. (1995) – *Originea omului*. Editura Humanitas, București.
27. LUNDGREN W. L. (1999) - *Environmental Geology*, Printce Hall, New Jersey.
28. MONTGOMERY W. Carla (1992) - *Environmental Geology*, Wm. C. Brown Publishers.
29. MIYASHIRO A. (1994) – *Metamorphic petrology*. UCL Press, London.
30. MÂRZA I., CONSTANTINA C. (2005) - *Elemente de geologie și geomorfologie aplicate domeniului agro-silvic*. Editura Todesco, Cluj-Napoca.
31. MUTIHAC V., FECHET ROXANA (2003) – *Geologie*. Editura Tehnică, București.
32. OLARU L., IONESI V., ȚABĂRĂ D. (2004) - *Geologie fizică*. Editura Univ. "Al. I. Cuza" Iași.
33. PAQUET J. (2000) - *Géologie*. Dunod, Paris.
34. PAULIUC S., DINU C. (1985) - *Geologie structurală*. Editura Tehnică, București.
35. PAVELESCU L. (1976) – *Petrologia rocilor eruptive și metamorfice, ed. III*. Tipografia Universității din București.
36. PETRESCU I., coord. (2002) - *Catastrofe geologice*. Ed. Dacia, Cluj-Napoca.
37. POPESCU C. GH., TĂMAȘ-BĂDESCU S., BOGATU L., TĂMAȘ-BĂDESCU Gabriela, NEACȘU Antonela (2007) - *Geologia economică a aurului*. Editura Aeternitas, Alba Iulia.
38. PRIȘCU R., POPOVICI A., STEMATIU D., ILIE L., STERE C. (1980) - *Ingineria seismică a marilor baraje*. Editura Academiei R.S.R., București.
39. RĂDULESCU P. D. (1976) - *Vulcanii astăzi și în trecutul geologic*. Editura Tehnică, București.
40. RĂDOANE Maria, RĂDOANE N. (2007) - *Geomorfologie aplicată*. Editura Universității Suceava.
41. RĂDULESCU D. (1981) – *Petrologie magmatică și metamorfică*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
42. ȘABLOVSCHI V., CARUNTU C. (1990) - *Mineralogie*. Caiet de lucrări practice, Univ. "Al. I. Cuza" Iași, Facultatea de Geografie și Geologie, Secția Inginerie Geologică și Geofizică, Iași.

43. SAULEA Emilia (1967) – *Geologie istorică*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
44. SĂNDULESCU M. (1984) - *Geotectonica României*. Editura Tehnică, București.
45. SECU V. C., PATRICHE V. C. (2007) - *Solurile lumii. Clasificare, Răspândire, Caracteristici*. Editura Terra Noastră, Iași.
46. STRAHLER A. N. (1973) – *Geografie fizică*. Editura Științifică, București.
47. ȚICLEANU N., PAULIUC S. (2003) – *Geologie generală*. Editura Universitară, București.
48. TĂTĂRĂM NIȚA (1984, 1988) – *Geologie stratigrafică și paleogeografie, vol. I, II*. Editura Tehnică, București.

SITE-uri

1. <http://www.scotese.com>
2. <http://www.palaeos.com>
3. <http://www.stratigraphy.org>
4. www.geosociety.org - Geological Society of America
5. www.britannica.com encyclopaedia britanica
6. <http://jan.ucc.nau.edu>
7. <http://www.usgs.gov>
8. <http://geohazards.cr.usgs.gov>
9. <http://www.naturalhazards.org>
10. <http://landslides.usgs.gov>
11. <http://www.palass.org>
12. <http://www.sepmstrata.org>
13. <http://oprean.xhost.ro/anorganica>
14. <http://www.ptable.com>
15. <http://www.wikipedia.org/> (de văzut - *Encyclopedia Geology*, Volume I-IV, Elsevier Ltd.)
16. doru.juravle.com/cursuri 2010-2011

