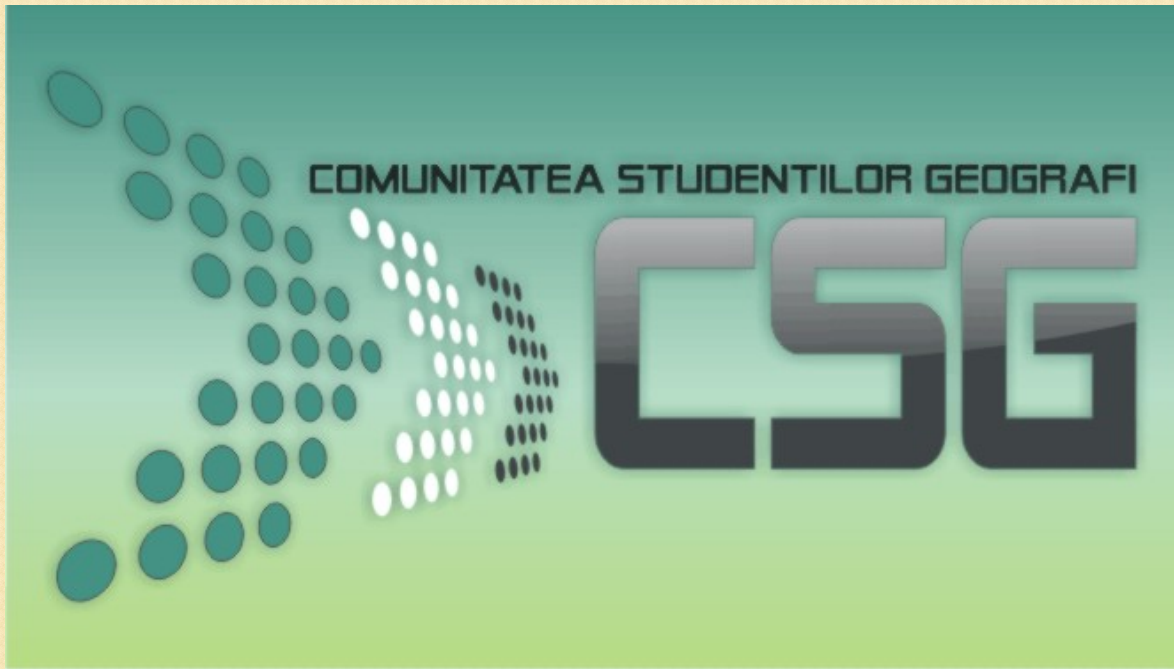


Acest document va este oferit de ...::: GeoComunitatea :::...

<http://geografie.freeforums.org/>



- Stimate cititor, in acest moment ati intrat in posesia unui material important pentru eficientizarea studiului dumneavoastra, iar acest lucru a fost posibil prin eforturile sustinute ale membrilor ...::: Comunitatii Studentilor Geografi :::... si ale autorilor acestor materiale.
- Toate drepturile de autor si cele de publicare sunt rezervate persoanelor indreptatite care au aplicat legal pentru acest lucru, restul materialelor fiind acoperite de licenta gratuita GNU/FDL (Free Documentation License) respectiv GNU/GPL (General Public License).
- Mai multe informatii despre licentele gratuite pentru documentatie/software puteti afla de la adresele <http://www.gnu.org/licenses/gpl.html> (pentru licenta publica generala) si <http://www.gnu.org/licenses/fdl.html> (pentru licenta privitoare la documentatie) sau [http://ro.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:GNU\\_FDL](http://ro.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:GNU_FDL) (textul tradus in limba romana).
- Va rugam sa sustineti acest proiect universitar (B.V.G. – Biblioteca Virtuala de Geografie) prin a oferi mai departe fisierul detinut tuturor persoanelor care au nevoie de acesta, fara nici un fel de pretentii financiare sau materiale. Mai multe informatii despre proiectul B.V.G. dar si despre alte proiecte specifice comunitatii geografice puteti gasi pe pagina web a ...::: GeoComunitatii :::... (<http://geografie.freeforums.org/index.php>).
- Comunitatea Studentilor Geografi va ureaza in continuare lectura placuta si pe viitor mult succes proiectelor dumneavoastra.

**UNIVERSITATE DIN BUCUREȘTI**

**FACULTATEA DE GEOGRAFIE**

**GEOMORFOLOGIE  
GENERALĂ**

**Prof.univ.dr. MHAI IELENICZ**

**Editura Universitară  
București 2004**

## PARTEA I

### GEOMORFOLOGIE TEORETICĂ GLOBALĂ

- Geomorfologia – știință geografică .....
1. Definiția și obiectul de studiu.....
  2. Relieful – sistem al mediului geografic .....
  3. Diviziunile Geomorfologiei și principalele direcții în studiul reliefului ...
  4. Legăturile Geomorfologiei cu alte științe și locul ei în cadrul Geografiei...
  5. Etapele necesare studierii reliefului unei regiuni .....
  6. Principii și metode folosite în Geomorfologie .....
  7. Tipuri de energie cu importanță pentru relief .....
  8. Agenți, procese, raporturile dintre ele .....
  9. Legile generale și specifice reliefosferei.....

## PARTEA II

### GEOMORFOLOGIE TECTONO STRUCTURALĂ GLOBALĂ

#### PĂMÂNTUL ȘI RELIEFOSFERA

1. Pământul – raportare în timp și spațiu .....
2. Reliefosfera – component al sistemului geografic.....

## PARTEA III

### GEOMORFOLOGIE GENETICĂ

#### GEOMORFOLOGIE SCULPTURALĂ (EROZIVO-ACUMULATIVĂ).....

1. Definiție și diviziuni .....
2. Meteorizarea și acțiunea viețuitoarelor; rezultatele manifestării lor .....
- 2.1. Meteorizarea (definiție, condiții, procese de dezagregare și alterare chimică)
- 2.2. Acțiunea viețuitoarelor în geneza reliefului .....
- 2.3. Depozitele și formele de relief rezultate (Scoața de așterare-caracteristici, tipuri; scoața de alterare și depozitele de pantă).....
- 2.4. Microrelieful rezultat prin meteorizare și acțiunea viețuitoarelor.....
3. Gravitația, procesele și formele de relief legate de ea.....
- 3.1. Procese gravitaționale brusce (Prăbușirile. Alunecările de teren. Curgerile de pe versanți).....
- 3.2. Procese gravitaționale lente (Deplasări uscate. Deplasările prin îngheț-dezghet. Creepul. Coroziunea. Tasarea. Sufoziunea.).....
4. Pluviodenudarea și relieful creat .....
- 4.1. Definiție și condiții de manifestare.....
- 4.2. Tipuri de producere și rezultate (Impactul picăturilor de ploaie. Spălarea în suprafață. Șiroirea. Torențialitatea. Măsuri de prevedere și combatere.).....
5. Acțiunea apelor curgătoare permanente și relieful rezultat.....
- 5.1. Mecanismul morfogenetic .....
- 5.2. Procese fluviatile (Eroziunea. Transplantul. Acumularea.).....

- 5.3. Formele de relief de eroziune. (Albia minoră-alcătuire, meandre. Albia majoră-caracteristici morfologice și structurale. Terasale-desfășurare, morfologie, structură, geneză, vârstă, tipuri, numerotare, racordare. Versanții – caracteristici, tipuri, evoluție. Glacisuri și pedimente – caracteristici, geneză, evoluție. Văile – caracteristici, tipuri. Captările – condiții, tipuri.).....
- 5.4. Formele de relief de acumulare (Conurile aluviale. Deltele continentale. Glacisurile aluviale. Piemonturile – condiții genetice, evoluție. Câmpiile de nivel de bază.).....
- 6. Ghețarii și relief creat.....
- 6.1. Caracteristici.....
- 6.2. Geneza și dinamica ghețarilor de pe uscat.....
- 6.3. Tipuri de ghețari (Ghețari montani și Ghețari de calotă – răspândire, caracteristici).....
- 6.4. Ghețari în istoria geologică a Pământului.....
- 6.5. Procese și forme de relief glaciare (relieful de eroziune specific ghețarilor montani; relieful de eroziune creat de ghețarii de calotă; relieful de acumulare).....
- 7. Crionivația și rezultatele manifestării.....
- 7.1. Condiții de manifestare.....
- 7.2. Agenți, procese, structuri și forme de relief rezultate prin gelivație, nivație și alți agenți.....
- 8. Apa mărilor și oceanelor și relieful litoral.....
- 8.1. Domeniul litoral. Caracteristici morfologice.....
- 8.2. Forme de manifestare dinamică a apei mării și procesele morfodinamice (valuri, curenți, marea).....
- 8.3. Alte procese morfogenetice.....
- 8.4. Forme de relief create de apa mării (faleza, platforma de abraziune, plaja, estuarele, deltele).....
- 8.5. Tipuri de țărături.....
- 8.6. Evoluția liniei de țărm și a litoralului.....
- 9. Vântul și relieful creat prin acțiunile sale.....
- 9.1. Vântul agent morfogenetic.....
- 9.2. Procese și forme de relief (coroziunea, deflația și acumularea).....
- 9.3. Raporturile dintre vânt și alți agenți.....
- 10. Omul agent morfogenetic; relieful antropoc.....
- 11. Rocile și relieful specific.....
- 11.1. Morfolitologia – caracteristici generale.....
- 11.2. Tipuri reprezentative de relief petrografic (pe calcare și dolomite; pe sare și ghips; pe argile; pe gresii; pe conglomerate; pe nisip; roci metamorfice; roci eruptive).....
- 12. Structurile geologice și reliefurile specifice.....
- 12.1. Structurile geologice și rolul lor morfogenetic.....
- 12.2. Relieful dezvoltat pe structuri sedimentare (tabulară, monoclinală, cutată, domuri, șariată, apalasiană).....
- 12.3. Relieful dezvoltat pe structuri magmatice și eruptive (Magmatism și corpuri create în scoarță; relieful de eroziune dezvoltat pe acestea. Vulcanismul – manifestări eruptive, produsele activității vulcanice, relieful vulcanic de eroziune).....
- 12.4. Relieful dezvoltat pe structuri complexe (faliată, discordantă).....

## **PARTEA A IV A**

### **GEOMORFOLOGIE CLIMATICĂ**

1. Geomorfologia climatică – caracteristici generale.....
2. Zone morfoclimatice.....
  - 2.1. Zona morfoclimatică caldă și umedă cu modelare impusă dominant de alterare chimică.....
  - 2.2. Zonele morfoclimatice tropicale cu morfogeneză sezonieră.....
  - 2.3. Zonele morfoclimatice uscate cu morfogeneză impusă permanent de procese fizice.....
  - 2.4. Zonele morfoclimatice subtropicale cu morfogeneză în două sezoane.....
  - 2.5. Zonele morfoclimatice temperate cu sisteme morfogenetice concentrate regional (temperat oceanice, temperat semiaride, temperat rece).....
  - 2.6. Zonele morfoclimatice reci cu modelare glaciară și periglaciară.....
3. Etaje morfoclimatice.....

## **PARTEA A V A**

### **REGIONAREA ȘI TIPIZAREA GEOMORFOLOGICĂ**

## **PARTEA A VI A**

### **EVOLUȚIA GENERALĂ A RELIEFULUI**

1. Teoria tectonicii globale.....
2. Teoria geosinclinalelor.....
3. Teorii privind evoluția regiunilor de uscat.....

## PARTEA I

# GEOMORFOLOGIE TEORETICĂ GLOBALĂ

## *GEOMORFOLOGIA – ȘTIINȚĂ GEOGRAFICĂ*

### **Probleme:**

Definiția și obiect de studiu.

Diviziunile Geomorfologiei și principalele direcții în studiul reliefului; legături cu alte științe și locul ei în cadrul Geografiei.

Etapele necesare studierii reliefului.

Principii și metode de cercetare.

Tipuri de energie cu importanță pentru relief.

Agenți și procese morfogenetice.

Legile care acționează în sfera reliefului.

### **1. Definiția și obiectul de studiu:**

*Geomorfologia este știința geografică al cărui obiect de studiu este relieful, component de bază al învelișului geografic.*

*Relieful* reprezintă ansamblul formelor pozitive și negative care se însumează în alcătuirea suprafeței uscatului și a fundului bazinelor oceanice și marine. Formele de relief au dimensiuni diferite și au rezultat prin acțiunea *agenților endogeni (interni)*, se manifestă în scoarță sau de la contactul acesteia cu mantaua Pământului) și *exogeni (externi)*, ce provin din alte medii - apa, aer, viață, societatea umană) situație care spațial le impun prin configurația scoarței. De aici ideea unora că „relieful este” fața exterioară a litosferei (scoarței) sau fața (interfața) de la contactul aerului, apei, viețuitoarelor, societății umane cu scoarța. În realitate această „față” nu constituie decât o componentă a reliefului, o reflectare exterioară a sistemului respectiv.

*Denumirea* care a fost dată de către K.F. Neumann (1854) rezultă din asocierea a trei termeni - *geo(gi)* - pământ, *morphi* = morfologie, (sens de fizionomia suprafeței terestre), *logos* (vorbire, știință). Ea s-a impus la finele sec. XIX înlocuind alți termeni folosiți în paralel (morfologie, orografie, relief du sol etc.) și al căror conținut implica mai mult descrierea reliefului<sup>1</sup>). Sensul complex al termenului s-a întregit treptat în sec. XX mai întâi prin cunoașterea în amănunțime a reliefului; prin identificarea și înțelegerea ansamblului de relații dintre elementele reliefului dar și a celor care există între acesta și celelalte componente naturale și antropice ale mediului geografic, inclusiv a sistemului de ierarhizare genético-evolutiv și spațial –temporar, a determinat extinderea și independența obiectului de studiu al Geomorfologiei.

*Dezvoltarea și afirmarea* Geomorfologiei s-a realizat în două domenii științifice diferite dar vecine. În S.U.A s-a impus în cadrul Geologiei încă de la finele sec. XIX, studiul reliefului fiind necesar (din motive pragmatice) pentru corelații cu structura geologică și pentru interpretări evolutive pe când în multe școli europene (Franța, Rusia, Germania, România etc.) s-a detașat ca ramură distinctă a Geografiei, relieful fiind considerat un component de bază al mediului geografic.

---

<sup>1</sup> Morphologie der Erdoberfläche (A.Penck, 1894), Die Morphologische Analyse (W.Penck, 1924), Relief du sol (Emm de Martonne 1926).

Descrierea reliefului unor regiuni limitate s-a realizat încă din antichitate (Aristotel, Herodot, Strabo etc.) de atunci păstrându-se aprecieri și schițe de hartă referitoare la văi, porțiuni de litoral, delte, munți etc. Ele s-au amplificat în Evul Mediu pe măsura descoperirii de noi spații geografice (sec XV – XVIII) sau a încercării de a explica științific unele procese naturale (cutremure, erupții vulcanice, inundații etc.). Din sec. XVIII noi direcții impulsionează studierea mai atentă a văilor, spațiului montan și de podiș – și anume realizarea de hărți detaliate necesare campaniilor militare, valorificării potențialului hidroenergetic din Alpi (Europa), cunoașterii resurselor de subsol (S.U.A., Rusia) etc. Către finele sec. XIX și în primele decenii ale sec. XX se accelerează procesul de cunoaștere a reliefului și prin prisma genezei și evoluției elementelor sale, dar și a identificării relațiilor cu celelalte componente de mediu. Toate acestea conduc la definirea tot mai exactă a diverselor noțiuni, concepte, teorii, privind geneza, evoluția și cronologia reliefului la scări diferite etc. Acum se impun în S.U.A. lucrările lui J.W.Powell (importanța nivelului de bază în evoluția reliefului), G.K. Gilbert (raportul dintre acțiunea agenților externi și rocă; teoria echilibrului dinamic), W.M. Davis (teoria ciclului de eroziune, introducerea blocdiagramei ca metodă complexă de reprezentare a reliefului în raport cu structura și alcătuirea sa geologică), D. Johnson (în morfologie litorală) etc. În Europa un loc aparte l-au avut studiile lui A.Penck, F.Richthofen, Emm de Martonne și W.Penck P.Kropotkin, V.Docuceaer, contribuțiile acestora fiind deosebit de însemnate în studiul reliefului glaciatic și fluviatic al loessului, în teoria evoluției generale a reliefului etc.

Acumularea unui important fond de informații geografice rezultat din studii detaliate și comparate în regiuni diverse de pe Glob a condus în a doua parte a secolului XX la identificarea și impunerea a numeroase direcții în Geomorfologie, unele devenind subramuri distincte ale acesteia (Geomorfologia climatică – vizând reliefurile glaciare, periglaciare, deșertice, cele din regiunile calde și umede etc.; Geomorfologie structurală cu tipuri de relief diferențiate pe categorii de roci și structuri geologice; Geomorfologie litorală; Geomorfologie matematică; Geomorfologie dinamică cu accent pe procesele de albie și versant etc.). Evoluția gândirii geografice și dezvoltarea tehnologiei au facilitat trecerea de la studiul clasic al hărților topografice la interpretarea fotogramelor, a imaginilor satelitare, la crearea de modele experimentale la scări diferite, la cunoașterea detaliată a reliefului fundului bazinelor oceanice, la stabilirea de relații matematice și programe pe calculator care vizează geneza și evoluția diferitelor componente ale reliefului, la comparații ale reliefului terestru cu cel de pe alte corpuri cerești (îndeosebi Luna, Marte, Venus) etc. Fondul teoretic tradițional este îmbogățit cu concepte și teorii noi care sunt tot mai mult legate de activitățile practice. Dacă în evoluția de ansamblu a reliefului un loc foarte însemnat l-a avut concepția tectonicii plăcilor în cea a studiilor locale, regionale s-au impus relațiile ce-au derivat din analizele bazinelor hidrografice în concepția Horton – Strahler.

Un loc aparte în dezvoltarea geomorfologiei au avut-o mai întâi sintezele regionale și teoretice consemnate în diverse lucrări apărute în aproape toate țările dezvoltate, apoi revistele de geomorfologie cu o largă circulație (*Zeitschr rift für Geomorphology*), *Annales de Geographie*, *Catena*, *Earth Surface Processes*, *Biuletin Periglacialni*, etc.

La congresele Uniunii Internaționale de Geografie există secțiuni distincte pe diferite domenii geomorfologice. Mai mult, de câteva decenii ființează „*Asociația internațională a geomorfologilor*” cu

filiale în majoritatea statelor dezvoltate. Ea include specialiști în studiul reliefului ce provin din rândul geografilor și geologilor și a patronat numeroase întruniri generale și regionale de geomorfologie.

S-au impus personalități care au adus contribuții deosebite în dezvoltarea geomorfologiei atât pe plan teoretic cât și practic (J.Tricart, A.Cailleux, J.Dresch, K.Troll, L. Hamelin, I. Dylik, S.A. Schumm, R.J. Chealey, I.P. Mesceriakov, I.P. Gherasimov, D.W. Torbury, L.King, A. Scheidegger, J. Büdel, A.Pissart etc.

În România primele informații privind relieful litoralului aparțin antichității (Herodot) dar cele mai însemnate sunt legate de D.Cantemir (Descriptio Moldavie), harta Stolnicului Cantacuzino. Finele sec. XIX și începutul sec. XX constituie o etapă în care se pun bazele studiilor Societății de Geografie (1875), a departamentelor de Geografie (1900 și 1903) din cadrul Universităților din București și Iași, a Institutului Geologic, iar pe de alta, de mai multe personalități străine Emm. de Martonne, L. Sawicki, I.Cvijic) și române (S.Mehedinți, I.Popescu Voitești, L.Mrazec, Gh. Munteanu-Murgoci, G.Vâlsan, I.Brătescu, Al.Dimitrescu Aldem, M. David ș.a.) care fie că au realizat studii de amănunt asupra reliefului (în primul rând teze de doctorat), fie că în diverse lucrări au acordat importanță unor probleme de geomorfologie.

Există o puternică influență a școlilor geografice din Franța și Germania, iar problemele principale a căror abordare s-a bazat pe observații și cartări detaliate pe teren au fost: glaciațiunea în diferite masive carpatice, suprafețele de nivelare din Carpați, terasele râurilor, formarea și evoluția rețelei hidrografice în sectoarele de defilee, geneza și evoluția Deltei Dunării și a litoralului românesc etc.

Până în 1950 studiul reliefului rămâne principala preocupare a geografilor contribuții notabile fiind la nivel regional prin tezele de doctorat (V.Mihăilescu, N.Popp, N.Al.Rădulescu, M.David, V.Tufescu, P.Coteț etc.) și unele sinteze la nivelul României (cursurile de geografie sau morfologie).

În a doua parte a sec. XX cercetarea în geomorfologie cuprinde treptat aproape toate laturile acestei științe, un rol esențial avându-l pe de-o parte catedrele de specialitate de la facultățile de Geografie din București, Iași, Cluj – Napoca unde s-au conturat școli în acest profil, iar pe de alta colectivul de geografi fizicieni de la Institutul de Geografie. Au rezultat un volum însemnat de articole și cărți cu caracter regional sau general, cursuri universitare, monografii și tratate, teze de doctorat, participări la simpozioane și congrese, unele fiind organizate în România etc. S-au impus câteva *direcții* – analiza complexă genético-evolutivă la nivelul unor unități geografice, morfodinamica actuală cu accent pe procesele de versant, elaborarea de legende și hărți geomorfologice, analize morfostructurale și morfolitologice, morfologie litorală etc. Între lucrările de sinteză se impun Relieful României (1974), Geografia României (1983-1992), Enciclopedia României (1984) iar dintre personalitățile cu reale contribuții în geomorfologie relevante sunt Gr.Posea, Valeria Velcea, Ilie I., N.Popescu, M.Grigore, M.Ielenicz, I. Marin, E.Vespremeanu la Universitatea din București, T.Morariu, I.Mac, V.Gârbacea, I.Berindei, Al.Savu la Universitatea din Cluj Napoca, C.Martiniuc, V.Băcăuanu, I.Donisă, I.Ichim, C.Brânduș, C. Rusu la Universitatea din Iași; Gh.Niculescu, L.Badea, D.Bălțeanu, V. Sencu la Institutul de Geografie etc. Există din 1990 „Asociația geomorfologilor din România” afiliată la cea internațională, o secție de Geomorfologie în cadrul Societății de Geografie din România, au fost organizate peste 20 de simpozioane naționale de geomorfologie și două reuniuni internaționale.



Lărgirea câmpului cunoașterii reliefului pe întreaga suprafață a Pământului dar și sub aspectul raporturilor cu agenții și procesele ce l-au creat, a legăturilor cu ceilalți componenți ai mediului și cu activitățile tot mai diversificate ale omului au condus firesc pe de-o parte la amplificarea direcțiilor prin care specialiștii (geomorfologii) îl studiază iar pe de altă parte la evidențierea ramurilor și subramurilor acestei științe.

În funcție de caracteristicile reliefului, gradul de dezvoltare economică și nevoile practice cerute de acesta, de tradiția în cercetarea geomorfologică s-au impus în școlile geomorfologice direcții diferite (evoluționistă, dinamica de versant și de albie, morfostructura, analizele regionale, geomorfologia matematică etc.).

În baza tuturor realizărilor se poate da o definiție mult mai completă.

*Geomorfologia prezintă fizionomia, caracteristicile fizice, alcătuirea, geneza, evoluția, vârsta, formelor de relief; mai mult le stabilește locul (ierarhizarea) în sistemul geomorfologic; prin cunoaștere teritorială permite diferențieri regionale iar prin sinteză conduce la definirea de modele de rang diferit (tipuri și subtipuri).*

Deci, *relieful care constituie subiectul Geomorfologiei trebuie privit ca un sistem complex ce cuprinde componente (forme de relief) diferite ca mărime, geneză și evoluție care sunt într-o strânsă înlănțuire cauzală.*

**Formele de relief**, constituie sisteme ale scoarței terestre care se reflectă în contururi ale feței sale exterioare. Ca urmare, ele au dimensiuni (de la Pământul în întregime, până la forme de câțiva centimetri) și înfățișări diferite rezultat al unei geneze și evoluții deosebite. Comun au însă pe de o parte, două categorii de *elemente* unele la exterior (suprafețele și liniile care rezultă din îmbinarea lor) și altele la interior (alcătuirea petrografică, structurală) iar pe de altă parte o anumită adâncime până la care se face simțită acțiunea agentului ce le generează.

*Suprafețele* pot fi ca înfățișare, convexe, concave, drepte, complexe, având înclinări variabile. Aceste caracteristici suferă permanent modificări mai mult sau mai puțin importante în funcție de acțiunea agenților externi și în mai mică măsură interni (la scara timpului geologic acestea pot deveni însemnate).

*Liniile* pot fi drepte, curbe sau zig-zag, uneori cu desfășurare tranșată iar alteori evazată; aceste caracteristici depind de stadiul de evoluție al formei de relief, de procesele care se înregistrează pe suprafețele ei.

Formele de relief, indiferent de mărime în raport cu un plan orizontal, sunt *pozitive* (deasupra acesteia, ex. un deal, munte, movilă etc.) și *negative* (sub acest plan, ex. o depresiune, valea, crovul etc.), (fig. 1).

Elementele interne sunt dependente de dimensiunile formei și de agentul principal care o generează (depozitele și roca în loc pentru microforme, diverse strate de roci și structuri din adânc pentru formele de relief mai mari). Adâncimea este condiționată pe de o parte de puterea de penetrare a agenților externi (de la câțiva milimetri la mai multe sute de metri), iar pe de altă parte de intensitatea și spațiul pe care se propagă influența agentului tectonic (de la câteva sute la mii de metri).

*Cunoașterea formelor de relief* implică frecvent nu numai înfățișarea dar și o serie de *caracteristici cantitative* rezultate din măsurători. Se apreciază între altele înălțimea, adâncimea, gradul de îmbucătățire în plan orizontal și vertical, înclinarea suprafețelor ce compun forma de relief, expunerea acestora în raport cu punctele cardinale etc. (fig. 1).

Orice *formă de relief este rezultatul acțiunii unor agenți* de natură internă sau externă. Aceștia reprezintă factori ce dispun de energie (în principal tectonică din interior și solară din exterior) pe care o întrebunțează în manifestarea diverselor

processe cu caracter chimic (ex. oxidarea), fizico-chimic (ex. dizolvarea), mecanic (ex. eroziunea), gravitațional, tectonic (ridicări, coborâri) etc.

Din momentul începerii manifestării acțiunii agenților se înregistrează individualizarea formelor care în timp vor cunoaște o evoluție specifică relevată prin mărimi, înfățișări deosebite, prin raporturi variabile cu alte forme, agenți, procese. Evoluțiile formelor de relief au durată deosebită (ex. nașterea unor munți se face în zeci sau sute de milioane de ani pe când a unei alunecări de teren în câteva zile, luni de zile) însă indiferent de mărimea în timp în cadrul lor pot fi separate etape, faze, momente toate diferențiate pe o scară cronologică (fig. 2).

Formele de relief în funcție de diferite criterii (agenți, geneză, procese, vârstă, mărime etc.) se pot grupa și așeza pe diferite trepte de importanță care alcătuiesc un sistem ierarhic piramidal plecând de la Pământ componentul cu complexitatea cea mai mare și ajungând la puzderia de microforme create de agenții externi. Elementele caracteristice diferitelor grupări de forme de relief stau la baza separării tipurilor de relief (ex. relief glaciatic, relief fluviatic, relief vulcanic etc.).

Urmărirea distribuției formelor de relief în spațiu conduce la separarea de unități (ex. munți, dealuri, câmpii) în care relieful are un anumit specific rezultat mai ales din geneza, evoluția și trăsăturile cantitative ale sale (regionare). De exemplu Carpații Meridionali (ordinul I) se împart în patru grupe (ordinul II) cu mai multe masive. Masivul Bucegi (ordinul III) este alcătuit din mai mulți munți (ex. Coștila, Caraiman, Jepii Mari, Jepii Mici, Furnica etc.) și văi principale (Ialomiței, Cerbului, Jepi etc.) ce aparțin ordinului IV. La fiecare se separă platouri, versanți, vârfuri etc. (ordinul V) etc.

## **2. Relieful – sistem al mediului geografic.**

Mediul geografic este o parte a mediului terestru ce include șase componente – relieful, apele, aerul, viețuitoarele, solul și omul cu activitățile sale, fiecare având o desfășurare globală de unde și apelativul de „sferă” cu sens de învelișuri terestre. Fiecare dintre acestea constituie un sistem bine definit spațial și cu o evoluție specifică. În același timp ele se află în strânse legături a căror complexitate s-a accentuat în timp datorită contactelor directe, întrepătrunderii și intercondiționărilor. Această situație a generat individualizarea mediului geografic care constituie unul din cele mai complexe și dinamice sisteme terestre.

Relieful reprezintă pe de-o parte baza acestui macrosistem pe el aflându-se toate celelalte. În al doilea rând prin intermediul său se stabilesc legăturile cu învelișurile interne terestre ce nu aparțin mediului geografic (fig. 3)

*Relieful ca sistem este alcătuit* dintr-o infinitate de elemente (forme de relief) cu dimensiuni, geneză, evoluție și vârstă diferite fiecare din ele reprezentând sisteme secundare care se înscriu ierarhic în cadrul acestuia. În componența formelor de relief intră mai întâi un depozit alcătuit din materiale provenite prin măcinarea în loc a rocilor supuse acțiunii proceselor de dezagregare, alterare, precipitare, pedogeneză etc. sau prin acumularea produselor transparente de diferiți agenți (vânt, apă din precipitații, râuri, apa mării, viețuitoare, ghețari etc.). Ele au grosime diferită (de la 0,5 – 2 m în prima situație la mai mulți zeci și sute de metri în cea de a doua), compoziție variabilă (de la prafuri la blocuri sub 1,5 m în diametru) și grad de cimentare deosebit. Sub acest depozit urmează rocile variabile ca origine, alcătuire chimică și fizică, dispoziție structurală. Acestea în funcție de proprietățile lor au pe de o parte un grad de favorabilitate pentru anumite procese de modelare (sarea și calcarul pentru dizolvare, argila pentru alunecări etc.), iar pe de altă parte o reacție diferită la diversele procese în funcție de condițiile de mediu (granitul este alterat în climatul cald și umed, dar devine rezistent și casant în climatul rece, periglaciatic). În funcție de

geneză și evoluție, formele de relief au în componență roci pe grosimi variabile (de la câțiva metri la un torent, la mii de metri în cazul unui lanț muntos, vulcan etc.) și cu proprietăți deosebite ceea ce favorizează o desfășurare diferențiată a atacului agenților de la un tip de rocă la alta.

Deci spațial, *orice formă de relief este delimitată de două suprafețe*. Una se află la exterior ce este ușor de urmărit, ea suferind și cea mai rapidă evoluție fiind supusă continuu atacului agenților exogeni. Din păcate mulți geografi limitează la aceasta relieful. Cea de a doua suprafață se află în scoarță la o adâncime coroborată cu punctele extreme de unde sau până unde se manifestă acțiunea agenților și proceselor ce generează acea formă de relief. În cazul celor a căror geneză este dictată de mișcările tectonice adâncimile sunt mari ajungând uneori până la baza scoarței. Opus acesteia sunt microformele impuse de procesele agenților externi a căror acțiune se propagă pe adâncimi reduse în acest fel ea constituind o suprafață limită de manifestare a lor. Poziția celor două suprafețe (exterioară și interioară) nu este fixă ele suferind modificări în timp. Depărtarea dintre acestea variază în funcție de dinamica celei exterioare (ex. pe un versant favorabil producerii de alunecări distanța între suprafața exterioară și stratul de argilă ce poate asigura desfășurarea procesului este de 4 m. După producerea alunecării și ulterior prin reluarea deplasării această mărime va fi extrem de diferită de la un sector la altul.

*Relieful constituie un sistem deschis* întrucât permanent între el și sistemele cu care intră în contact (apă, aer, viețuitoare etc.) se înregistrează schimburi de materie și energie la scară redusă variabilă. Râurile iau produsele dezagregate, alterate dar capătă o anumită forță de eroziune în funcție și de mărimea pantelor reliefului pe care se dezvoltă. Plantele își extrag elementele necesare viețuirii din sol, depozit, din fisurile rocilor. Omul prin cariere, mine (secționare în munți) preia combustibili și minereuri. De asemenea valorifică turistic anumite forme de relief: glaciari, carstici (peșterile) etc. Prin cumularea acestor acțiuni ale agenților ce aparțin altor geosfere se ajunge la transferuri continue de materie ce aparține reliefului concomitent cu realizarea de creșteri sau descreșteri ale valorii energiei consumate (râurile în sectoarele cu pantă mare dispun de energie pe care o folosesc în procesul de eroziune pe când în cele cu pantă redusă o pierd treptat ceea ce conduce la stimularea acumulării materialelor transportate). Prin vulcanism lava, cenușa, gazele aflate în adâncurile scoarței sunt aduse la suprafață unde prin acumulare creează forme de relief noi (vulcani și platouri vulcanice). Manifestarea diferențială a energiilor tectonice din scoarță poate produce ridicări sau coborâri lente ale unor compartimente ale scoarței dând naștere la masive muntoase sau depresiuni etc. Erodarea de către agenții externi a căror lanțuri de munți în sute de milioane de ani duce la micșorarea regională a presiunii pe care o exercită blocul continental asupra mantalei Pământului. Acumulările de sedimente de sute și mii de metri grosime în bazinele marine sau lacustre accentuează presiunea asupra scoarței de dedesubt ceea ce conduce la lăsarea ei (subsidență).

*Relieful este un sistem unitar* caracteristică exprimată în suita de transformări pe care componentele sale le suferă permanent indiferent de mărime. Spre exemplu, mișcările tectonice ridică o regiune cu mai multe sute de metri înălțime situație care este însoțită de modificări ale mărimii pantelor, de creșterea puterii de eroziune a râurilor, de evacuarea de către acestea a unei cantități însemnate de materiale, de umplere cu sedimente a unor depresiuni, de crearea deltelor etc. Deci, un lanț întreg de procese însoțit la scară regională de transformări ale reliefului inițial. De asemenea, construirea unui baraj pe-o vale conduce la formarea unui lac în spatele acestuia, la dispariția proceselor fluviatile în sectorul de albie în care există lacul, la dezvoltarea

proceselor de sedimentare a materialelor provenite de pe versanți, la individualizarea unor conuri și delte lacustre la coada lacului etc.