CUPRINS

DATE GENERALE, pg. 1

BIBLIOGRAFIE, pg. 2

A. CURS

I. INTRODUCERE, pg. 5

1. GEOLOGIA CA ȘTIINȚĂ, pg. 5

1.1. Definiție, obiective, discipline geologice, pg. 5

1.2. Relațiile geologiei cu alte științe, pg. 7

1.3. Repere în istoria geologiei, pg. 7

2. METODE ȘI PRINCIPII DE LUCRU ÎN GEOLOGIE, pg. 9

2.1. Metode de cercetare inductive, pg. 9

2.2. Metode de cercetare deductive, pg. 11

II. STRUCTURA GLOBULUI TERESTRU, pg. 13

1. SURSE DE INFORMAȚII, pg. 13

2. STRUCTURA INTERNĂ A GLOBULUI. LITOSFERA ȘI SCOARȚA TERESTRĂ, pg. 19

3. CÂMPURILE FIZICE ALE GLOBULUI, pg. 22

3.1. Gravitația, pg. 22

3.1.1. Presiunea, pg. 23

3.1.2 Densitatea, pg. 24

3.2. Câmpul caloric, pg. 24

3.3. Câmpul radioactiv, pg. 26

3.4. Câmpul magnetic, pg. 27

3.5. Câmpul electric, pg. 31

3.6. Câmpul seismic, pg. 31

III. ALCĂȚUIREA CHIMICĂ ȘI MINERALOGICĂ A GLOBULUI, pg. 35

1. COMPOZIȚIA CHIMICĂ, pg. 35

2. MINERALELE SCOARȚEI TERESTRE, pg. 37

2.1. Noțiuni de cristalografie, pg. 37

2.2. Proprietățile mineralelor, pg. 41

2.3. Denumirea mineralelor, pg. 44

2.4. Clasificarea mineralelor, pg. 45

Anexa 1. Descrierea unor minerale, pg. 48

IV. NOȚIUNI DE PETROLOGIE, pg. 83

1. Pocese și roci magmatice, pg. 84

2. Procese și roci sedimentare, pg. 101

3. Procese și roci metamorfice, pg. 122

V. NOȚIUNI DE CARTOGRAFIE ȘI GEOLOGIE STRUCTURALĂ, pg. 133

VI. NOȚIUNI DE TECTONICĂ GLOBALĂ, pg. 148

B. SEMINARII

I. TIMPUL GEOLOGIC

II. DETERMINAREA MACROSCOPICĂ A MINERALELOR ȘI ROCILOR SCOARȚEI TERESTRE

III. SEISMICITATEA GLOBULUI ȘI HAZARDELE SEISMICE

IV. VULCANISMUL ȘI HAZARDELE VULCANICE

V. HAZARDELE GEOMORFOLOGICE

I. INTRODUCERE

1. GEOLOGIA CA ȘTIINȚĂ

1.1. Definiție, obiective, discipline geologice

Geologia este știința Pământului, care studiază mineralele, rocile, fosilele, structurile tectonice și procesele geodinamice care le-au generat, stratigrafia diferitelor regiuni, procesele care au generat resursele minerale și energetice litosferice, și, nu în ultimul rând originea și istoria Pământului,

Termenul „generală” din titulatura disciplinei sugerează dificultatea întocmirii și parcurgerii unui astfel de material. Cursul constituie de fapt o atenționare asupra problematici unui domeniu de studiu foarte vast și important din eșafodajul **Științei Pământului** și anume **Geologia**. Materialul de față are o structură inspirată din cursurile de geologie generală N. Țicleanu și S. Pauliuc (2003), Delia Anne-Marie Androne (2002), D. Grigorescu et al. (1998) și Lăzărescu (1984) și o serie de materiale prezentate de Bleahu (1984, 1989), Pauliuc și Dinu (1985), Grasu (1984, 1997), Anastasiu (1988), Rădulescu (1981), Olaru et al. (2004), etc.

Termenul de „geologie” a fost utilizat pentru prima dată în anul 1475 de episcopul francez *Richard de Bury* în lucrarea „*Phylobiblion*” și se referea la științele pământești în opoziție cu „*teologia*” sau știința despre cele cerești, despre divinitate. Etimologia cuvântului geologie derivă din cuvintele grecești *Ge = Pământ și logos = știință*.

Geologia face parte din ramura *Științe ale Naturii* și are ca obiect de studiu Pământul ca întreg, în dinamica sa, din momentul ocupării locului pe orbită și solidificarea primei cruste la suprafață, până în prezent. În acest sens este considerată și scurgerea timpului geologic, momentul 0 al derulării timpului geologic în scara geocronologică coincidând cu „momentul” formării primei cruste terestre în procesul de răcire a planetei (= 4,6 mld. ani).

Obiectivele principale ale geologiei sunt: cunoașterea originii, structurii, compoziției și istoriei Glogului terestru. În acest scop este necesară studierea compoziției chimice, a alcătuirii mineralogopetrografice și a structurii corpurilor geologice, a raporturilor dintre acestea, a dinamicii interne a Pământului și a forțelor geodinamice care produc modificări la nivelul crustei terestre, a distribuției concentrărilor de substanțe minerale utile în scoarță, a apariției vieții și evoluției acesteia. De asemenea datele de cunoaștere din diferite subdomenii ale geologiei (geologia structurală, paleontologia, geochimia, stratigrafia, etc.) permit reconstituirea evoluției paleogeografice, condițiilor paleoecologice și paleomediale ale Globului și fundamentarea prognozelor în aceste direcții (Fig. 1.1).

Dar de ce și Geologia mediului? Care ar trebui să fie obiectul de studiu al disciplinei Geologia mediului raportat la Geologia generală?

Geologia mediului se justifică pentru că Pământul reprezintă suportul fizic pentru toate componentele sistemului geografic și biologic. Și este de domeniul evidenței că evoluția geosistemului a fost condiționată de rezultanta proceselor endogene și exogene, care au configurat suportul fizic pe care se sprijină geosferele externe. Și că, într-o manieră directă sau indirectă, reprezintă principalul rezervor, dacă nu unicul, de resurse utile pentru societatea omenească (vezi de exemplu solul, care reprezintă "uzina de reconversie" și apoi de stocare prin intermediul regnului vegetal a energiei solare). Dacă se urmărește dinamica consumului de resurse minerale în relație cu dinamica demografică a Globului, se remarcă o creștere exponențială a consumului. Astfel, la o creștere de 5x a populației, consumul crește de 15x, într-un interval de 100 ani (Montgomery, 2000). Este de înțeles că procesului de valorificare a resurselor se vor asocia, în aceleași procente, probleme mediale care trebuiesc gestionate cu costuri uriașe, și, uneori, insurmontabile. De asemenea, Pământul este viu, în continuare într-o dinamică controlată de procesele endogene, a căror efecte pot fi resimțite catastrofal de către comunitățile umane (efectele seismelor, vulcanismului, deplasărilor în masă, etc.). Nu poate fi neglijată nici legătura, mai puțin evidentă, dintre evoluția internă a Pământului și ciclicitățile climatice, modificarea compoziției atmosferei, resursele hidrogeologice și controlul resurselor hidrologice, extincțiile din lumea biologică, etc. Dar, poate cea mai importantă problemă de rezolvat este rezumată în întrebările: *Ce se va întâmpla în viitorul geologic cu acest suport fizic, de care lumea biologică este*

legată ombilical? Cum și în ce sens trebuie să îndreptăm eforturile de conservare a lumii biologice și implicit a societății omenești? Considerând că Pământul va fi o casă veșnică? Sau admitând efemeritatea Pământului, în mod similar cu a oricărui sistem fizic sau biologic și că soluția supraviețuirii va fi legată de capacitatea de a migra în spațiu extraterestru? Dar ieșind din aceste întrebări existențiale, care pot fi rezolvate și de generațiile viitoare, este cert că, indiferent de gradul de dezvoltare socio-economică, comunitățile umane și lumea biologică în ansamblu resimt efectele manifestărilor paroxistice endogene și al amplificării nejustificate a consumului de resurse minerale. În acest context ce ar trebui să studieze Geologia mediului?

Geologia mediului studiază efectul proceselor endogene și exogene asociate în geoseferle externe, ciclicitățile naturale și modul cum acestea influențează evoluția lumii biologice. De asemenea, studiază modul cum sunt afectate habitatele umane în condițiile manifestărilor paroxistice a forțelor endogene și reducerea efectelor hazardelor naturale.

Pentru a răspunde acestor deziderate este necesară cunoașterea la un nivel corespunzător al unor discipline geologice.

Complexitatea alcătuirii și structurii Pământului și a proceselor determinate de dinamica internă a acestuia, a condus la diversificarea disciplinelor de factură geologică și uneori dezvoltarea lor într-o așa manieră, încât au căpătat statut de științe de sine stătătoare. Dintre principalele subdomenii de studiu ale geologiei amintim:

Cristalografia – studiază aspectul și structura internă a cristalelor, forma cea mai frecventă de prezentare a mineralelor în natură;

Mineralogia – se ocupă cu descrierea, stabilirea compoziției chimice, clasificarea și formarea mineralelor;

Petrologia (= Litologia) – are ca obiective de studiu alcătuirea mineralogică, descrierea, clasificarea și geneza rocilor;

Sedimentologia – se ocupă cu cercetarea mediilor actuale și paleomediilor depozitionale, stabilind tipurile de sedimente acumulate în funcție de ariile sursă, condițiile de transport și caracteristicile morfologice și batimetrice ale bazinelor de sedimentare;

Geochemia – urmărește criteriile de distribuție și de migrare ale elementelor chimice în scoarța terestră;

Geologia structurală și tectonica – au în vedere studiul formelor de zăcământ și structura internă a volumelor de roci, raporturile dintre ele și structurile disjunctive și plicative rezultate în urma eforturilor tectonice;

Paleontologia – se ocupă cu studiul resturilor fosile ale organismelor vegetale (*paleobotanica*) și animale (*paleozoologia*) din trecutul geologic al Pământului și cu reconstituirea condițiilor de mediu în care au trăit acestea (*paleoecologia*);

Stratigrafia și geologia istorică – stabilesc reperele cronologice ale evoluției vieții, ale desfășurării proceselor geologice și gruparea stratelor de roci în secvențe stratigrafice, stabilirea vârstei acestora și corelarea lor în plan regional;

Geofizica – studiază prin metode fizice cantitative structura, compoziția și dezvoltarea Pământului în ansamblul său, de la nucleul intern până în spațiul extraterestru. Pentru atingerea obiectivelor folosește informații din domeniile *seismologiei*, *gravimetriei*, *magnetometriei*, *electrometriei*, *fizica atmosferei*, *tectonofizicii*;

Hidrogeologia – studiază compoziția chimică, geneza și forma de zăcământ a apelor subterane;

Geologia economică și geologia zăcămintelor (Gitologia) – se ocupă cu identificarea, descrierea, clasificarea și stabilirea criteriilor de distribuție spațială a zăcămintelor de substanțe minerale utile, calculul rezervelor și stabilirea modului de valorificare a acestora;

Geologia inginerească și geotehnica – analizează caracteristicile fizico-mecanice, mineralogice și petrografice ale terenurilor în vederea amplasării diferitelor construcții edilitare, industriale, hidroenergetice, sisteme de irigații, etc.;