*Relieful este un sistem dinamic*, caracteristică determinată de raporturile cu învelișurile limitrofe în care se află locurile de concentrare a surselor energetice principale care mai întâi impun diferite modalități de manifestare a agenților interni și externi. Astfel mișcarea materiei topite în astenosferă, în rifturi și în zonele de subducție conduce la deplasarea plăcilor, mezoplăcilor și microplăcilor tectonice și prin aceasta generează forme de relief precum blocurile continentale, lanțurile de munți, bazinele oceanice etc. În aceeași măsură erupțiile lavelor din pungile magmatice aflate în scoarță formează platouri vulcanice și vulcani. Pe aceste forme cu dimensiuni mari, agenții exogeni (apele curgătoare, vântul, ghețarii, omul etc.) prin procese de eroziune, transport, acumulare determină modificarea continuă a suprafeței exterioare a lor producând atenuarea neregularităților (erodarea înălțimilor și umplerea depresiunilor), dar mai ales crearea unei mulțimi de forme cu dimensiuni variabile. Al doilea aspect dinamic rezultă din faptul că orice formă creată, indiferent de mărime, suferă în timp modificări cantitative și calitative care conduc la transformarea ei. Astfel un lanț de munți, în sute de milioane de ani, poate fi transformat într-un podiș (Podișul Casimcea) sau câmpie de eroziune (peneplenă); treptele unei alunecări pot fi nivelate în condiții naturale în mai mulți zeci de ani, iar prin intervenția omului în câteva zile; o ravenă evoluează într-un torent și acesta într-o vale cu regim de scurgere permanentă în mai mulți zeci de ani etc.; o câmpie piemontană la marginea unor munți poate fi înălțată prin ridicarea acestora și transformată într-un podiș (Podișul Getic), iar prin fragmentarea acestuia în sute de mii de ani se ajunge la o câmpie de eroziune; forma generală a unui versant drept se modifică în timp datorită acțiunii proceselor care se produc pe acesta (eroziuni, deplasări în masă la partea superioară și acumulări la bază) devenind concavă, concav-convexă, complexă etc.

Orice situație surprinsă în evoluția unei forme de relief reflectă anumite raporturi dinamice care se stabilesc între agenții și procesele care le sunt specifice. Astfel de cazuri pot fi urmărite la scară mare în raportul dintre acțiunea agenților interni și externi. Astfel ridicarea neotectonică a unei regiuni determină modificarea pantelor generale, stimularea eroziunii și fragmentării realizată de către râuri dar și acumulări bogate de materiale în regiunile joase aflate într-un proces general de lăsare. Oprirea ridicării va facilita tendința de echilibru dinamic în sensul că pantele generale ale râurilor se vor micșora, eroziunea pe verticală va fi tot mai scăzută cedând locul eroziunii laterale, văile se vor lărgi în condițiile în care și procesele ce au loc pe versanți vor determina micșorarea înclinării acestora. O nouă fază de înălțare neotectonică a regiunii va întrerupe sensul general al acestei evoluții impunând reluarea fragmentării prin adâncirea râurilor ș.a.m.d.

Modificările globale de natură climatică provoacă schimburi radicale în rolul pe care îl ocupă în modelarea unei regiuni agenții externi și procesele lor. În Carpați în prima parte a pleistocenului în condițiile unui climat temperat a precumpănit modelarea fluviatilă, pentru ca în pleistocenul superior odată cu modificarea generală a climatului care a devenit rece favorabil instalării ghețarilor evoluția regiunii înalte să fie dominată de acțiunea acestora în timp ce la baza munților precumpăneau procesele periglaciare.

Deci, datorită caracterului dinamic orice formă de relief reflectă prin trăsăturile sale un anumit moment (fază) de evoluție, iar prin coroborarea unei mulțimi de situații se poate realiza întreg șirul de transformări de la stadiul incipient până la cel al

dispariției. Acest lucru are un rol esențial în stabilirea etapelor de evoluție prin care trece un relief și în precizarea pe baza formelor identificate a stadiului în care se află.

*Relieful este un sistem complex ierarhizat*, caracteristică determinată de poziția acestui înveliș față de locul și direcțiile de acțiune ale agenților care creează multitudinea de forme ce au dimensiuni și evoluții variate.

Cea mai mare formă de relief este Globul terestru rezultat al concentrării în miliarde de ani a materiei cosmice. Urmează continentele și bazinele oceanice, lanțurile de munți, dealurile, treptele din oceane și mări generate dominant de forțele tectonice în zeci și sute de milioane de ani. Acestea sunt formele cele mai extinse, dar și cu evoluția cea mai complexă și mai lungă în timp. Pe uscat se adaugă o mulțime de alte forme de relief care au rezultat îndeosebi prin acțiunea agenților externi (*fluviatile* – vale, terase, lunci, alpii, grinduri, popine, maluri, conuri aluviale, ostroave etc.; *eoliene* – câmpuri de nisip, dune, hamade, blocuri etc.; *glaciare* – circuri, văi, umeri, praguri, striuri, morene frontale, laterale, de fund etc.; *antropice* – diguri, halde, cariere, canale, movile etc.; *periglaciare* – poligoane de pietre, grohotișuri, hidrolacoliți, pingo etc.; *meteorizare* – blocuri dezagregate, scoarțe de alterare etc.), a gravitației (alunecări de teren, curgeri, forme de sufoziune, tasare etc.). Ele au dimensiuni variabile și se înscriu pe mai multe trepte ierarhice. De exemplu într-un lanț muntos există *munți* care sunt fragmentați de *văi* care sunt alcătuite din *versanți*, *terase*, *luncă*, *albie minoră*, pe versanți au rezultat *alunecări de teren* care au valuri, trepte, microdepresiuni etc. Așezarea tuturor formelor de relief într-o schemă impune necesitatea stabilirii unor criterii de ierarhizare. Cele mai importante sunt – factorii genetici (agenți – procese – stadiul de evoluție), fizionomia și dimensiunile, vârsta etc. Gruparea pe orice treaptă implică identificarea tipurilor de forme de relief (fluviatil, glaciare, eolian etc.) și nu diversele forme întâlnite pe Pământ, acestea din urmă putând fi folosite pentru exemplificări (ergurile din Sahara, ghețarul Aletsh etc.).

### **3. Diviziunile Geomorfologiei și principalele direcții în studiul reliefului.**

Dezvoltarea acestei științe în secolul XX a condus la diferențierea treptată a mai multor ramuri și subramuri (fig. 4) care pot fi grupate după câteva criterii:

***Mărimea formelor de relief*** analizate:

- *Geomorfologie planetară* (Pământul ca întreg, celelalte planete ca forme majore)

- *Geomorfologie regională* (porțiuni mai mari sau mai mici ale reliefului cu un anumit specific; la scară globală se urmăresc marile unități de relief terestru), (Geomorfologia bazinelor oceanice, Geomorfologia continentelor etc.) iar la scară locală, zonală cunoașterea formelor de relief rezultate în funcție de gruparea agenților și proceselor în funcție de condițiile de mediu, îndeosebi climatice; ex. *Geomorfologia regiunilor deșertice, glaciare, periglaciare, subtropicale* etc.)

***Modul de analiză a reliefului***

- *Geomorfografia* (descrierea geomorfologică; fizionomia principalelor componente: sisteme morfohidrografice).

- *Geomorfometria* (analiza cantitativă a reliefului; date hipsometrice, grad de fragmentare, energie de relief, pante, studiul segmentelor de văi și interfluvii etc.).

- *Geomorfologia genetică* (cunoașterea agenților și proceselor morfogenetice precum și a formelor de relief rezultate). Aceasta cuprinde:

*Geomorfologie tectono-structurală* (studiază relieful creat de factorii interni, îndeosebi mișcările tectonice; include analiza macroformelor Geomorfologia regiunilor de platforma; Geomorfologia regiunilor de orogen; dar la scară regională se urmăresc în detaliu raporturile dintre structura și alcătuirea geologică acțiunea diferențiată a agenților externi pe acestea și relieful specific creat).

- *Geomorfologie sculpturală (erozivo-acumulativă)*; studiază relieful creat dominant de către agenții externi); în cadrul ei separându-se *geomorfologia fluvială* adică a formelor de relief create de apele curgătoare (numită de W.M. Davis *Geomorfologia normală* întrucât apa curgătoare este prezentă și constituie un factor activ în orice regiune geografică, *Geomorfologie glaciară*, *Geomorfologie periglaciară*, *Geomorfologia dinamică* etc.

- *Geomorfologia teoretică* (generală) – studierea complexă a tipurilor de relief, a conceptelor, legilor, principiilor etc.

- *Paleogeomorfologia* - reconstituirea genezei și evoluției reliefului dintr-o anumită regiune.

- *Geomorfologia ambientală* care implică rezultatele relațiilor dintre activitățile antropice și procesele morfologice impuse de diverși agenți naturali atât în spații restrânse și pe durată limitată cât și la nivelul continental, planetar și în timp îndelungat. Deci relieful, agenții și procesele reliefogene în spațiile antropice sau diferite grade de antropizare

***Direcțiile în studiul reliefului.*** Au impus câte un domeniu distinct al Geomorfologiei.

- *Analiza morfografică* - descrierea fizionomiei principalelor forme de relief (interfluvii, văi, versanți etc), indiferent de geneza și evoluția lor (se întocmesc profile și harta morfografică, etc.)

- *Analiza morfometrică* - interpretarea valorilor rezultate din măsurători și calcule efectuate direct pe hărțile topografice (înălțimi, distanțe) sau pe diferite hărți întocmite pe baze topografice la scări deosebite; acestea au referire strictă la anumiți indicatori morfometrici (pante, fragmentarea orizontală, energia de relief, ierarhizarea sistemelor de văi și de interfluvii, expoziția versanților etc.; pentru fiecare se realizează hărți și diagrame).

- *Analiza morfogenetică sau morfosculturală* - cunoașterea genezei și evoluției treptelor de relief sunt reprezentate pe hărți geomorfologice generale; suprafețe de nivelare, nivele de eroziune, piemonturi, terase, lunci etc.)

- *Analiza morfodinamică* - se stabilește mai întâi potențialul suprafețelor ce compun relieful pentru anumite tipuri de procese de modelare (potențial morfodinamic, risc morfodinamic), apoi agenții și procesele care le afectează, consecințele asupra utilizării terenurilor și perspectiva evoluției lor (morfodinamica actuală); se realizează harta proceselor actuale, schițe de hartă și profile pentru forme reprezentative.

- *Analiza morfocronologică* - stabilirea etapelor, fazelor prin care a trecut evoluția reliefului unei regiuni precum și a vârstei acestora; se întocmesc diagrame geocronologice;

- *Analiza morfostructurală* - raportul dintre caracteristicile structurii geologice în funcție de care se produce modul de acțiune al agenților externi și formele de relief rezultate (ex. custe, horsturi, grabene, etc.); se realizează hărți, profile.

- *Analiza morfolitologică* - raportul dintre caracteristicile fizice și chimice ale rocilor ce intră în alcătuirea unei regiuni și modul de acțiune al agenților externi în funcție de care au rezultat forme de relief specifice (peșteri, chei, croturi etc.); se întocmesc harta morfolitologică, schițe de hartă, profile.

- *Regionarea* – separarea în cadrul unui teritoriu a unor unități de relief în care există o anumită omogenitate sub raportul formelor, sistemului de relații evolutive, dinamice, funcționale și care reflectă peisaje specifice; se întocmește harta regionării geomorfologice.

**Verificări:**

- Care sunt subunitățile principale ale Geomorfologiei?
- Interpretați hărțile morfometrice întocmite prin diferite metode la lucrările practice.
  - Se consultă în dicționarul fizico-geografic termenii: hartă, profil, diagrame, pantă, adâncimea fragmentării, densitatea fragmentării și alte noțiuni indicate la studiul reliefului.

**4. Legăturile Geomorfologiei cu alte științe și locul ei în cadrul Geografiei.**

*Relieful* - obiectul de studiu al acestei științe, prin poziția în cadrul sistemului geosferelor terestre de suport pentru Hidrosferă, Atmosferă, Bio-pedosferă, Sociosferă dar și de limită superioară a celor care alcătuiesc corpul solid al Terrei concentrează o multitudine de legături cu acestea ce au însemnătate generală, regională, locală. Unele implică raporturi directe între relief și elemente ale celorlalte componente dar există și relații între elementele de la exteriorul și din interiorul Pământului care se realizează prin intermediul reliefului. În toate aceste medii își află obiectul de studii numeroase științe ale naturii și ca urmare o parte din sfera relațiilor se transpune la nivelul lor. Se adaugă legături cu domenii abstracte în special din noosferă (fig. 4).

*Baza teoretică* în alcătuirea căreia intră legi de bază ale evoluției naturii, societății dar și legi specifice Geografiei și Geomorfologiei la care se adaugă diverse categorii și principii necesare operării, înțelegerii sistemului de relații este realizată prin legăturile cu *Filosofia și Sociologia*; de la acestea preia elemente fundamentale, iar ea oferă pe de o parte câmpul aplicării lor dar și noi informații date, concepte proprii.

Cele mai însemnate legături le realizează cu *științele de contact*.

De la *Geologie* preia informații referitoare la *alcătuirea petrografică și structurală* a scoarței care intră în componența oricărei forme de relief, date privind *mișcările tectonice, vulcanismul, seismicitatea, evoluția vieții* în funcție de care se pot stabili coordonatele modificărilor climatice, diverse *noțiuni și hărți specifice* privind structura și tectonica Pământului sau scara stratigrafică, rezultatele aplicării unor metode (analizele stratigrafico-paleontologică și sporopolinică) a căror interpretare este necesară pentru evoluții paleogeomorfologice etc. La rândul ei Geomorfologia dă Geologiei - un bogat fond de informații referitoare la reflectarea influenței elementelor de natură geologică în configurația și dinamica formelor de relief; metode și forme de reprezentare (blocdiagrama, schița panoramică, profilul geomorfologic, hărți specifice), evoluția paleogeomorfologică etc. Acestea au fost motivele care au facilitat dezvoltarea Geomorfologiei în unele țări (S.U.A) pe lângă Geologie, la începuturile sale ea fiind considerată ca o metodă a acestei științe.

Legăturile cu *Hidrologia* sunt impuse de faptul că marea majoritate a formelor de relief create de agenții externi sunt rezultatul acțiunii apei sub diferite modalități de acțiune- ape curgătoare, apa mării în fâșiile litorale, circulația apei subterane, ghețarii, zăpada etc. Geomorfologiei îi sunt necesare date privind modurile în care se realizează scurgerea apei, deplasarea ghețarilor, valurilor, curenților etc. și legat de acestea mecanismelor acțiunii lor asupra suprafețelor și rocilor cu care sunt în contact. În schimb ea oferă Hidrologiei tot ansamblul de informații consemnat în forme de relief aflate în stadii diferite de evoluție care reflectă specificul acțiunii apei în concordanță cu condițiile în care s-a manifestat ca agent modelator.

Relații strânse are cu *Climatologia și Meteorologia*. Acțiunea agenților externi este diferită pe zone și etaje climatice, întrucât dinamica și locul lor în mecanismele modelării sunt condiționate de regimul precipitațiilor, de variațiile de temperatură și umiditate, de frecvența și viteza vânturilor, de mărimea radiației solare înregistrate etc. Studiul reliefului dă climatologiei baza explicării diferențierilor regionale, topo și microclimatice, a dezvoltării sistemelor de circulație a maselor de aer în raport cu ariile regionale sau locale de maximă și minimă presiune și de barierele create de lanțurile de munți.

De asemenea, caracteristicile reliefului influențează în mare măsură distribuția regională și pe verticală a *asociațiilor vegetale* iar înțelegerea rolului *viețuitoarelor* în sistemele mediului geografic prezintă însemnătate pentru urmărirea locului pe care procesele biotice îl au în geneza și evoluția unor forme de relief. Un loc distinct îl au diferențele în tipul de procese morfologice și în intensitatea manifestării lor care se produc pe suprafețele reliefului cu caracteristici apropiate dar care au haină vegetală deosebită (evidente sunt între cele cu pădure în raport cu acelea lipsite de pătura vegetală protectoare).

Legături are Geomorfologia cu *Pedologia*, solul reprezentând pătura tampon care se formează pe suprafețele ce alcătuiesc formele de relief la contactul cu vegetația și aerul. Caracteristicile acestuia sunt și în funcție de pantă, fragmentare, altitudine și expunerea suprafețelor care îl compun. La rândul lor solurile prin alcătuire, grosime și proprietăți condiționează intensitatea unor procese geomorfologice (pluviodenudarea, șiroirea, alunecările superficiale etc.). Mai mult, studiul paleosolurilor (îndeosebi cele din pleistocenul superior-holocen) ce alternează cu loessuri și depozite loessoide permite descifrarea sistemului alternanțelor condițiilor de climă și haină vegetală în care s-a produs modelarea reliefului în anumite intervale de timp.

Un loc distinct îl are pentru morfodinamica actuală stabilirea reală a raporturilor reliefului cu *activitățile antropice*. Dezvoltarea așezărilor și un mod optim de folosință a terenurilor trebuie să țină cont de caracteristicile reliefului (altitudine, fragmentare, pante, expunerea versanților etc.) după cum antropizarea forțată a anumitor spații poate conduce la ruperea echilibrului natural și la declanșarea unor procese distrugătoare (eroziuni, prăbușiri, alunecări, torenți etc.). Omul prin acțiunile sale poate conștient crea sau înlătura forme de relief (diguri, canale, astuparea unor microdepresiuni, diminuarea pantelor, crearea de terasete pe versanți etc.) dar indirect poate stimula procese geomorfologice și conduce la stări de dezechilibru; de aici necesitatea înțelegerii acestor raporturi și a acțiunii astfel încât dezvoltarea societății să nu impiezeze mediul în care trăim inclusiv relieful lui pe care acesta se află.

Cunoașterea mecanismelor proceselor geomorfologice reclamă relații de natură *chimică și fizică*; între acestea sunt alterarea chimică, dezagregarea, gelivația, crioturbația etc.

Înțelegerea realizării planetei Pământ, a formei generale a acestuia, a locului ei în familia sistemului solar, dar și a explicării unor forme de relief aparte (craterile meteoritice) sau a proceselor rezultate în urma producerii fluxului și refluxului, a interpretării cauzelor glaciațiunilor etc., implică cunoștințe oferite de *Astronomie*.

Reprezentările grafice ale rezultatelor analizelor morfometrice ca și realizarea unor programe pe calculator cer *relații matematice*.

Deci, **dezvoltarea Geomorfologiei** s-a realizat concomitent cu identificarea și lărgirea relațiilor cu multe științe limitrofe sau destul de depărtate. Toate acestea au condus în timp la **trei tendințe** legate de poziția ei în ansamblul științelor.



➤ Prima, prezentă în școala geomorfologică americană, o include ca *subramură a Geologiei*. Se au în vedere apariția și dezvoltarea ei pe lângă această știință și volumul important de date geologice care sunt folosite în studiul reliefului.

➤ Cea de a doua aparține școlilor geografice europene (îndeosebi în Germania, Rusia și Franța) unde Geomorfologia este considerată o *știință geografică, relieful fiind un component al mediului geografic, baza (suportul) celorlalte cu care se află în strânsă interdependență*. (fig. 5).

➤ Prin poziția între Geologie și Geografie, ea asigurând legătura dintre ele, s-a născut și ideea ca ar reprezenta o *știință de tranziție*, ce a evoluat la început bazându-se pe amândouă dar care a cunoscut o dezvoltare deosebită *fiind în prezent independentă*. Aceste concepții se regăsesc în programele de pregătire ale marilor universități, în structura secțiilor de cercetări științifice ale Institutelor geografice sau geologice și în secțiunile Congreselor de Geografie, Geologie dar în ultimele decenii și ale Asociației internaționale de Geomorfologie. Aceasta din urmă include geomorfologi care provin din ambele direcții.

#### **Verificări:**

- În ce constau legăturile Geomorfologiei cu științele geografice?
- Care sunt principalele elemente care sunt preluate de Geomorfologie de la științele geologice?
- De ce geomorfologia este o știință geografică?
- Consultați și însușiți din Dicționarul fizico-geografic noțiunile – noosferă, activități antropice, legi.

### **5. Etapele necesare studierii reliefului unei regiuni.**

Relieful unei regiuni, indiferent de mărimea acesteia, prin alcătuire, structură, geneză, evoluție și dinamică reprezintă un sistem complex a cărui cunoaștere necesită investigații amănunțite care se desfășoară într-o anumită succesiune. În acest proces de cunoaștere se pot separa în funcție de modalitățile în care acestea se realizează trei etape distincte.

➤ **Etapa studiului preliminar.** Implică două categorii de acțiuni. Mai întâi extragerea întregului volum de informații referitoare la relieful regiunii din lucrările bibliografice dar și a valorilor unor parametri necesari interpretărilor morfodinamice (ex. anumite date privind temperatura, precipitațiile, regimul eolian, regimul scurgerii râurilor, activitățile antropice etc.). În al doilea rând se includ acțiuni de cunoaștere a caracteristicilor generale ale reliefului care pot fi stabilite pe baza analizei hărților topografice dar și a numeroase hărți morfometrice (Harta pantelor, Harta adâncimii fragmentării, Harta energiei de relief, Harta hipsometrică, Hărți ale ierarhizării rețelei de văi și de interfluvii, Harta altitudinilor medii etc.), morfografice, a diferitelor profile geomorfologice, a hărților geologice la scară cât mai mare și a unor reprezentări sub formă de blocdiagrame etc.

➤ **Etapa studiului pe teren.** Concentrează operații care se desfășoară:

- staționar cu înregistrări permanente pe durată lungă în puncte caracteristice;
- itinerant adică deplasări pe trasee care străbat regiunea pe direcții diferite ceea ce favorizează realizarea de observații multiple, măsurători, cartări, recoltarea de probe întocmirea de schițe de hartă, profile etc. în mai multe locuri (ex. – observarea și măsurarea evoluției râpei, valurilor și treptelor unei alunecări de teren); atenția se concentrează pe depistarea și prezentarea treptelor de relief (suprafețe și nivele de eroziune, terase, albia majoră), pe aprecierea, cartarea și stabilirea importanței

proceselor actuale în evoluția versanților și a albiilor râurilor, în evidențierea rolului pe care îl au rocile și structura geologică în impunerea anumitor forme de relief etc.

➤ **Etapa finalizării studiului.** Se bazează pe analiza și interpretarea volumului de date obținute în cele două etape; se întocmesc materiale cartografice de sinteză (hărți geomorfologice generale sau care includ anumite elemente ale reliefului, schițe de hartă la scări mari, profile, diagrame pentru probele luate de pe teren și care au fost analizate în laborator etc.).

Etapa se încheie în momentul în care s-a realizat studiul (lucrarea) asupra reliefului regiunii. Ea este întocmită urmărind un *plan* care în general cuprinde mai multe secțiuni.

- Poziția geografică și limitele regiunii analizate
- Cunoașterea reliefului în literatura de specialitate
- Caracteristici geologice generale (elemente de natură petrografică, structurală, tectonică etc.).
- Analiza morfografică și morfometrică
- Treptele de relief (desfășurare, caracteristici, geneză, evoluție, vârsta)
- Forme de relief petrografic, structural sau de altă natură
- Procesele de modelare actuale (potențialul terenului pentru o anumită dinamică; procesele de versant și de albie; consecințe)
- Evoluția generală a reliefului
- Regionare.

Lucrarea este ilustrată prin hărți (la fiecare problemă), profile, diagrame, blocdiagrame, schițe panoramice, fotografii.

## 6. Principii și metode folosite în Geomorfologie:

**6.1. Principiile** sunt teze, idei de bază care reflectă condiționări între elementele unui sistem, realități în natură, societate; stau la baza teoriilor, legilor și aparțin de regulă filosofiei. Dintre numeroasele principii câteva au o însemnătate distinctă în procesul înțelegerii realităților geomorfologice. Între acestea sunt:

- *principiul cauzalității* în sensul că nimic nu poate avea loc fără o cauză. Ca principiu a fost elaborat de Leibnitz (sec. XVII) și aprofundat pentru domeniul natural de Al.von Humboldt. Aplicarea acestuia în Geomorfologie ar însemna că orice formă de relief sau mecanism geomorfologic nu poate fi înțeles dacă nu-i sunt cunoscute cauzale care le-au determinat. Spre exemplu – o alunecare de teren nu poate fi pricepută dacă nu se cunosc cauzele potențiale (pantă mare, strat de argilă deasupra căreia se află strate permeabile, lipsa unei vegetații bogate cu rol stabilizator pentru versant etc.) și cauzele declanșatoare (precipitații importante, cutremure, secționarea versantului pe cale antropică sau prin adâncirea unor pâraie etc.).

- *principiul comparației* susținut de Al.von Humboldt vizează cunoașterea realității prin confruntarea elementelor din aceeași familie. Pentru relief comparația are un rol esențial pe de o parte pentru că duce la identificarea elementelor comune pentru procesele și formele dintr-o grupare, situație care favorizează generalizările, iar pe de altă parte permite separarea celor particulare ce personalizează o formă sau un proces. Cercetarea unei mulțimi de alunecări de teren permite prin comparație mai întâi precizarea cauzelor care produc separarea principalelor componente și a direcțiilor de evoluție, iar apoi a caracteristicilor fiecăruia (forma pe ansamblu, dimensiuni, dinamică specifică, consecințe etc.).

- *principiul evoluționist* – căruia i s-a acordat o însemnătate deosebită în sec. XVI – XX fiind exprimat sub diferite forme (nimic nu se pierde, totul se transformă; natura este în continuă transformare, dezvoltare iar prezentul nu poate fi separat de trecut; materia trece dintr-o formă în alta etc.). Pentru

Geomorfologie acest postulat relevă – pe de-o parte faptul că orice formă de relief își are un început, o desfășurare în timp și în spațiu și un final, iar pe de altă parte că în orice fază a evoluției aceasta se va caracteriza prin anumite trăsături cantitative și calitative. Cunoscându-se aceste caracteristici ale mecanismului evolutiv pentru orice forme de relief existentă pe suprafața terestră la un moment dat i se va putea stabili nu numai trecutul (originea și fazele evolutive), dar și principalele teorii generale ale evoluției reliefului (W.M.Davis, W.Penck, L.King etc.) dar poate fi urmărit și la scară mai mică precum formarea și evoluția teraselor unui râu (luncă – adâncirea râului și tăierea frunții ce duce la apariția terasei – fragmentarea acesteia și reducerea ei la mai multe petice) etc.

- *principiul cunoașterii unității în pluritate* legitate datorată caracterului deschis al sistemului care permite un schimb permanent de materie și energie între acesta și cel puțin sistemele limitrofe. Relieful prin poziția sa la contactul cu alte învelișuri fizice (apă, aer, sol, astenosferă etc.) are un sistem complex de relații pe care și le-a dezvoltat în timp. De aceea orice componentă a sa (formă de relief de rang deosebit) încorporează un quantum de relații din structura mediului natural. Aceasta face ca starea ei de unitate să nu fie privită ca „ceva” izolat ci ca parte a unui ansamblu de sisteme ale mediului. O dolină pe un platou calcaros reprezintă o unitate, dar ea se înscrie în mulțimea (pluralitatea) formelor carstice de suprafață generate de mecanismul proceselor de carstificare. Un petic de terasă dintr-un sector de vale constituie o unitate (sistem) morfologică locală, dar ea face parte din pluritatea formelor create de râu în acel loc (albie, luncă, alte terase, versant), dar se înscrie alături de alte fragmente de terasă din amonte sau aval într-o anumită fază de evoluție a văii.

- *principiul acumulărilor cantitative minime și treptate care conduc la schimbări calitative majore* este strâns legat de cel al evoluției fiind condiționat de faptul că în natură nimic nu este izolat și întâmplător, că trecerea de la o stare la alta a materiei se face în baza relațiilor de schimb energetic și material care se produc gradual în conformitate cu acțiunea legilor naturii. Bazinul Oceanului Atlantic s-a realizat în cca 300 milioane de ani prin apariția mai întâi a diverselor sectoare de rift care s-au unit creând o uriașă despicătură în scoarță; circulația materiei topite prin rift a condus treptat la dezvoltarea dorsalei muntoase, la depărtarea și creșterea plăcilor americană, europeană și africană și la extinderea depresiunii oceanice. O alunecare ce cuprinde în întregime un versant și-a avut începuturile într-o lungă perioadă de slăbire a stabilității materialelor de pe stratul de argilă care însoțită de apariția de crăpături; din unirea acestora pot rezulta mai multe râpe în fața cărora se dispun valuri și trepte de alunecare. Au urmat numeroase faze în timpul cărora deplasarea înceta (intervale secetoase) sau era reluată (la ploile bogate sau topirea zăpezii) cu viteze mai mici sau mai mari în funcție de gradul de instabilitate asigurat de valoarea pantei și de umectarea depozitelor și rocilor. Ca urmare, în timp pe de o parte râpele cresc în dimensiuni, se retrag către partea superioară a versantului și se unesc iar pe de altă parte materialele deplasate vor forma un corp de alunecare complex care ajunge la baza versantului.

- *principiul activităților contrare (antagonism)* care se înscriu firesc în șirul evoluției sistemelor naturale în tendința realizării de echilibre parțiale și generale. În morfologie el poate fi urmărit în raporturile dintre agenți sau procesele lor, iar rezultatul va fi materializat în forma rezultată. Mișcările tectonice pozitive înalță o regiune iar agenții externi acționează asupra acesteia în tendința de a coborî. Invers, în cazul în care se produc mișcări negative și rezultă depresiuni tectonice agenții externi o vor umple treptat cu materiale cărate din regiunile limitrofe. Orice agent extern se

manifestă prin procese ce au caracter antagonic. Apa unui râu exercită procese de eroziune acolo unde dispune de energie (pe pantele mai mari) și de acumulare în sectoarele în care cantitatea de materiale transportate depășește energia ce face posibilă scurgerea apei.

- *principiul echilibrului și dezechilibrului* decurge din faptul că materia este în transformare continuă sub impulsul diverselor energii care se manifestă cu intensități deosebite în timp și spațiu. Acest lucru face ca între agenții și procesele care se manifestă să se creeze anumite raporturi în favoarea unuia sau a altuia. Ceea ce este însă comun în toate situațiile este tendința ca prin activități contrarii să se ajungă de la o stare de dezechilibru major la alta de echilibrare a tuturor tendințelor care se exprimă în caracteristici deosebite ale formelor de relief. Între cele două extreme există faze în care starea de dezechilibru slăbește continuu până la atingere. Dar în această evoluție pot interveni schimbări bruște ale raporturilor dintre forțe care conduc la întreruperea firească a evoluției și nașterea unei noi stări de dezechilibru major. Spre exemplu pe un versant despădurit recent, în condițiile unor precipitații abundente se poate înregistra o rupere a stării de echilibru, rezultând alunecări de teren care marchează un dezechilibru în raport cu starea anterioară. În evoluția alunecării vor exista faze active însoțite de extinderea râpei și a corpului de materiale deplasate care vor alterna cu faze de slăbire a procesului când apa din corpul acesteia este relativ puțină nemaiasigurând mișcarea (echilibrări parțiale). Căderea unor precipitații bogate poate conduce la relansarea procesului însoțit de extinderea râpei, a masei deplasate și schimbarea fizionomiei alunecării.

- *principiul selecției* este specific activității de cercetare dar și în dezvoltarea teoriei geomorfologice. Studiile regionale conduc prin comparație la stabilirea elementelor comune pentru o mulțime de forme de relief impuse de procesele de eroziune (circuri, văi, praguri etc.) și de acumulare (morene) care prezintă trăsături specifice în funcție de stadiul de evoluție. Toate acestea s-au precizat pe baza analizelor a numeroase situații din munții unde sunt sau au fost ghețari.

- *principiul particularului în raport cu generalul* este în strânsă dependență de cel anterior în sensul că analizele regionale, prin comparație și selecție permit deosebirea a două categorii de elemente. Unele, care sunt specifice locului, includ mai ales caracteristicile de ordin cantitativ (suprafețe, lungimi, lățimi, adâncimi, număr de componente etc.) dar și unele particularități de genă (în cazul alunecărilor manifestarea frecventă a seismelor naturale sau provocate prin explozii, anumite intervenții ale omului ce conduc la secționarea locală a versanților însoțită de ruperea echilibrului) și evoluției. Prin aceasta ele se constituie în mulțimea situațiilor singulare care definesc *particularul* dintr-un ansamblu. Cea de a doua categorie implică elemente de esență, comune mulțimii rezultatelor manifestării unui agent sau proces, ele având mai ales caracter genético-evolutiv. Astfel, pe baza analizei alunecărilor de teren din multe regiuni, prin eliminarea elementelor particulare s-au păstrat cele care au caracter *general* cum ar fi condițiile genetice (panta, stratul argilos, precipitații bogate etc.). Astfel datele generale conduc la stabilirea unor relații de ansamblu (ex. între condiții genetice și formele rezultate), a unor mecanisme comune tuturor situațiilor, la conturarea de legi.

- *principiul actualismului (uniformitarismului)* exprimat în ideea că ceea ce este prezent poate fi aplicat în trecut, dar și în viitor dacă condițiile genetice și ansamblul legăturilor sunt apropiate. Valurile au produs totdeauna retragerea prin eroziunea țărmurilor înalte și dezvoltarea unor platforme de abraziune în fața acestora. Ca urmare a situațiilor existente se poate concluziona că existența în unele locuri a unor platforme de abraziune extinse s-a datorat manifestării îndelungate (în trecut) a acestui

proces după cum nașterea unui țărâm înalt (prin vulcanism sau tectonică) lipsit de platformă poate conduce la ideea conturării acesteia în timp.

Folosirea primului termen este mult mai reală decât a celei de al doilea care conduce spre simplificare și inevitabil. Situațiile se apropie de caracterul similar cu cât în apropiere gradul de generalizare crește. Regional (local) însă el nu poate fi aplicat decât orientativ întrucât aici intervin o diversitate de aspecte (condiții, legături, durata în care acestea se mențin într-o anumită direcție etc.) care pot conduce la rezultate diferite (pe versanții unui masiv granitic modelarea se face în principal prin dezagregare cu dezvoltarea de abrupturi și poale de grohotiș în condițiile unui climat în care îngheț-dezghetul este activ și altfel în situațiile cu climat cald și umed unde prin alterări bogate rezultă depozite nisipo-argiloase bogate și vârfuri rotunjite) sau apropiate (în aceleași condiții de alcătuire petrografică și de climat diferențele de pantă și de mod de utilizare a terenurilor conduc la situații deosebite ceea ce diversifică intensitatea și frecvența unor procese și conduce la rezultate variate, spre exemplu alunecări masive în trepte și valuri care cuprinde versantul sau un bazin torențial în întregime pe pante mari și alunecări superficiale pe pante reduse).