Paleogeografia – reconstituie raporturile dintre continente și bazine marin-oceanice de-a lungul timpului geologic și morfologia acestora;

1.2. Relațiile geologiei cu alte științe

Geologia nu poate răspunde singură la problemele privind compoziția, structura și evoluția Pământului, motiv pentru care este nevoită să apeleze la metode și cunoștințe specifice altor științe precum: chimia, fizica, astronomia, biologia și geografia. Din interferența acestor științe cu subdomeniile geologiei rezultă discipline de graniță precum geochimia, geofizica, geomorfologia, paleobiologia, paleoecologia, etc. (Fig. 1.1)

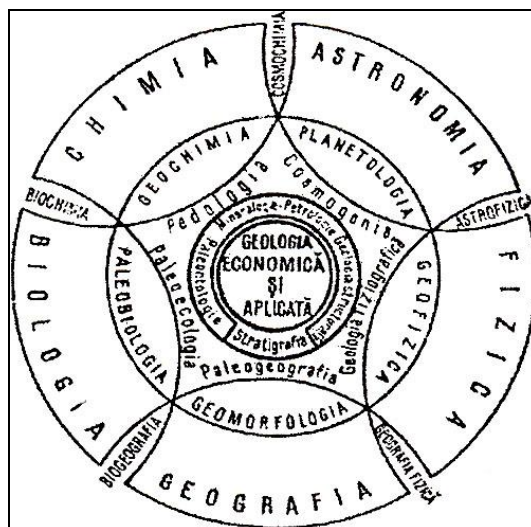


Fig. 1.1. Relațiile geologiei cu alte științe (după B. Dragomir, 1994)

Practic, Geologia nu poate fi studiată fără cunoștințe minime de fizică, chimie, biologie și geografie.

1.3. Repere în istoria dezvoltării geologiei

Începutul cunoașterii empirice a alcătuirii scoarței terestre este sincron cu apariția omului, care a folosit ca prime unelte o serie de roci din văile râurilor, conturându-se așa numita "cultură de prund". Treptat omul a învățat să selecționeze rocile cu proprietăți fizice convenabile activităților cotidiene. Inițial, în Paleolitic, a folosit silaxurile, jaspurile, etc. care se sparg după muchii ascuțite și din care s-au confecționat diferite unelte. Ulterior, în Neolitic, descoperind substanțele abrazive naturale (nisipuri cuarțoase, gresii cuarțoase, etc) s-a trecut la confecționarea uneltelor șlefuite.

Pe măsură ce grupurile umane au evoluat și s-a produs prima diviziune a muncii, gama de materii prime naturale s-a diversificat. Astfel, descoperirea ceramicii a făcut necesară aprovizionarea cu argile de calitate corespunzătoare și folosirea oxidurilor și hidroxizilor de fier și mangan ca pigmenți coloranți, folosirea mai târziu a diferitelor unelte de măcinat, etc., au determinat lărgirea treptată a orizontului de cunoaștere a omului asupra constituției scoarței terestre.

Se poate aprecia că prima revoluție în cunoașterea crustei s-a înregistrat odată cu descoperirea și utilizarea metalelor: mai întâi ale celor native (cupru, aur, argint), apoi ale celor din meteoriți (fierul) și în cele din urmă ale celor din minereuri. Se consideră că acum au apărut primii „geologi prospectori”.

Nevoile sporite ale comunităților umane sedentarizate au condus la creșterea gradului de cunoaștere a scoarței terestre, astfel încât în jurul datei de 540 î.H., *Xenofan* din *Colofan*, pe baza scoicilor găsite în munți, a tras concluzia că acolo a fost inițial un fund de mare și ulterior relieful s-a modificat relizându-se lanțul montan. Această idee a fost preluată și de *Aristotel*.

În sec. al XV-lea, *Leonardo da Vinci* a întocmit pentru prima dată schița unui afloriment cu dispunerea straturilor de roci și a susținut în premieră ideea că fosilele sunt "scheletele" unor organisme care au trăit pe fundul mării și nu "ludus naturae" (= jocuri ale naturii), cum se considerau până la el.

În sec. XVI – XVII au urmat lucrările lui *G. Bauer-Agricola* referitoare la clasificarea, proprietățile și metodele de extracție a metalelor cunoscute și mai târziu cele ale lui *N. Steno* care enunță *principiul superpoziției stratelor*, afirmând că rocile s-au depus în strate orizontale, cel mai de jos strat fiind și cel mai vechi.

Mijlocul secolului al XVIII-lea (1747) a fost marcat de apariția lucrării „*Teoria Pământului*” a lui *G. Buffon*, în care este formulată prima concepție cosmogonică. În același secol *L. von Buch* și *J. Hutton* (1788) au promovat *concepția plutonistă* conform căreia forțele termice din interiorul Pământului constituie cauza principală a fenomenelor geologice. În opoziție cu acesta, *A. Werner* și susținătorii săi au formulat *conceptul neptunist* conform căruia acțiunea mării a fost motorul fenomenelor geologice.

În 1812, *G. Cuvier* a emis „*teoria catastrofistă*” prin care se enunță un scenariu pentru evoluția Pământului, compus dintr-o succesiune de fenomene catastrofice, urmate de acte de creație.