**6.2. Metode folosite în studierea reliefului.** Complexitatea investigațiilor necesare cunoașterii reliefului unei regiuni solicită folosirea diferențiată în funcție de situații și de etapa cercetării a unui număr mare de metode. Prin specificul lor ele se pot grupa în trei categorii.

➤ **Metode generale aplicate în toate științele.** Sunt mai multe, dar importante sunt următoarele:

- *metoda analizei* implică separarea întregului în părți și cunoașterea în amănunt a fiecăruia (alcătuire, legături existente între acestea dar și cu elemente din afara reliefului care au însemnate pentru dinamica și evoluția lui). Prin aceasta se stabilesc - locul și importanța lor în sistem, caracteristicile și relațiile principale și secundare, generalizări care conduc la predicții. Ea este folosită în toate etapele studierii unei regiuni dar în fiecare implică anumite laturi;

- *metoda sintezei* - este utilizată îndeosebi în etapa finală a studierii reliefului regiunii, atunci când există un volum informațional bogat rezultat din cercetări pe teren, bibliografie și din interpretarea materialelor cartografice. Datele principale, cu caracter general, împing spre înțelegerea mecanismului genético-evolutiv reflectat în fizionomia de ansamblu a reliefului, permit verificarea modului în care acționează legile generale și specifice reliefului, conduc la stabilirea de modele caracteristice facilitând ierarhizarea, tipizări, regionali;

- *metoda observației* are o deosebită însemnătate în cercetarea pe teren, pe baza ei rezultând informațiile concrete, de detaliu dar și urmărirea unor elemente, procese pe ansamblul regiunii. Se realizează *staționar* (urmărirea dintr-un loc a desfășurării unui proces, a unor forme de relief în evoluție în timp îndelungat; ex. alunecările de teren, limba unui ghețar, un ansamblu de dune etc.) fie *itinerant* în mai multe puncte stabilite în lungul unui traseu unde se insistă atât pe înregistrarea tuturor elementelor specifice locului cât și pe corelarea lor pe întreg spațiul străbătut. Observația ajută la separarea elementelor principale (cu caracter general) de cele secundare (particulare); se fac aprecieri cantitative (rezultate îndeosebi prin măsurători) și calitative, ridicarea de probe pentru analize în laborator, întocmirea de profile schematice, schițe de hartă, fotografii etc.;

- *metoda comparativă* - este folosită în toate etapele ea îmbinându-se cu observația. Pe teren metoda se folosește pentru extrapolarea pe spații largi și pentru un număr mare de elemente; servește la separarea particularului de general

sprijinind sinteza (ex. comparând mai multe alunecări se ajunge la distingerea tipului specific modelării versanților unei văi).

➤ **Metode folosite în Geografie și în alte științe apropiate.**

- *metoda analizei hărților topografice.* Se utilizează îndeosebi în prima parte a cercetării reliefului. Accentul se pune pe urmărirea caracteristicilor morfometrice ale reliefului; prin compararea hărților editate în perioade de timp diferite, se stabilesc modificările survenite în configurația reliefului (ex. schimbările poziției albiei Siretului în luncă într-un secol).

- *metoda schițelor de hartă.* Se întocmesc la scări mari pentru forme de relief ce nu pot fi reprezentate pe hărțile topografice datorită dimensiunilor reduse (ex. la albia unui râu pe schiță apar tipurile de maluri, ostroave, renii, praguri, cursuri de apă principale, secundare, părăsite etc. pe când pe o hartă topografică se pot marca eventual doar malurile).

- *metoda diagramelor* - folosită pentru reprezentarea șirului de valori care rezultă din măsurători, calcule pe hărți geomorfologice și din analizele de laborator.

- *metoda stratigrafico-paleotologică* preluată de la geologi.

Ea presupune interpretarea datelor de natură litologică și a vârstelor din coloanele de foraj realizate de geologi. Se îmbină cu *metoda depozitelor corelate* (ex. elementele grosiere rulate presupun un relief înalt, accidentat iar un depozit argilos un relief în care, eroziunea este slabă. Pe baza lor se ajunge la stabilirea specificului modelării reliefului, a agenților și proceselor care au acționat etc.

- *metoda analizei sporo-polinice îmbinată cu cea a actualismului.* Se folosesc rezultatele analizelor sporo-polinice realizate de paleobotaniști care stabilesc tipuri de formațiuni vegetale specifice anumitor perioade, epoci geologice; prin compararea acestora (ca alcătuire, structură) cu repartiția actuală a unor formațiuni similare pe Glob se ajunge la deducerea caracteristicilor condițiilor de mediu în care se realizează modelarea reliefului în acele etape.

- *metoda alternanței de paleosoluri și loessuri* este utilizată pentru aprecierea vârstei și a condițiilor de evoluție a reliefului în Cuaternar. Metoda are la bază principiul că loessurile s-au acumulat în pleistocen în faze cu climat rece (periglaciuar, glaciuar) și frecvent în regiuni vecine cu calotele glaciare), iar solurile fosile cuprinse între orizonturi de loes corespund unor intervale de timp cu climat temperat ce permitea dezvoltarea vegetației și acumularea materiei organice. Ca urmare, în funcție de numărul de loessuri și de paleosoluri identificate pe o formă de relief (pod de terasă, câmpie etc.) se apreciază succesiunea fazelor glaciare și interglaciare care s-a produs și în funcție de aceasta se deduce vârsta formei de relief.

- *metoda statistico-matematică* permite stabilirea șirurilor de valori numerice medii, extreme necesare întocmirii unor reprezentări spațiale (ex. la analiza indicatorilor morfometrici). Este parte comună în unele programe pe calculator.

- *metode de laborator* sunt împrumutate de la alte științe. Între acestea sunt *metoda analizei granulometrice, metoda aprecierii gradului de uzură al materialelor* transportate de diferiți agenți. În laboratoare special amenajate se pot urmări prin *modele desfășurarea unor procese și rezultatul acțiunii lor* (șiroire, alunecări, scurgerea apei în diferite condiții de viteză și debit, procesele de îngheț-dezghet etc.).

➤ **Metode specifice Geomorfologiei.** Ele au fost create în procesul cunoașterii și analizei reliefului, dar în timp prin valoarea și expresivitatea reprezentărilor, unele au început a fi folosite și în alte domenii geografice, geologice etc.

- *metoda morfografică* are la bază interpretarea hărții topografice. Prin ea se reprezintă și analizează diferitele tipuri de interfluvii, văi, versanți în funcție de fizionomia lor.

- *metoda morfometrică* - folosește hărți topografice în realizarea prin măsurători, calcule a unor reprezentări cartografice prin care se obțin aprecieri cantitative asupra reliefului. Între acestea sunt gradul de fragmentare în suprafață și pe verticală, înclinarea suprafețelor ce compun relieful etc. (fig. 1)

- *metoda blocdiagramei* - constă în realizarea unor reprezentări tridimensionale prin care se stabilesc corelații între componentele generale care definesc relieful și acelea de natură geologică (rocă, structură). (fig. 6)

- *metoda schițelor panoramice* prin care se obțin reprezentări schematice, de esență a elementelor caracteristice reliefului; pe unele prin culori și areale sunt indicate și principalele formațiuni geologice și elemente semnificative în peisajul geografic (conturul unor așezări, areale cu anumite asociații vegetale etc.).

- *metoda profilului geomorfologic* facilitează redarea sintetică pe anumite direcții a caracteristicilor reliefului (fizionomie, trepte de relief) și corelarea acestora cu datele de ordin geologic. Varietatea tipurilor de profile ce pot fi realizate impun ca această metodă în prim planul cercetării geomorfologice. (fig. 5)

- *metoda cartării geomorfologice* se bazează pe observații, măsurători, comparații efectuate pe teren. Constă în localizarea pe hărțile topografice a formelor de relief și a proceselor actuale, marcarea lor prin semne (deosebite ca mărime în funcție de scara hărții) și areale. Cartarea este însoțită de descrieri detaliate. Rezultatele aplicării metodei conduc la realizarea de hărți geomorfologice generale sau hărți cu un anumit specific (ex. harta teraselor, harta proceselor de modelare actuale etc.).

- *metoda crochiurilor* este folosită în cercetările de pe teren, având caracter expeditiv; prin ea sunt puse în evidență trăsăturile generale ale reliefului care reflectă aspecte de ordin morfografic sau morfometric, anumite trepte de relief cu semnificație aparte.

- *metoda profilelor schematice* se aplică pentru înregistrarea unor situații de detaliu în anumite sectoare; se folosește pentru evidențierea configurației unor forme de relief, pentru prezentarea deschiderilor în diverse depozite etc.

### **Verificări**

- Ce înțelegeți prin principiu, dar prin metodă?
- Aplicați principiile observației și comparației cauzalității pentru o alunecare de teren, un torent, un sector din albia unui râu.
- Luând ca bază un ghid turistic al unui masiv din Carpați încercați și aplicați metodele de analiză și sinteză.
- Studiați mai multe schițe panoramice și blocdiagrama și stabiliți elementele generale și cele specifice reliefului reprezentat.
- Care sunt diferențele între observația itinerantă și cea staționară, dar între harta geomorfologică și schița de hartă. Folosiți și „Dicționarul fizico – geografic”.

### **7. Tipuri de energie cu importanță pentru relief.**

Orice formă de relief reprezintă rezultatul acțiunii singulare sau în combinație diferită a agenților care acționează din interiorul sau exteriorul Pământului asupra materiei din care este alcătuită scoarța acestuia. Acțiunea se face prin consumul de energie de care dispune la un moment dat și într-un loc agentul. Sursele de energie sunt diverse ele provenind atât din interiorul Pământului cât și din spațiul cosmic însă însemnătatea lor pentru crearea reliefului este diferită.

➤ ***Din interiorul Terrei*** cele mai importante surse energetice sunt:

- *Gravitația* care impune atracția spre centrul planetei și care este responsabil atât pentru structurarea în miliarde de ani a materiei din care este alcătuită aceasta, dar

pentru relief îndeosebi prin impunerea deplasării materiei mai ales pe suprafețele înclinate (curgerea apei râurilor, alunecările de teren, prăbușirea blocurilor etc.)

Totodată ea impune greutatea corpurilor, ca expresie a forței cu care acestea sunt atrase spre centrul Pământului. De asemenea gravitația determină în timp îndelungat ridicarea blocurilor continentale a căror volum, masă și respectiv greutate au fost mult micșorate prin acțiunea agenților externi sau favorizează lăsarea regiunilor unde se produce în timp îndelungat o acumulare enormă de sedimente (arii subsidente).

- *Energie seismică* – se realizează îndeosebi în regiunile fracturate ale scoarței, unde blocurile aflate în contact se deplasează coboară sau se ridică cu viteze diferite, acțiuni care favorizează concentrarea acesteia în anumite areale situate la adâncimi deosebite. Când mărimea ei depășește limita de rezistență atunci se desfășoară brusc transmițându-se sub formă de unde seismice către exteriorul scoarței. Producerea cutremurelor favorizează fracturări noi în scoarță, iar la exteriorul acesteia declanșarea de prăbușiri, alunecări de teren, crearea în timp a unor rupturi de pantă etc. Ca atare rolul acestui tip de energie este însemnat în regiunile labile ale scoarței (ariile de subducție, de orogen recent sau unde fundamentul de platformă este fragmentat intens).

- *Energia calorică internă* deși este redusă ca mărime în raport cu cea solară (după unele păreri raportul este 1/20 000) ea are însemnătate deosebită contribuind la dezvoltarea întregului mecanism tectonic generator al plăcilor tectonice, al lanțurilor de munți etc. Proveniența acesteia este legată de surse diferite – *materia topită din mantaua superioară* (astenosfera), *diversele punji de magmă prezente îndeosebi în regiunile de orogen din neozoic*, *dezintegrarea componentelor radioactivi*, *comprimarea gravitațională* etc. Toate acestea fac ca mărimea treptei geotermice (temperatura crește cu 1° la fiecare 33 m adâncime) să nu fie constantă nici pe verticală și nici în plan. Consecința imediată este crearea unor diferențe regionale de potențial termic care vor determina pe de-o parte transformări ale stării materiei (solidă, topitură, gaze etc.) la diferite adâncimi în scoarță, iar apoi în marile fose tectonice din ariile de subducție formarea sistemelor de munți ce dau lanțuri cu lungimi de mii de metri. Regional se înregistrează erupții vulcanice care la suprafața scoarței alcătuiesc platouri și aparate vulcanice. La fel de însemnate sunt fâșnișurile de gaze și apă fierbinte provenind din vecinătatea „arealelor încinse” din interiorul scoarței (multe alcătuiesc vetre vulcanice) care la suprafața acesteia dau geisere, izvoare termale sau generează transformarea rocilor.

➤ *Sursele externe* sunt numeroase este cea mai importantă.

- *Energia calorică* este ca sursă radiațiile solare. Atmosfera reflectă în spațiul interplanetar cca 30% din totalul radiațiilor ajunse la Pământ, restul fiind consemnat în diverse procese care se produc în cadrul ei precum și în învelișurile de contact (apa mărilor și oceanelor, râurilor, viețuitoare, suprafața exterioară a reliefului etc.). Forma Pământului și mișcările acestuia fac ca repartiția fluxului energetic să varieze atât spațial (în latitudine se poate diferenția o zonă între paralele de 40° nord și sud în care există un bilanț energetic pozitiv și două între 50° și 90° nord și sud în care acesta este negativ; la fel în munți (în altitudine în raport cu linia zăpezilor perene) cât și în timp (anual și diurn).

Consecințele acestei repartiții se răsfrâng în dezvoltarea unor zone cu potențial diferit ceea ce conduce la dezvoltare de circuite la scară planetară, regională sau locală în care materia suferă deplasări (de la maxim către minim) în tendințe de a se realiza stări de echilibru. În acest sens s-au individualizat pe de-o parte circuitele maselor de aer și apă la scara Globului, dar și în cuprinsul unor arii continentale sau



locale. Pe de altă parte legăturile dintre componentele mediului geografic au favorizat regional și local circuite ale elementelor naturale (apa, azot, oxigen etc.) stimulate de factorul energetic (exprimat prin variații de temperatură) care le cuprind pe acestea în întregime (apa din precipitații care pătrunde în sol roci în profunzimea reliefului dizolvând diverse substanțe și care iese la suprafață prin izvoare sau datorită evapotranspirației plantelor care o preiau prin rădăcini etc.).

Pentru relieful de pe uscat diferențele de bilanț caloric diurn, sezonier și multianual local se transpun în dezvoltarea unor procese specifice (dezagregare, alterare chimică etc.) care conduc la mărunțirea rocilor, slăbirea legăturilor dintre blocuri și la generarea diverselor forme de deplasare ale acestora (căderi ca efect al greutateii, împingeri laterale impuse de dilatări diferențiate etc.). La fel de însemnate sunt succesiunile în timp ale proceselor ca urmare a modificării condițiilor de bilanț caloric. În acest sens semnificative sunt cele cu regim sezonier (în țara noastră iarna eroziunea solurilor scade, primăvara când are loc topirea zăpezii și ploi bogate eroziunea este puternică, vara alternează perioade cu debite mici și eroziune mai slabă cu altele când se produc averse și o eroziune accelerată, iar toamna din nou la debite mici sunt eroziuni reduse).

La scara Globului diferențele zonale îndeosebi de natură termică se transpun într-o diferențiere similară a proceselor ce acționează pe suprafața terestră și care generează depozite și forme de relief. În acest fel s-au individualizat zone morfoclimatice (ecuatorială, de savană, deșertică, subtropicală, temperate, subpolare, polare).

- *Energia eoliană* are la bază diferențele de presiune pe care le înregistrează (zonal, regional, local) masele de aer în bună măsură cauzate de deosebiri de potențial termic. Ca urmare se produc deplasări ale aerului dinspre ariile cu presiune maximă spre cele minime proces care generează vânturi cu viteză, tărie și durată diferite, capabile să exercite asupra stâncilor și versanților abrupti o acțiune de șlefuire, dar și un transport pe distanțe deosebite a prafului și nisipului. Ca urmare rezultă pe de-o parte forme de eroziune, iar pe de altă parte forme de acumulare.

- *Energia hidrolică* este aceea care stă la baza acțiunii apei râurilor, valurilor din lacuri și mări, a curenților. În cazul râurilor ea este dobândită din relațiile care se stabilesc între mărimea debitului și panta albiei prin care apa se scurge (este mare la debite crescute și pante accentuate și invers). De aici ideea că ea nu este o mărime constantă ci variază în timp (debite crescute la precipitații abundente și minime în perioade secetoase) și spațiu (în munți în raport cu regiunile de câmpie). Ea este folosită mai ales pentru exercitarea proceselor de eroziune și pentru transportul apei și materialelor smulse. Energia valurilor și curenților marini este dependentă de alți factori. Cea mai însemnată acțiune o are vântul care imprimă deplasarea lichidului în direcția pe care acesta se manifestă. În funcție de intensitatea lui valurile și curenții au dimensiuni și forță diferite. La fel de însemnate sunt valurile create în regiunile unde se produc frecvent cutremure submarine (mai ales în cele de rift și în lungul foselor din ariile de subducție) sau erupții vulcanice. Sunt mai rare dar energia căpătată este foarte mare încât valurile au dimensiuni considerabile și se propagă pe distanțe întinse. De reținut faptul că energia realizată inițial se păstrează un interval de timp și după încetarea acțiunii factorului care a produs-o.

Efectele acțiunii acestora se resimt pe țărmurile continentelor și insulelor unde energia căpătată se consumă în erodarea pantelor abrupte, transportul nisipului, pietrișului, blocurilor de rocă sau materiei organice din apă, în bararea gurilor de vărsare ale râurilor sau a unor golfuri etc.

- *Energia antropică* capătă o însemnătate tot mai mare pe măsura evoluției gândirii umane. S-a trecut de la forța manuală dirijată de energia fizică a omului (la realizarea de excavații, nivelări, construcții etc.) la forțe dirijate mecanic, electronic în conformitate cu programe gândite de oameni, unele spre binele comunității (baraje, terasări, canale etc.) altele spre răul acesteia (cele legate îndeosebi de războaie unde în ultimele decenii s-a ajuns la utilizarea energiei nucleare). Indiferent de situație, prin ceea ce oamenii fac, se ajunge la modificări însemnate pe plan local sau regional ale condițiilor de mediu începând cu schimbări ale formelor de relief naturale și realizarea altora antropice.

- *Energii de natură planetară* sunt dependente de mișcările Pământului (îndeosebi de rotație) și de atracția pe care o exercită asupra lui Luna și Soarele. În prima situație se naște forța lui Coriolis care accentuează deplasarea spre dreapta în emisfera nordică și spre stânga în cea sudică a curenților de aer, apă etc. cu unele consecințe și în dinamica modelării reliefului.

- *Atracția exercitată de Lună și Soare* se materializează în producerea mării terestre și oceanice. Cele din urmă conduc la dezvoltarea fluxului și refluxului apelor oceanice cu consecințe locale directe în schimbări în fâșia litorală (mai ales la gurile fluviilor) și a valului de flux planetar care se propagă în sens invers rotației pe care o frânează având consecințe micșorarea vitezei, schimbarea extrem de lentă a formei Pământului (diminuarea turtirii).

## 8. Agenți, procese, raporturile dintre ele.

În crearea reliefului se confruntă diverși factori, stadiul la care se ajunge la un moment dat în ansamblul relațiilor care se stabilesc între aceștia reflectându-se în formele de relief rezultate. În Geomorfologie factorii sunt numiți agenți. Ei fie că își consumă energia pe care o au pentru crearea unor forme de relief, fie că prin proprietățile fizice, chimice, de alcătuire etc., influențează geneza, evoluția și în final caracteristicile reliefului. De aici, o primă gruparea în *agenți morfogenetici* sau *activi* (creatori de relief), între care apele curgătoare, vântul, ghețarii, apa mării etc. și *agenții pasivi*, cei care dirijează (influențează) actele generării și evoluției efectuate de primii. (roca, structuri geologice etc.).

**8.1. Agenții activi** în funcție de locul unde acționează asupra scoarței și creează forme de relief, se divid în alte două grupări-interne și externe.

➤ *Agenții interni (endogeni)* acționează la diferite niveluri din scoarță în sectoarele unde este concentrată energia tectonică, seismică vulcanică sau de altă natură. Acțiunile lor sunt deosebite, atât ca întindere spațială, cât și ca interval de manifestare dar ceea ce le este comun este exercitarea acțiunii asupra părții exterioare a scoarței însoțită de crearea de forme de relief specifice. Ei se corelează în sistemul dezvoltării și evoluției plăcilor. (fig. 7)

- *Mișcările orogenetice* în perioade de zeci și sute de milioane de ani dezvoltă cutări ale unei mase însemnate de roci sedimentare, metamorfice însoțite de crearea de cordiliere, fose și în final lanțuri de munți (ex. mișcările hercinice, alpine etc.)

- *Mișcările epirogenetice* se produc pe spații mai reduse și dau ridicări sau coborâri ale unor spații continentale dar și a lanțurilor de munți unde se îmbină cu orogenia constituind finalizarea consumului energiei tectonice. Prin ridicarea regiunilor litorale (epirogenie pozitivă) uscatul se extinde, iar prin coborârea acestora (epirogenie negativă) se micșorează.

- *Mișcarea topiturilor magmatice* este însoțită mai întâi la scară globală de deplasarea plăcilor, creșterea lor în zonele de rift și micșorarea în cele de subducție, pe când la nivel regional, local dezvoltarea pe de-o parte a unor vulcani sau lanțuri

vulcanice, iar pe de alta de coborâri compensatorii ale scoarței în regiuni limitrofe (rezultă depresiuni de compensație ex. Depresiunea Brașov).

- *Seisme* deși au hipocentrul la adâncimi variate (de la câțiva kilometri la peste 200 km) ele se propagă repede pe suprafețe întinse reactivând ariile labile din scoarță și impulsionând diverse procese morfogenetice pe scoarță (ex. alunecările) însoțite de dezvoltarea unor forme de relief.

Toate aceste acțiuni, dar mai ales primele trei, conduc la realizarea în timp îndelungat a formelor de relief cu dimensiunile cele mai mari (continente, bazine oceanice, lanțuri de munți, bazine depresionare, bombări sau lăsări ale scoarței pe areale largi etc.), ce pun în evidență denivelările cele mai importante de la exteriorul scoarței.

La acestea se adaugă și alți factori între care doi sunt evidenți prin efecte. Mai întâi este, acțiunea *gravitației* generată de energia particulelor numite gravitoni din interiorul Pământului și care se transmite la exteriorul scoarței în mobilitatea materialelor pe pante, greutatea corpurilor etc.

Cel de al doilea este *forța centrifugă*, rezultată din mișcarea de rotație a Pământului care impunând viteze de deplasare diferite în sens latitudinal (maxim la Ecuator și minim în zonele polare) pentru elementele de pe scoarța terestră sau din mediile aflate pe ea conduce la modificări ale direcției de propagare (spre dreapta în emisfera nordică și stânga în cea sudică, forța lui Coriolis).

➤ **Agenții externi** sunt mult mai numeroși, acțiunile lor sunt pe spații mai restrânse și în intervale de timp scurte. Energia care le stimulează este cantonată în mediile cu care scoarța intră în contact (apă, aer, viețuitoare etc.) și derivă direct sau indirect la scară globală din energia solară, iar local din diferențe de potențial termic, de presiune, salinitate etc. Variațiile climatice globale la intervale de timp mari se reflectă în modificarea regimului de acțiune a agenților externi. O răcire generală dezvoltă ghețarii, îngheț-dezghețul, nivația, micșorează spațiul de acțiune al apelor curgătoare, coboară nivelul mărilor și oceanelor (eustatism negativ) etc. (fig. 8).

Rezultatele manifestării agenților externi sunt forme de relief pozitive sau negative cu dimensiuni variabile (cele mai mici se realizează în intervale de timp scurt) dar care însumate conduc la configurația prezentă a reliefului unor regiuni terestre.

*Agenții se manifestă prin intermediul a trei tipuri de acțiuni denumite procese.* Ele diferă ca denumire de la un agent la altul, dar fiecare are o acțiune distinctă – excavează, deplasează și depune (exemple – apele curgătoare realizează eroziune, transport și acumulare, ghețarii extracției, transport și acumulare; vântul – coroziune, deflație și acumulări etc.). Importanța proceselor este diferită nu numai de la unul la altul ci și în funcție de mediul natural în care se realizează. Acesta (umed, arid, rece, cald, temperat oceanic, temperat continental) conduce la asocierea agenților și proceselor în evoluția pe ansamblu a reliefului unei regiuni în cadrul căreia se stabilește o anumită *ierarhizare a lor* reflectată în configurația și mărimea formelor rezultate și în specificul modelării.

➤ **Legăturile dintre agenți**, procese conduc spre *două direcții de evoluție* - contradictorie și asociată. (fig. 9)

- *Sensul contradictoriu* apare evident mai întâi între acțiunile celor două mari grupări de agenți. Cei interni creează marile denivelări ale reliefului scoarței - bazinele ca forme negative și continentale, lanțurile de munți ca forme pozitive. Agenții externi au, pe ansamblu, tendințe de umplere a golurilor tectonice pe seama nivelării formelor pozitive. În al doilea rând poate să se producă o astfel de direcție între agenți din aceeași grupare (mișcările orogenetice sau epirogenetice pozitive

crează forme pozitive opuse tendinței gravitației, subducției sau fluviul aduce materiale în tendința ridicării nivelului fundului platformei litorale pe când curenții marini, refluxul le transportă la distanțe mari împiedicând acest proces etc.).

- Cea de-a doua direcție, *asociativă*, este mult mai nuanțată ea realizându-se atât între agenți din grupări diferite cât și din aceeași grupare. Astfel, mișcările orogenetice se îmbină cu cele epirogenetice, cu vulcanismul, cu dinamica plăcilor etc. în crearea spre exemplu a diverselor lanțuri de munți; apele curgătoare, vântul, ghețarii, apa mării etc. conlucrează în nivelarea munților, dealurilor etc.

Alt gen de asociere este legat de îmbinarea unor agenți interni și externi. Astfel acțiunea gravitației, seismicității cu cea a apelor din precipitații generează diverse tipuri de deplasări de teren (alunecări) sau mișcările epirogenetice negative (în regiunile subsidente) se combină cu aluvionarea intensă produsă de râuri; mișcările epirogenetice pozitive stimulează procesele de eroziune datorită creșterii regiunii în altitudine, dar și în mărirea pantelor.

**8.2. Agenții pasivi** sunt legați de partea exterioară a scoarței terestre având prin caracteristici rol esențial în influențarea, uneori hotărârea, în dirijarea mecanismelor proceselor agenților morfogenetici activi în crearea unor forme de relief și chiar a unor peisaje morfologice distincte. Între aceștia importanți sunt alcătuirea petrografică, structura geologică; s-ar mai putea adăuga neotectonica, seismele care deși sunt factori care dispun de energie, efectele manifestării lor se constată în timp și corelat cu acțiunea proceselor exogene. De exemplu un sector de câmpie care se lasă lent (subidentă) se va caracteriza printr-o intensă aluvionare produsă de râuri, iar în altul care se ridică apele curgătoare se vor adânci continuu rezultând în timp sectoare de vale înguste (defilee).

## 9. Legile generale și specifice reliefosferei.

Acțiunea agenților, gruparea și intensitatea lor nu se realizează haotic, întâmplător ci în baza unor strânse corelații care se dobândesc între ei dar și cu elementele de mediu în care se produc. Ca urmare, mecanismul genético-evolutiv se desfășoară în concordanță cu diverse *legi*, unele cu caracter general, iar altele pe diferite trepte ierarhice inferioare în cadrul reliefosferei.

**9.1. Legile globale** se raportează la mediul geografic la scară planetară, ele condiționând marile sisteme geografice terestre în care și relieful constituie un component esențial, deci ele acționează deopotrivă în toate subînvelișurile mediului geografic stabilind și intercon condiționările dintre ele. În această grupă se includ:

➤ *Legea zonalității* este impusă de - forma aproape sferică a Pământului ce determină o repartizare inegală a cantității de radiație solară (scade de la latitudinile mici spre poli). Rezultă mai întâi fâșii numite *zone de căldură* cu desfășurare latitudinală în care bilanțul radiativ este diferit. Dar, în cadrul acestora același specific zonal se reflectă în valorile temperaturii, precipitațiilor, umezelii, în repartiția principalelor formațiuni vegetale și asociații de animale, distribuția tipurilor de sol, specificul scurgerii râurilor etc. În *reliefosferă* situația apare evident în: *caracteristicile acțiunii agenților externi*, *regimul de manifestare a proceselor morfogenetice* (au rol esențial, alterarea chimică în zona ecuatorială, vântul și pluviudenudarea în deșerturi; fluviația în zonele temperate; îngheț-dezghețul, nivația etc. în zonele reci), în *modalitățile asocierii lor* (alterarea cu eroziunea laterală și pluviudenudarea în regiunile calde și umede; acțiunea vântului cu șiroirea, dezagregarea în deșert; acțiunea râurilor, cu șiroirea, alunecările de teren în regiunile temperat oceanice; îngheț-dezghețul, zăpada, vântul în zonele reci etc.) și în *individualizarea* unor grupări de forme de relief și chiar de peisaje morfologice cu distribuție latitudinală (ex. inselberguri cu pedimente și pediplene în savane, erguri și

hamade în deșert, nivele de eroziune, terase, glacisuri, lunci în zona temperată, soluri poligonale, hidrolacoliți, câmpuri de pietre etc. în zonele polare etc). Ca urmare, pe fondul general impus de diferențierea zonelor de căldură rezultă și *zonele morfoclimatice* (caldă și umedă, caldă și uscată, caldă cu sezoane diferite de umiditate; temperată umedă și temperată aridă; reci subpolare și polare.

➤ *Legea interzonalității* acționează tot în sens latitudinal, dar la contactul dintre două zone de căldură, fâșii unde se succed periodic caracteristici morfoclimatice specifice acestora. Factorii care o impun sunt înclinarea axei terestre și mișcarea de revoluție a Pământului care conduc la migrarea fâșiilor de convergență și divergență a maselor de aer, pendularea Ecuatorului termic și de aici o modificare periodică a condițiilor în care se realizează dinamica și evoluția actuală a reliefului. Pe Glob s-au individualizat șase zone de acest tip (două subecuatoriale, două subtropicale și două subpolare) desfășurate relativ simetric în raport cu Ecuatorul; în cadrul lor sunt cele mai multe asocieri de agenți și procese morfologice.

➤ *Legea etajării* este condiționată de existența unor sisteme de munți înalți, pe mai multe mii de metri. În acest fel sectoare din cadrul lor se vor situa la altitudini diferite în troposferă și vor primi cantități deosebite de energie solară reflectată de scăderea valorilor de temperatură pe verticală (cca.  $6^{\circ}$  la 1000 m). În același sens se constată o creștere până la o anumită înălțime a cantității de precipitații și a umidității apoi diminuarea lor, modificări în regimul vânturilor și diverselor fenomene meteorologice. Toate acestea se răsfrâng în asocierea și intensitatea producerii proceselor de modelare. Dacă la baza munților agenții și procesele sunt comune cu cele din zona morfoclimatică în care se află aceștia de la o anumită altitudine ele se vor modifica, vor fi alte grupări, situație care permite deosebirea de fâșii cu desfășurare pe verticală care vor avea fiecare un anumit specific morfologic (etaje morfoclimatice). Acestea nu au o dezvoltare spațială mare dar sunt bine individualizate și ușor de delimitat. Unii factori locali (expoziția versanților, mărimea pantelor, fragmentarea etc.) pot coborî sau ridica limita lor, dezvoltând asimetrii, iar printr-o evoluție îndelungată a relațiilor în sectoarele de contact, se poate ajunge la impunerea unor fâșii tranzitorii (subetaje) cu procese și forme de relief distincte.

Spre deosebire de zonele morfodinamice tranzitorii a căror individualizarea a fost determinată de alternanța sezonieră a condițiilor ce generează relieful, la subetaje modificările se dobândesc treptat prin afirmarea relațiilor din arealele de contact dintre etaje.

**9.2. Legile specifice reliefosferei.** Ele acționează la nivelul acestui înveliș sau pentru anumite sectoare ale acestuia.

➤ *Legea expansiunii și restrângerii fundului bazinelor oceanice* care are un caracter general reflectă raportul dintre ponderea proceselor dinamice din rifturi și ariilor de subducție în funcție de care evoluează plăcile, bazinele oceanice și masele continentele, se dezvoltă relieful submarine etc.

➤ *Legea profilului de echilibru* constituie o formă de exprimare la nivelul reliefosferei a legii generale a echilibrelor și dezechilibrelor. Interferența acțiunilor agenților interni și externi conduce către o tendință generală de nivelare a reliefului exprimată de profile morfodinamice cu un anumit specific impus de condițiile în care s-a înlăptuit modelarea printr-o evoluție de durată. Forma ideală a profilului este o linie larg concavă. În natură însă intervin foarte mulți factori locali, regionali care diversifică această situație.