Acumularea datelor de cunoaștere a permis elaborarea *conceptului evoluționist*, în lumina căruia se formulează *principiul actualismului* de către *Ch. Lyell* cu aplicații importante în geologie. În biologie apare *teoria evoluției speciilor* elaborată de către *Ch. Darwin*.

Mijlocul sec. al XIX-lea a fost denumit „*vârsta de aur a geologiei*” datorită exploziei informaționale, în această perioadă conturându-se o serie de teorii și principii care anunțau *conceptual tectonicii globale*, enunțat la mijlocul sec. XX. Printre geologii remarcabili ai sec. al XIX-lea se numără *E. de Beaumont*, *J. H. Pratt*, *G. Airy* și *J. Dana*, iar la începutul sec. XX se remarcă *E. Haug* și *A. Wegener*.

Secolul XX a fost marcat de apariția *conceptului tectonicii globale*, care însumează o serie de teorii printre care *teoria derivei continentelor*, *teoria curenților de convecție*, *paleomagnetismul*, *teoria expansiunii fundului oceanic*, *teoria plăcilor tectonice*, etc. Deși încă criticat de o serie de geologi, acest concept a revoluționat științele geologice, explicând într-o manieră bună evoluția majorității regiunilor mobile și stabile de pe Glob, distribuția centurilor vulcanice, ariilor seismice, localizarea și formarea substanțelor minerale utile, etc.

În România școala geologică a fost întemeiată odată cu înființarea celor două universități din România: Universitatea din Iași (1860) și Universitatea din București (1864).

Prima lucrare de geologie în limba română a fost publicată la Iași de *Grigore Cobălcescu* (1831-1892) în 1862, sub denumirea „*Calcarul de la Răpidea*”, iar prima *hartă geologică a României* s-a realizat sub îndrumarea lui *Gregoriu Ștefănescu* (1838-1911) în 1892, la Universitatea București.

Un punct de cotitură în cercetarea geologică românească la constituit anul 1906, când se înființează Institutul Geologic al României. De-a lungul timpului cunoașterea teritoriului României s-a realizat prin munca în teren și în laborator a geologilor care au activat în cadrul institutelor de geologie și geofizică, universităților din București, Iași, Cluj, Baia Mare și Petroșani, întreprinderilor de prospecțiuni și explorări geologice și în unitățile de exploatare a resurselor minerale. În continuare o să amintim numai un număr foarte mic din trandoul pe tărâmul geologiei românești.

Între personalitățile de seamă care ilustrează etapa de pionerat a geologiei românești menționăm pe: *Matei Drăghiceanu* (1844-1938), întemeitorul școlii de geologie tehnică la noi în țară; *Ludovic Mrazec* (1867-1944), mineralog și petrograf, descoperitor al cutelor diapire; *Sava Athanasiu* (1861-1946), remarcabil cercetător a geologiei Carpaților Orientali; *G. Munteanu-Murgoci* (1872-1925), care a intuit structura în pânze de șariaj a Carpaților Meridionali; *Sabba Ștefănescu* (1857-1931), paleontolog, specialist în domeniul mamiferelor fosile; *I. Popescu-Voitești* (1876-1944), autor al primei sinteze al evoluției geologice a teritoriului țării; *Ion Simionescu* (1873-1944), paleontolog și stratigraf; *G. Macovei* (1880-1969) specialist în teritoriul dobrogean și petrolist de seamă; *Ion Atanasiu* (1892-1949), cercetător al structurii tectonice a Carpaților Orientali și al seismelor vrâncene.

Se cuvine, măcar să-i mai amintim, pe *Miltiade Filipescu*, *Ion Băncilă*, *Alexandru Codarcea*, *George Murgeanu*, *Virgil Ianovici*, *Dan Giușcă*, *Nicolae Oncescu*, *Emilia Saulea*, *Grigore Răileanu*, *Nicolae Grigoraș*, *Dan Patrulius*, *Vasile Lăzărescu*, iar de la Universitatea “Al. I. Cuza” Iași pe *Liviu Ionesi*, *Radu Dimitrescu* și *C-tin Grasu*.

2. METODE ȘI PRINCIPII DE LUCRU ÎN GEOLOGIE

În geologie se folosesc metode cercetare grupate în două categorii: inductive și deductive. Majoritatea metodelor și principiilor de bază folosite sunt specifice geologiei, dar există ca și în cazul celorlalte științe și o serie de metode împrumutate, mai mult sau mai puțin adaptate la specificul geologic.

2.1. Metode de cercetare inductivă

Cercetarea inductivă presupune cunoașterea de la particular la general, spre deosebire de cea deductivă care pornește de la model pentru a-l extrapola la cazuri particulare (de la general la particular). În consecință, cercetarea inductivă presupune acumularea unui număr cât mai mare și mai complet de date geologice punctiforme, cu distribuție relativ omogenă într-o regiune dată. Pe baza acestor informații, prin generalizare, se obține o imagine de ansamblu asupra alcătuirii și distribuției volumelor de roci și a raporturilor dintre acestea. Practic, aceste metode constau în trecerea de la premise particulare la concluzii cu caracter general.

2.1.1. Metode directe

Cercetarea geologică a oricărui teritoriu începe prin observarea directă pe teren, descrierea sistematică a volumelor de roci și stabilirea raporturilor dintre acestea. Toate aceste operațiuni se efectuează în *puncte de observație (aflorimente)*, unde rocile care alcătuiesc structurile geologice apar la zi, făcând posibilă observația directă. Aflorimentele sunt frecvente în zonele montane și de dealuri, unde rocile sunt deschise la zi aproape continuu în văile râurilor, dar nu lipsesc nici pe versanți și nici pe culmi. În schimb, în zonele de câmpie și de dealuri joase structurile geologice sunt acoperite de depozite recente eluviale, coluviale, proluviale sau aluviale, motiv pentru care se impune descoperirea (înlăturarea) acestora pe anumite suprafețe, relizându-se deschideri artificiale. Continuitatea structurilor geologice în adâncime este cercetată cu foraje și lucrări miniere (galerii, puțuri, plane înclinate, etc).

Observațiile în teren sunt consemnate în carnetul de teren (descrierea minuțioasă a aflorimentelor și localizarea lor) și sunt completate de operațiile de probare.

Probarea se face după metodologii specifice tipului de cercetare realizat: paleontologic, mineralogic, petrografic, pentru substanțe minerale solide, roci de construcție, ape subterane, combustibili fosili, etc. O condiție foarte importantă pentru reușita operațiilor de probare este cea a asigurării reprezentativității probelor. Și aceasta, deoarece trebuie înțeles faptul că indiferent de sistemul de probare liniar sau punctiform, practic se recoltează din anumite puncte un volum foarte mic de material comparativ cu volumul real al rocilor cercetate. În final informațiile obținute în laborator prin prelucrarea și analiza probelor sunt extrapolate la întreg volumul de roci investigat.

În esență, aplicarea metodelor de cercetare directă constă în culegerea și sistematizarea informațiilor de teren, probarea aflorimentelor sau lucrărilor de cercetare (foraje, lucrări miniere), prelucrarea probelor și analiza lor în laborator și prelucrarea datelor de cunoaștere.

Pentru activitatea în teren geologul are nevoie de:

Harta topografică a regiunii la o scară corespunzătoare gradului de detaliu la care se efectuează cercetarea (de regulă la scări cuprinse între 1:50.000 și 1:5.000);

Carnetul de teren este indispensabil, în acesta fiind localizate punctele de observație însoțite de o descriere cât mai completă a aflorimentului, a poziției probelor recoltate și a aspectului macroscopic al stratelor de roci. De asemenea se consemnează orice informație utilă privind aspectele geomorfologice ale terenului, hidrologice, pedologice, biogeografice, etc. Caracterul complet și corect al informației din carnet constituie premisa realizării unei cercetări și interpretări competente;

Ciocanul geologic cu ajutorul căruia se detașează porțiuni din roci pentru a fi analizate în spărtură proaspătă, se recoltează probe, se pregătesc suprafețele de strat pentru efectuarea măsurătorilor de direcție și înclinare ale stratelor, etc.;

Busola geologică se folosește la măsurătorile privind direcția și înclinarea stratelor, a limitelor dintre corpurile de roci, a accidentelor tectonice, precum și la orientarea și poziționarea punctelor pe hartă;

Dispozitiv special GPS este conectat la un sistem de minim trei sateliți și afișează automat coordonatele x, y și z ale punctului de observație;

Altimetru cu ajutorul căruia se stabilește altitudinea punctelor de observație;

Recipientul cu acid clorhidric (HCl, 10%) pentru stabilirea prezenței carbonaților de calciu.

Dintre materialele care nu trebuie să lipsească din trusa de teren a geologului sunt și *lupa, rigla și ruleta, aparatul de fotografiat, briceagul, creioane, radieră, hârtie milimetrică, pungi pentru probe* și în general orice material necesar pentru o cercetare completă în teren.

2.1.2. Cercetări de laborator

Probele recoltate din teren sunt prelucrate ulterior în laborator și analizate. În faza de prelucrare ca și în cea de prelevare a probelor este obligatorie respectarea procedurilor de lucru care asigură reprezentativitatea probelor și protecția contra infestării acestora. În laborator se efectuează, în funcție de specificul cercetării, o serie de analize dintre care amintim: *analize paleontologice, analize mineralogice și petrografice, analize chimice, analize spectrometrice, analize termodiferențiale, analize de raze X, analize granulometrice, determinări fizico-mecanice, analize de ape, etc.*

Pentru cercetarea de laborator este folosită aparatură specială: microscopice polarizante, lupe binoculare, microsonde, spectrometre, difractometre de raze X, termoderivatografe, etc.

În condițiile unor laboratoare cu o dotare modernă se efectuează chiar și unele experimente. Însă acestea sunt reduse ca număr, deoarece încă nu s-au găsit soluțiile de modelare în laborator a proceselor și fenomenelor care se petrec la scară regională și în timp geologic.