Între aceștia importanți sunt:

- roca (panta va fi mai redusă la cele care opun o rezistență mică);

- *agentul* (râu va crea un profil generalizat larg concav pe când un ghețar un profil în trepte);

- *climatul* (crează profile diferite ca înfățișare în principalele zone morfoclimatice care reflectă specificul îmbinării proceselor prin care acționează agenții; ex. râurile au profil în trepte în zona ecuatorială, pragurile de natură tectonică fiind conservante, apoi cu concavitatea în sectorul superior în regiunile semiaride, larg concave în cele temperate, concave dar cu panta mare în cele reci, subpolare).(fig. 10)

Se disting *două situații de evoluție* către un stadiu final de echilibru - prima în lungul traiectului acțiunii agentului (râu, ghețar) și a doua pe suprafața de manifestare a proceselor impuse de un agent sau grupare de agenți (pe versanți, pe platforma litorală etc.). Indiferent de situație *atingerea echilibrului nu reprezintă decât o stare finală relativă*. Pot interveni diverși factori (ridicarea neotectonică a regiunii, coborârea punctului de vărsare, modificarea climatului etc.) care rup echilibrul impunând începerea unei modelări noi ce va tinde către un alt profil de echilibru. Ca urmare, în timp îndelungat evoluția reliefului unei regiuni poate consemna forme care indică un anumit număr de faze în care s-a ajuns mai mult sau mai puțin la stadii de echilibru. (ex. în lungul unei văi nivelele de eroziune și terasele). În unele situații care presupun o evoluție de durată pe fondul general al unei stabilități a factorilor care pot provoca dezechilibrări majore se poate ajunge la o nivelare pe ansamblu a reliefului pe teritorii întinse. Rezultă suprafețe cvasiorizontale care rețază structuri și roci diferite și care au caracteristicile unor câmpii de eroziune (peneplene, pediplene).

➤ *Legea nivelului de bază* exprimă dependența modului (regimului) de realizare a modelării unui versant sau a profilului longitudinal al unui râu în funcție de poziția bazei (punctului) de la care aceasta începe să se manifeste.

Pentru râuri se admite un *nivel de bază general* (nivelul zero al mărilor și oceanelor sub care acțiunea de eroziune a agentului nu se mai produce), *nivele de bază regionale* (vatra unei depresiuni, un lac prezent în cursul său, punctele de confluență etc.) și *nivel de bază locale*, (pragurile structurale sau petrografice etc.). (fig. 9).

În cazul ghețarilor, el coincide cu limita zăpezilor veșnice, pentru apa mării în regiunile de țarm adâncimea de pe platformă de la care se constată acțiunea valurilor, curenților.

Pentru evoluția versanților importantă este atât poziția bazei acestora ca nivel general, dar și orice ruptură de pantă din lungul lor impusă de prezența unor strate de rocă mai dură sau realizată prin declanșarea unor alunecări, prăbușiri în masă etc. Fiecare dintre acestea reprezintă punctul în raport de care mai sus se va produce un anumit ritm de modelare. Dar, nu trebuie omis faptul că poziția lor este relativă, întrucât în timp îndelungat ea se modifică ceea ce va conduce la schimbări în dinamica proceselor. (ex. în lungul râului un prag se retrage spre amonte lăsând în aval o albie relativ echilibrată; pe un versant se ajunge la o atenuare a pantei generale etc.).

➤ *Legea eroziunii diferențiale*. Relieful este alcătuit din roci variate care sunt cuprinse în structuri geologice diferite. Ca urmare, agenții exogeni întâmpină rezistențe deosebite pe parcursul modelării suprafețelor ce-l compun. De aici, rezultă faptul că acțiunea lor va fi diferită de la un sector la altul al versanților sau albia râurilor, procesele având intensitate variabilă (mai rapidă în sectoarele cu roci friabile și slabă pe cele dure, rezistente). Rezultatele se vor concretiza în diversificarea pantelor ce compun versanții, interfluviile, văile (fig. 11) și de aici imprimarea unor fizionomii aparte care în multe situații devin specifice unei categorii de roci (forme

carstice pe calcar, croturile pe loess, căpătânilor de zahăr pe granite etc.) sau structuri geologice (vâi simetrice, platouri pe structura tabulară etc.).

➤ *Legea ciclului de evoluție* – pleacă de la ideea că evoluția reliefului unei regiuni se face de la o formă primară la una de echilibru. W.M. Davis a definit prima dată *ciclul eroziunii*, separând *etape de evoluție* (tinerețe, maturitate, bătrânețe) aplicat la transformarea unui sistem montan, într-o câmpie de eroziune (peneplenă). Ulterior l-a extins la sistemele carstice, glaciare, deșertice etc. (fig. 11)

În diferite variante legea poate fi urmărită la evoluția oricărei forme de relief (o terasă aluvială rezultă prin două etape de modelare (realizarea unei lunci și adâncirea râului în această luncă), iar terasa aluvionară implică trei etape (adâncirea râului, dezvoltarea unei pânze de aluviuni și o nouă adâncire). Într-un câmp cu loessuri groase evolutiv se pot separa trei stadii: se trece prin câmp cu croturi, câmp cu găvane și câmp cu depresiuni întinse (padine).

În natură, cu cât se trece de la forme de relief simple la forme complexe, desfășurate pe spații largi și care au cunoscut o evoluție de durată, situațiile devin mult mai complicate. În lungul unei văi importante (Prahova, Teleajen, Buzău etc.) pot fi identificate forme de relief realizate în mai multe cicluri de evoluție (ex. nivele de eroziune, terase, luncă etc.).

Trebuie reținut însă faptul că un ciclu nu este identic cu altul, fiecareia fiindu-i specifice - un anumit mod de manifestare a proceselor în raport de diverși factori locali (rocă, structură etc.), regionali (condiții climatice), o anumită durată de stabilitate relativă a factorilor morfogenetici (neotectonici, climatici etc.) care pot întrerupe desfășurarea normală a proceselor de modelare etc.

#### **Verificări:**

- Menționați trei regiuni seismice pe Glob și una în România.
- Care sunt principalele învelișuri din structura internă a Pământului rezultate din acțiunea conjugată a gravitației și a mișcării de rotație?
- Extrageți din dicționarele geografice definițiile agenților externi și dați exemple.
- Pentru fiecare lege precizați – definiția, factorii favorizanți, mod de manifestare și dați exemple.

## PARTEA II

### GEOMORFOLOGIA GENETICĂ

#### GEOMORFOLOGIE TECTONO STRUCTURALĂ GLOBALĂ

##### Probleme:

Pământul – raportare în timp și spațiu.

Reliefosfera, limite și componente principale.

##### 1. Pământul – raportare în timp și spațiu.

Planeta luată ca o unitate distinctă are o anumită formă și dimensiuni. Totodată ca rezultat al evoluției și-a dobândit din structurarea materiei mai multe învelișuri (solide, lichide, gazoase etc.) care au o anumită desfășurare și care definesc locul pe care-l are Terra în sistemul solar. Ele sunt studiate de diverse științe între care și Geografia al cărui obiect de studiu este mediul geografic global sau învelișul geografic. La rândul lui mediul geografic global este format din șase subînvelișuri aflate în strânsă interdependență, baza lui fiind relieful terestru. Deci, dintr-un început ies în evidență două laturi principale – planeta ca formă distinctă în Sistemul solar și relieful ce se constituie într-un subînveliș solid. În unele lucrări (tratate, cursuri universitare) de Geomorfologie generală ele sunt abordate într-o secțiune distinctă numită *Geomorfologie planetară* ce cuprinde date astronomice, geologice, geofizice. În acest sens *forma generală a Pământului* este un rezultat al unei evoluții de 4,5 milioane de ani la fel ca și a celorlalte planete din Sistemul solar. Ea este definită de măsurătorile la nivelul modelului de tip elipsoid, adică o sferă ușor turtită care a rezultat prin acțiunea factorilor cosmici și tereștri.

**Factorii cosmici** au avut o pondere însemnată în prima jumătate a evoluției Pământului și se referă la concentrarea datorită mai ales gravitației a unei părți din materia cosmică din spațiul Sistemului solar și realizarea protoplanetei, și apoi la bombardamentul cu asteroizi și meteoriți care au determinat pe de-o parte acumulări însemnate de materie, iar pe de altă parte au impus temperaturi ce au asigurat transformarea materiei solide într-o topitură generalizată. În această fază a evoluției, care s-a realizat în primele trei miliarde de ani, s-au înfăptuit trei caracteristici majore - *forma Pământului*, o sferă turtită datorită mișcării de rotație, *structurarea materiei* prin concentrarea treptată a elementelor grele în nucleu și a celor ușoare spre exterior însoțită de detașarea geosferelor interne (nucleu, manta, scoarță) separate de zone de discontinuitate (Guttenberg-Wieckert și Mohorovičić) iar în final *dezvoltarea curenților de convenție* în partea superioară a mantalei (astenosferă) care vor contribui esențial la realizarea reliefului major terestru.

**Factorii endogeni** se afirmă în cea de a doua parte a evoluției (1,5 miliarde de ani) când se trece de la o scoarță subțire și labilă la una din ce în ce mai groasă care la exterior va căpăta o configurație din ce în ce mai complexă. Ea va constitui la început *un relief primar* cu largi depresiuni tectonice și sisteme de munți născuți atât prin orogeneză cât mai ales și prin acumularea materiei bazaltice în lungul fracturilor care străbăteau scoarța (unele aveau caracter de rift). Multiplicarea treptată a sistemelor de



celule de convecție în astenosferă a impus dezvoltarea marilor rifturi planetare și legat de acestea apariția și extinderea treptată a bazinelor oceanice actuale. Munții vechi au fost erodați complet rezultând suprafețe joase extinse rigide care vor constitui nucleele actualelor continente. La marginile acestora se vor dezvolta depresiuni de tip orogen în care sedimentele acumulate vor fi metamorfozate, cutate și apoi înălțate sub efectul presiunilor rezultate din mișcarea plăcilor creându-se astfel marile sisteme planetare de munți cu dezvoltare latitudinală sau longitudinală. Realizarea acestora în diferite faze a fost însoțită de o acțiune de denudare a lor cu durate deosebite ceea ce a condus la o variație însemnată în caracteristicile reliefului.

Ca urmare, a acestui specific evolutiv s-au produs mai multe *modificări notabile* în configurația primară a formei Pământului. Cea mai însemnată este *trecerea de la forma de ansamblu a Pământului, de sferă turtită, la una mult mai complexă în care față de un nivel general de referință (nivelul "0" al mărilor și oceanelor) există întinse suprafețe continentale cu câmpii, podișuri, dealuri și munți ce urcă până la 8848 m (Vf. Ciomulungma) dar și bazine (depresiuni) cu adâncimi de până la 11 022 m (Groapa Marianelor) ocupate de apă*. Deci, o configurație exterioară a scoarței cu o mare complexitate, alcătuită din suprafețe cu înfățișare și dimensiuni variabile care definesc forme de relief diferite ca mărime, geneză, evoluție și vârstă. Această suprafață neregulată definește pe ansamblu aspectul exterior al reliefului Pământului constituind "fața" reliefosferei.

*Și celelalte planete din sistemul solar* au trecut prin etape de evoluție asemănătoare (îndeosebi în primele 3 miliarde de ani), dar la fiecare s-au impus anumite particularități determinate de gradul de concentrare a materiei și de distanța față de Soare. Pe ansamblu și la acestea, la prima vedere, iese în evidență forma de sferă turtită, iar în amănunt o suprafață solidă cu o configurație cu multe denivelări (sisteme de munți și bazine depresionare). Spre deosebire de Terra unde prin dezvoltarea hidrosferei, viețuitoarelor și a societății umane modelarea reliefului creat de agenții interni a fost urmată și mult diversificată de agenții externi care au creat o multitudine de forme cu dimensiuni variabile, pe celelalte planete situațiile sunt mult deosebite. Aici se păstrează și încă se dezvoltă forme de relief cu dimensiuni variabile rezultate în urma impactului scoarței cu diferite corpuri cosmice (meteorizi, asteroizi, comete) care sunt atrase de planete. Pe de altă parte îngroșarea scoarței a determinat limitarea treptată a influenței factorilor tectonici (interni) care nu mai impun (ca pe Terra) sisteme de munți de cutare sau vulcanici. Dintre factorii externi ce pot genera forme de relief importanță au furtunile generate de circulația maselor de aer, masele de gheață (din apă și mai ales carbonică) care sezonier pot suferi variații ca mărime etc. Deci, spre deosebire de celelalte planete subînvelișul terestru care cuprinde toate formele de relief, la origine a fost similar celui întâlnit la toate planetele, dar prin evoluția din ultimul miliard de ani prin diversificarea condițiilor genetice s-a distanțat net ca structură și alcătuire. La Terra marile forme și denivelări sunt rezultatul acțiunii factorilor tectonici, iar morfologia regională și locală este determinată de agenți externi. La celelalte planete precumpănesc indiferent de mărime formele impuse de impactul corpurilor mici din Sistemul solar cu suprafața exterioară a scoarței lor.

## **2. Reliefosfera – component al sistemului geografic**

**2.1. Definiție și caracteristici.** Reprezintă un înveliș continuu, *bază a mediului geografic global (Învelișul natural geografic)* și care *însunează tot ansamblul formelor de relief* ale Terrei în strânsa lor unitate genetică, evolutivă, funcțională, de poziție spațială și temporală. Pentru această geosferă, în literatură se mai folosesc

termenii de " *morfosferă*", " *geomorfosferă*", " *sfera reliefului*" etc. Are câteva caracteristici generale:

- reprezintă baza exosferelor terestre (atmosfera, hidrosferă, biosferă, pedosferă, sociosferă) și "plafonul" scoarței Pământului;

- se interferează cu acestea pe anumite grosimi, spații în care se realizează importante schimburi de substanță și energie și unde rezultă procese care generează forme de relief de ordine diferite;

- energiile telurice concentrate în diferite sectoare din scoarță, astenosferă și mai din adânc determină procese puternice în scoarță (mai ales la partea superioară) care produc transformări în natura și structura rocilor, cutări și deformări ale stratelor, fragmentarea scoarței în blocuri, cu dimensiuni variabile, înălțări și coborâri cu amplitudini diferite ale blocurilor etc. Toate acestea modifică în timp geologici, înfățișarea reliefului creând în timp îndelungat (sute de milioane de ani) macoreliefuri tectonice, iar în timp ceva mai scurt (mii de ani) microreliefuri specifice;

- în spațiul de la partea superioară a reliefului în care se realizează interferența cu aerul, apa, viețuitoarele etc. procesele care se produc sunt mult mai variate de unde și multitudinea formelor de relief rezultate. Dar acestea au dimensiuni mici încât pot fi considerate detalii pe macroformele generate de tectonică; însemnată însă este acțiunea generalizată a acestora reflectată în nivelarea pe ansamblu a marilor sisteme muntoase și umplerea depresiunilor create de tectonică. Deci, *relieful Pământului nu se rezumă doar la suprafața exterioară, (cu multe denivelări) a scoarței, ci este un înveliș distinct diferențiat în procesul evoluției planetei, cu grosimi diferite, care înregistrează o dinamică activă, continuă dar variabilă ca intensitate atât în spațiu cât și în timp (fig. 3). Această concluzie impune precizarea limitelor sale.*

- *Limita exterioară* corespunde cu suprafața superioară a scoarței (suprafața mediului solid); ea creează conturul reliefului, partea vizibilă care este supusă celor mai intense acțiuni de transformare de către agenții morfogenetici externi (tendință generală de nivelare) și interni (creează denivelări) de unde caracterul dinamic al ei. *Greșit, unii geomorfologi și geografi reduc relieful la nivelul acestei suprafețe. Orice formă de relief și relieful pe ansamblu se exprimă prin volume, situație care conduce spre stabilirea și a unei limite în interiorul scoarței.*

- *Limita inferioară* este diferit tratată în lucrările de specialitate, în unele este plasată la baza scoarței absolutizându-se rolul proceselor telurice care au loc la contactul cu astenosfera iar în altele este indicată la adâncimi de câteva sute de metri în scoarță avându-se în vedere spațiul de interferență cu agenții externi.

Realitatea este însă diferită de la o regiune la alta. Singurul argument care trebuie avut în vedere îl reprezintă *poziția în adâncul scoarței a centrelor generatoare de relief*. Se disting mai întâi două sectoare (rifturile și zonele de subducție) a căror bază se află la adâncime mare, la contactul astenosferei cu scoarța sau în imediata vecinătate; aici se concentrează energie telurică ce stimulează deplasarea plăcilor tectonice facilitând extinderea bazinelor oceanice sau îngustarea depresiunilor tectonice de tip orogen însoțită de cutări și ridicarea unor sisteme de munți; de asemenea prin acumularea și consolidarea materiei topite la exteriorul rifturilor rezultă dorsale de munți, platouri și fose; în lungul zonelor de subducție ieșirea materiei topite conduce la dezvoltarea de aparate vulcanice submerse, dar care uneori formează insule vulcanice.