2.1.3. Metode indirecte

Cercetarea indirectă grupează metodele cu ajutorul cărora se investighează zonele inaccesibile cu tehnologiile de foraj și miniere actuale. Prin foraje s-au investigat porțiuni din crustă până la o adâncime de cca. 15000 m (foraj în pen. Kola), dar acestea sunt în număr foarte mic la scara Globului și, practic, sub 5000 m cunoașterea se realizează prin metode indirecte. O altă problemă care privește aceste metode, este cea a atașării în grupul metodelor inductive sau deductive. Aceasta deoarece după măsurătorile parametrilor fizici în anumite puncte din scoarță, în continuare interpretarea datelor se face apelând la modele generale de evoluție sau structurale. În categoria metodelor indirecte sunt considerate *teledetecția, metodele geofizice, metodele geodezice și geochimice.*

2.1.3.1. *Teledetecția* utilizează aerofotograme ridicate din satelit sau avion, utilizând diferite spectre de lumină. Prin analiza acestora se pot obține informații asupra structurilor cutate, falilor, capcanelor petroliere, acumulări de minereuri, acvifere freatice sau captive, etc.

2.1.3.2. *Metodele geofizice* se bazează pe măsurarea valorilor *câmpurile naturale* ale Pământului: *gravific, magnetic, radioactiv, caloric, electric.* În condițiile în care geosferele care alcătuiesc structura internă a Globului ar fi omogene, atunci ar rezulta o *valoare medie a câmpului* (gravific, magnetic, electric, etc.), care s-ar regăsi în orice punct măsurat pe suprafața terestră. Dar datorită neomogenității alcătuirii geosferelor, valorile de câmp măsurate în diferite puncte diferă față de valoarea medie, în funcție de parametrii fizici ai volumelor de roci care alcătuiesc scoarța. De exemplu dacă la adâncime în scoarță se găsește un corp de bazalte ($\gamma = 3 \text{ g/cm}^3$) intrus în roci sedimentare ($\gamma = 2,6 \text{ g/cm}^3$) atunci valorile măsurate al câmpului gravific vor fi mai mari decât media câmpului, conturându-se corpul de roci cu greutate specifică mai mare. Același lucru se întâmplă când la adâncime se găsesc roci cu proprietăți paramagnetice sau diamagnetice, cu o conductivitate electrică sau termică ridicată, radioactive, etc.

Metodele geofizice utilizate sunt:

Gravimetria – se folosește în cazul conturării corpurilor cu greutate specifică contranstante față de fond;

Magnetometria – conturează în special corpurile alcătuite din materiale fero- și paramagnetice (de ex. conturarea zăcămintelor de magnetit);

Seismometria – se bazează pe faptul că viteza de propagare a undelor seismice este proporțională cu densitatea mediilor străbătute, iar undele secundare nu străbat decât mediile solide. De asemenea undele seismice suferă fenomene de reflexie și refracție la limita dintre medii cu densități diferite;

Radiometria – se bazează pe măsurarea câmpului radioactiv natural, folosindu-se pentru conturarea acumulărilor de minerale radioactive (de uraniu, thoriu, cesiu, etc.);

Termometria – indică zonele cu flux caloric ridicat, fracturi crustale, zone de rift, acumulări de ape termale, etc.;

Electrometria – se bazează pe conductivitatea diferită a acumulărilor metalice, a apelor de zăcământ cu o concentrație mare de săruri, a acviferelor, față de valorile fondului. Se conturează acvifere subterane, zăcăminte de petrol, acumulări metalice, acumulări de grafit, etc.

2.1.3.3. *Metoda geodezică* se bazează pe măsurătorile de mare precizie cu ajutorul sateliților, determinându-se zonele afectate de mișcări epirogenetice.

2.1.3.4. *Metoda gechimică* folosește anomaliile provocate de concentrarea peste fondul geochimic al scoarței ale unor elemente urmă, precum: U, Th, Ti, Zr, Co, Cr, etc., dar dă și rezultate în cazul prospectării acumulărilor de Mn, Cu, Fe, etc.

2.2. Metode de cercetare deductivă

Prin deducție se înțelege forma de raționament prin care pornind de la un model general se descifrează cazurile particulare. Acest tip de cercetare în geologie permite în special reconstituirea proceselor evolutive. De exemplu, cunoscând că anumite tipuri de roci se formează la anumite adâncimi și în anumite zone din bazinele oceanice (de șelf, taluz, piemont, câmpie abisală, dorsală medio-oceanică), prin analiza petrografică se poate reconstitui paleomorfoлогия bazinului oceanic și procesele care au determinat formarea rocilor (gravitaționale, chimice, etc.). De asemenea cunoscând faptul că în bazinele sedimentare rocile se depun inițial în strate orizontale, dacă în teren ele formează structuri cutate, faliate, atunci vom trage concluzii asupra dinamicii interne a Pământului prin reconstituirea intensității și direcției de acțiune a forțelor tectonice care au deformat volumele de roci.

Pentru reconstituirea istoriei geologice, deducțiile se fac de regulă având în vedere următoarele principii:

2.2.1. Principiul superpoziției stratelor

Conform acestui principiu, într-o succesiune de strate depuse în același bazin de sedimentare, neafectat de forțe tectonice importante, stratul din bază este cel mai vechi iar cel de la partea superioară a coloanei de roci este cel mai nou (Fig. 1.2 A). Pe baza acestui principiu se stabilește vârsta relativă a stratelor și raporturile temporale și spațiale ale volumelor de roci.

În cazul stratelor răsturnate se procedează mai întâi la reconstituirea poziției inițiale ale stratelor pe baza unor structuri specifice care se formează la partea inferioară a stratelor (de exemplu hieroglifele) sau la partea superioară (de exemplu structurile convolute) (Fig. 1.2 B). Pentru a stabili poziția normală sau răsturnată a stratelor, poziția hieroglifelor se corelează cu granoclasarea depozitelor și cu alte elemente (de ex., în cazul decantării gravitaționale într-un bazin de sedimentare în bază se depune fracțiunea grosieră și spre partea superioară fracțiunile din ce în ce mai fine).

2.2.2. Principiul evoluției organismelor

Acest principiu presupune că stratele care cuprind resturi fosile ale unor grupe de organisme cu o organizare anatomică mai simplă sunt mai vechi decât stratele ce conțin fosilele aceluiși grup, dar cu o organizare mai complexă. De exemplu evoluția *linei lobare* la cochilia de *amonoidee* separă grupele primitive, mai vechi, de cele mai evoluat, mai noi. Acestea sunt animale marine cu o cochilie cu înrulare planspirală, compartimentată în loje prin septe. Contactul septelor cu suprafața cochiliei

formează așa-zisa *linie lobară* (Fig. 1.3 A, C, G). Aceasta este relativ simplă la goniatiți (paleozoici; G) și se complică la ceratiți (triasici; C) și amoniți (cretacici; A).

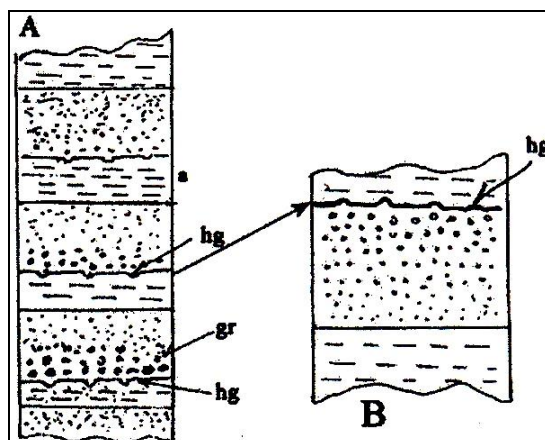


Fig. 1.2. Alternanță de strate: A - în poziție normală cu hieroglife la partea inferioară (hg); B - răsturnate, cu hieroglife (hg) la partea superioară a stratelor (din Țicleanu și Pauliuc, 2003)

Fosilele pe baza cărora se stabilește vârsta relativă a depozitelor se numesc *fosile index* (*caracteristice*) și sunt cele cu o mare răspândire pe orizontală (în suprafață) și redusă pe verticală (în timp). Celelalte fosile cu o mare răspândire pe verticală (în timp) folosesc pentru determinarea condițiilor paleoecologice și se numesc *fosile de facies*.

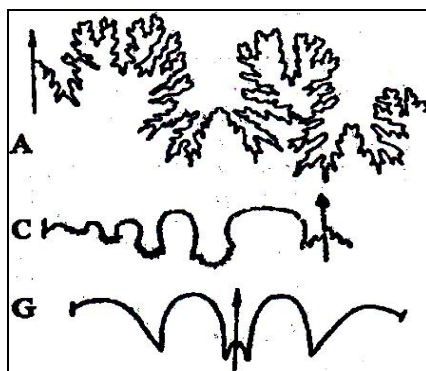


Fig. 1.3. Linia lobară: A - amoniții cretacici; C - ceratiții triasici; G - goniatiții paleozoici (din Țicleanu și Pauliuc, 2003)

2.2.3. Principiul actualismului

Principiul se bazează pe premisa conform căreia forțele geologice care acționează în prezent producând anumite efecte, dacă au acționat și în trecutul geologic au produs aceleași efecte (un grup de cauze produc același grup de efecte și astăzi ca și în trecut). Deci prezentul constituie cheia descifrării trecutului.

Un exemplu clasic în acest sens îl constituie calcarele recifale, în care se identifică frecvent resturi fosile de hexacorali. Ținând seama că aceștia trăiesc azi în mări tropicale, cu temperatura medie anuală de peste 20°C, cu salinitate marină normală, în zonele neritice de adâncime mică de până la 50 m, cu ape bine oxigenate, în baza principiului actualismului se poate trage concluzia că toate calcarele biohermice identificate în scoarță s-au format în condiții bazinale și paleoclimatice similare sau foarte apropiate.

Cercetările geologice, indiferent de metodele folosite deductive sau inductive, se finalizează prin materiale de sinteză (studii, rapoarte, etc.) însoțite de materiale cartografice. În baza concluziilor acestor materiale se procedează la detalierea cunoașterii în vederea valorificării economice ale unor resurse minerale, zonări seismice ale teritoriului, aplanarea diferitelor tipuri de construcții, etc.