Între aceste poziții extreme (rifturi și zone de subducție) se desfășoară plăcile tectonice cu alcătuire extrem de variabilă. Sunt plăci formate dominant din materie bazaltică (ex. placa bazaltică) și opus lor cele în care aceasta aflată la interior este

egală sau subordonată celei granitice și sedimentare (ex. plăcile africană, americană, euroasiatică etc.). Mai mult la cele din urmă, în spațiul continental, alături de nuclee cristaline și granitice (scuturi) foarte vechi (precambriene) se asociază formațiuni sedimentare care apar fie în masive muntoase create de faze aparținând orogenezelor din neozoic fie ca petece de acoperire a scuturilor (fosilizează paleoreliefuri). *Apar astfel, în contextul precizării locurilor de unde factorul tectonic influențează crearea de relief, o multitudine de situații în care extremele sunt:*

- regiunile cu orogen încă activ la care impulsul tectonic este dat din adâncul scoarței;

- regiunile cu nuclee cristaline vechi rigide acoperite sau nu de formațiuni sedimentare noi și unde se resimt influențe tectonice din regiunile active provocând ridicări sau coborâri lente. Deci, între rifturi și zonele de subducție *baza reliefosferei este reprezentată de o suprafață neregulată cu sectoare în care se află mai coborâtă și sectoare în care este aproape de suprafața scoarței. Ca urmare, grosimea reliefosferei variază de la o regiune la alta, fiind de câțiva zeci de kilometri în dreptul rifturilor și zonelor de subducție, la câțiva kilometri în ariile de orogen activ și mai multe sute de metri în regiunile de platformă.*

În acest spațiu, încadrat de cele două limite, materia este dominant în stare solidă, excepție făcând vetrele magmatice și fracturile prin care topitura ascende la suprafața scoarței. Asupra acestui spațiu se exercită acțiunile forțelor telurice și a celor externe. Ele se interferează diferit de unde și rezultanta concretizată în forme de relief cu anumite dimensiuni și configurații. În bazinele oceanice forțele endogene precumpănesc, apa pătrunzând în scoarță pe adâncimi foarte mici și ca urmare, rolul ei în dezvoltarea unor procese este redus. În zonele continentale situațiile sunt mult mai complexe. Până la o adâncime de mai mulți metri (diferit de la o zonă climatică la alta) se simt variațiile de umiditate, temperatură, se înregistrează procese de alunecare, torențialitate etc. La adâncimi mai mari pătrund și circulă apele subterane facilitând îndeosebi în regiunile cu roci carstificabile crearea prin dizolvare și precipitare a unor forme carstice.

Toate acestea impun, indiferent de rolul factorului tectonic, delimitarea la exteriorul reliefosferei a unei fâșii în care rolul agenților externi este dominant, ei impunând o morfologie extrem de variată. Sub aceasta urmează masa principală a reliefosferei în care tectonica deși acționează lent are în timp geologic efecte importante, creând structuri specifice. Limita dintre cele două părți ale reliefosferei nu este fixă întrucât pe măsura erodării reliefurilor pozitive poziția coboară după cum prin umplerea bazinelor depresionare (în timp geologic) ea se va ridica lent.

**2.2. Alcătuirea morfologică a reliefosferei.** Îndelungata evoluție a Pământului a condus la individualizarea în reliefosferă a unui complex de forme de relief cu dimensiuni, geneză, evoluție distincte care se găsesc pe de o parte în dependență de cele două categorii de factori generatori, iar pe de alta de legăturile dintre ele care au caracter regional sau local. Acestea le asigură o anumită poziție ierarhică în reliefosferă atât sub raport spațial cât și temporal. *Cele mai mari* forme de relief terestru sunt continentele și bazinele oceanice (fig.12), iar în cadrul lor mai multe trepte majore. Comun le este geneza impusă de agenții interni (îndeosebi circulația materiei topite ce determină dinamica plăcilor și mișcările orogenetice dependente de acestea), desfășurarea pe suprafețe foarte mari, o structură specifică impusă de tectonică. De aici și numele grupării acestora în *reliefuluri tectono-structurale* și chiar diferențierea unei ramuri științifice.

**Geomorfologie tectono-structurală care le analizează, ierarhizează și stabilește, ipoteze, concepții privitoare la geneza și evoluția lor.**

### 2.2.1. *Forme de relief tectono-structural de ordinul I.*

➤ *Continentele* sunt cele mai mari forme de relief pozitiv care sunt înconjurate total (Australia, Americile, Africa) sau predominant (Europa, Asia) de apele mărilor și oceanelor. Reprezintă (inclusiv insulele care le aparțin) 29% din suprafața Globului, fiind mai larg reprezentate în emisfera nordică. Sunt alcătuite pe verticală din toate păturile scoarței terestre (bazaltică, granitică, sedimentară) dar diferit ca volum și masă de la un continent la altul. În suprafață se pot separa mai întâi regiuni rigide (scuturi, blocuri, platforme) care formează nucleeele continentelor. Acestea sunt cele mai vechi porțiuni (precambriene) și fiind alcătuite din roci cristaline, magmatice și mai rar sedimentare. De la ele spre exterior sunt alte regiuni cu structuri mai noi (paleozoice, mezozoice, neozoice) unele parțial rigidizate altele reprezentând unități de orogen încă activ. (fig. 16)

Varietatea structurală se reflectă într-o diversitate de forme de relief de rang inferior. Prima grupare, rezultată în bună măsură a acțiunii proceselor tectonice este alcătuită din munți, dealuri, podișuri, câmpii.

➤ *Bazinele oceanice și maritime* reprezintă 71% din suprafața Pământului. Constituie cele mai întinse forme de relief negativ, care sunt umplute de apă; dominant în alcătuire există scoarța oceanică bazaltică și doar pe margini, la contactul cu continentele (de la 0 m spre -3000 m) apare scoarța granitică; rocile sedimentare deși sunt prezente indiferent de adâncime sunt discontinue și au grosime redusă. Deși au vechime de sute de milioane de ani, ele reprezintă în întregime regiuni labile ale scoarței în care formele de relief de ordin inferior create dominant de manifestări generale sau locale ale proceselor tectonice sunt limitate ca tipuri. (fig.12)

➤ *Geneza continentelor și bazinelor oceanice.* Până la începutul sec.XX s-au emis teorii prin care s-a încercat explicarea formei și poziției continentelor actuale ca rezultat al acțiunii factorilor interni dar și a unora de ordin planetar (mișcarea de rotație mai rapidă a Pământului la începutul evoluției planetei, desprinderea Lunei din spațiul actual al Oceanului Planetar, mișcările izostatice etc.). Mai convingătoare prin argumente și tratata generalizată la nivelul întregului Glob a fost teoria lui A. Wegener. Ea pleca de la continentul unic (Pangaea) care s-a fragmentat în mai multe blocuri după desprinderea unei mase terestre ce-a dat Luna. În locul lui s-a format Pacificul. Blocurile s-au deplasat treptat sub impulsul mișcării de rotație terestre spre pozițiile actuale. Se invocau - posibilitatea îmbucării continentelor (vezi Africa de vest între Americi), elementele comune de faună (pe continentele sudice) și unele depozite glaciare paleozoice prezente pe continentele sudice etc.

În prezent la baza explicațiilor stă teoria plăcilor tectonice care se sprijină și pe unele elemente identificate parțial de tectonicienii secolului XIX, dar mai ales pe progresele din ultimele decenii din sec. XX în cunoașterea scoarței.

➤ *Evoluția oceanelor și continentelor Pământului.*

Datele geologice existente permit în baza tectonice globale relevarea câtorva idei generale privind geneza și evoluția celor două categorii mari de forme de relief. Situațiile sunt mai elocvente pentru mezozoic și neozoic și ipotetice pentru erele anterioare.

O evoluție prin prisma acestei teorii nu poate fi concepută decât din a doua parte a precambrianului din momentul în care *s-a realizat o scoarță solidă* cu denivelări, iar *temperaturile* mai joase la nivelul ei *permiteau reținerea apei* din precipitații în depresiuni; *în interiorul Pământului prin structurarea materiei* în nucleu și învelișuri s-a ajuns la diferențierea astenosferei în care *curenții de convecție* s-au divizat în mai multe circuite regionale cu ramuri ascendente și descendente. Scoarța fiind subțire, era ușor de fragmentat și ca urmare blocurile rezultate erau

numeroase. Pe de altă parte lipsa vegetației favoriza o mult mai rapidă erodare de către agenții externi a munților care rezultau din coliziunea blocurilor, erupții vulcanice, iar materialele umpleau depresiunile limitrofe. Astfel, *până la finele precambrianului, deplasarea blocurilor și comprimarea sedimentelor din depresiunile dintre ele s-a situat pe primul plan al evoluției, blocurilor continentale întregindu-se treptat în urma a numeroase orogeneze*. Dar, erodarea reliefului blocurilor paralel cu migrarea ariilor cu intensă mobilitate tectonică spre alte depresiuni tectonice, a facilitat transformarea lor în zone rigide (scuturi continentale).

Începând cu *paleozoicul* (fig. 13) scoarța a devenit tot mai groasă pe măsura solidificării bazei sale, la scară globală, se menține evoluția prin dinamica plăcilor, dar ariile de orogen capătă caracter regional fiind dependente de mișcarea, ciocnirea plăcilor. Mișcările orogenetice din paleozoic (mai ales cele hercinice) vor realiza sisteme de munți care vor lega majoritatea blocurilor într-un continent extins (Pangaea) înconjurat de Oceanul planetar (Panthalasa). Din *mezozoic* începe un proces invers, fragmentarea continentului prin dezvoltarea unor mari sisteme de rifturi (Pacific, Atlantic, Indian) și de deplasare a blocurilor continentale rezultate pe mai multe direcții (Americile spre vest, Eurasia spre est, Africa către nord, Australia înspre SV, Antarctica la sud, India spre NE etc.). Începe un lung proces care va determina realizarea bazinelor oceanice actuale prin evoluția activă a rifturilor și dezvoltarea spațiilor continentale actuale. Extinderea acestora din urmă se va face prin realizarea sistemelor de munți prin comprimări importante în ariile, vecine zonelor de subducție (Cordilieri-Anzi) sau în depresiunile de orogen vechi interpușe blocurilor (microplăcilor) care se apropiau (sistemul alpino-carpato-himalayan), iar pe de altă parte prin umplerea și exondarea unor depresiuni largi cu fundament vechi, rigid (Amazonia, Câmpia est europeană, Câmpia vest siberiană etc.).

Evoluția va continua încă multe sute poate mii de milioane de ani prin dinamica plăcilor dar pe măsura creșterii în grosime a scoarței, aceasta va deveni mult mai rigidă. Ca urmare, posibilitățile fragmentării ei de către curenții de convecție vor deveni tot mai mici, rifturile ajung să fie nonfuncționale ceea ce va atrage după sine stingerea treptată a proceselor din ariile de subducție și depresiunile de tip orogen. Pe măsura erodării marilor sisteme muntoase relieful continental va deveni tot mai aplatizat iar unele bazine marine se vor umple cu sedimente. Vor continua ridicările sau coborârile continentale pe măsura încărcării sau descărcării lor cu materialele erodate sau cu mase de gheață. Deci, în această etapă târzie de evoluție tectonica activă se va rezuma mai ales la mișcări epirogenetice ce au la bază izostazia.

### **2.2.2. Forme de relief tectono-structurale de ordinul II.**

- **În spațiul continental** sunt munții, podișurile, dealurile și câmpiile care se înscriu într-un interval de înălțime cuprins între 8848 m și 0 m, constituind trepte de relief distincte nu numai ca poziție ci și ca geneză, evoluție.

- **Munții** sunt forme de relief care depășesc de regulă 1000 m înălțime, ceea ce reprezintă cca 30% din suprafața uscatului; se adaugă însă și masive și culmi montane aflate la altitudini mai mici, ceea ce face ca spațiul atribuit acestui tip de relief să se apropie de 40%. Predominant munții sunt grupați în *lanțuri* care se înscriu în foste depresiuni de orogen din lungul zonelor de subducție importante; ele ating lungimi de mii de kilometri (Cordilierii 8000 km, Anzii 7000 km, Himalaya 2400 km, Carpații 1300 km, Alpii 1200 km etc.), au alcătuire geologică variată, văi adânci cu energie de peste 500 m, care separă creste și culmi cu versanți cu pantă mare. Au vechime diferită - cei mai vechi sunt din paleozoic fiind formați dominant din roci cristaline și magmatice iar cei mai noi, din mezozoic și neozoic, au înălțimile cele mai mari și o alcătuire din roci sedimentare, eruptive, cristaline puternic cutate. O

categorie aparte o reprezintă *masivele muntoase*, care sunt părți din munți vechi și foarte vechi (paleozoic). Aceștia au fost nivelati de către agenții externi până la stadiul de peneplenă apoi au fost fragmentați tectonic în numeroase blocuri, unele fiind ridicate chiar la peste 1000 m.

- *Dealurile* constituie un tip de relief destul de fragmentat în suprafață, alcătuind un ansamblu de culmi rotunjite suportate de văi cu o energie care se menține la 150-300 m; ca treaptă hipsometrică se desfășoară între 300 și 1000 m; au alcătuire geologică dominant din roci sedimentare și o structură variată (mai ales ușor cutată, monoclinală).

- *Câmpiile* sunt forme de relief netede aflate la altitudini de 0-300 m. Sunt slab fragmentate fiind alcătuite din câmpuri extinse și netede separate de văi cu o energie de relief sub 100 m. Dominant au rezultat prin procese de acumulare. Sunt însă și regiuni în care câmpiile marchează finalul unei nivelări de sute de milioane de ani (câmpii de eroziune de tip peneplenă sau pediplenă).

- *Podișurile* reprezintă un tip de relief aparte. Le sunt caracteristice: interfluviile plate care au o întindere mare și o fragmentare mai mică; o structură geologică tabulară sau monoclinală de unde trăsături specifice în fizionomie; poziție altimetrică variată (pot fi în spațiul câmpiilor, dealurilor și chiar a munților foarte înalți) care le impune anumite caracteristici ale componentelor fizico geografice similare treptei de relief în care se desfășoară (ex. – Dobrogea de Sud are caracteristicile geografice ale unei câmpii, Podișul Sucevei a unei regiuni de dealuri, Podișul Sucevei a unei regiuni de dealuri, Podișul Tibet al unor munți la peste 5 000 m).

Dealurile, podișurile și câmpiile constituie cca 60-70% din suprafața uscatului.

- **În spațiul bazinelor oceanice** există trei trepte de relief cu dezvoltare relativ concentrică. Spre deosebire de cele de pe continente acestea au o alcătuire și structură geologică mult mai omogenă dar și forme de relief de rang inferior reduse ca număr (fig. 14).

- *Platforma continentală (șelf, prispă)* se află la exteriorul bazinelor oceanice la contactul cu continentele; prin alcătuire și evoluție provin dominant din spațiul continental jos care a fost acoperit prin transgresiune postglaciară de către apele oceanice. Se întinde până la adâncimi de -200, -300 m, are lățimi variabile (lipsește sau este foarte îngustă în dreptul țărmurilor tectonice înalte) și este foarte extinsă în regiunile unde apele au acoperit câmpii (nord-vestul Mării Negre), are o pondere de cca 10 % din suprafața terestră.

- *Taluzul (povârnișul, abruptul) continental* prin poziție (între -200 m și -3000 m), alcătuire, pantă generală, evoluție face trecerea de la domeniul continental la cel oceanic propriu-zis; reprezintă 23% din suprafața terestră având o desfășurare continuă dar cu caracteristici morfometrice deosebite.

- *Regiunea abisală a oceanelor* se întinde pe cca 37% din suprafața terestră fiind în întregime rezultatul evoluției tectonicii globale care se reflectă și în morfologia de amănunt. În cadrul ei se disting două categorii de tipuri de relief. Prima este reprezentată de *platourile submarine* (la -3000, -4000 m) și *de câmpiile abisale* (la sub -4000 m). Ele sunt alcătuite din suprafețe întinse relativ netede dominate de vulcani izolați sau grupați în lungul fracturilor profunde. În cea de a doua grupă intră pe de o parte *munții submarini* (la unii, vârfurile sunt emerse) din dorsalele dezvoltate de-o parte și de alta rifturilor sau din lungul faliilor de transformare, iar pe de altă parte sectoarele cele mai adânci realizate tectonic în scoarța oceanică (*fosele sau gropile abisale*).

***Verificări:***

- Ce sunt Geomorfologia planetară, Geomorfologia tectono-structurală, reliefosfera?
- Care este specificul formării și evoluției continentelor și bazinelor oceanice înainte de paleozoicul superior și ulterior?
- Folosind dicționarul de specialitate stabiliți tipurile de munți, dealuri, podișuri, câmpii după diferite criterii.

## **GEOMORFOLOGIE SCULPTURALĂ (EROZIVO-ACUMULATIVĂ)**

### **Probleme**

Definiție și diviziuni.

Meteorizarea și acțiunea viețuitoarelor; rezultatele acțiunii acestora.

Gravitația, procesele specifice și rezultatele producerii lor.

Pluviudenudarea, șiroirea și torențialitatea.

Relieful creat de apele curgătoare.

Relieful creat de ghețari.

Crionivația și rezultatele acțiunii ei.

Relieful creat de apa mării și lacurilor.

Relieful eolian.

Relieful antropoc.

*Geomorfologia sculpturală* constituie secțiunea cea mai largă a Geomorfologiei, ea implicând mai ales, studiul agenților externi care acționând asupra reliefului creat de factorii interni impun o diversitate de forme de relief noi ce compun fizionomia de detaliu a regiunilor de uscat dar și pe o bună parte a platformelor continentale. Studiul acestora solicită în fiecare situație, cunoașterea agentului generator (sursa energetică, mecanismul acțiunii agentului urmărit în timp și spațiu prin regimul de manifestare al proceselor), caracteristicile morfografice și morfometrice ale formei rezultate, diverse consecințe asupra componentelor mediului geografic și societății omenești. I se mai spune *Geomorfologie erozivo-acumulativă* întrucât în marea majoritate a situațiilor, formele de relief sunt rezultatul acțiunii agenților prin procese de eroziune și acumulare. Folosirea termenului de *Geomorfologie sculpturală* pare să reflecte la prima vedere faptul că pe uscat preponderent există forme de relief generate de eroziune (agentul smulge, secționează și îndepărtează rocile din masa culmilor, versanților, din albia râului etc. generând o fizionomie nouă), dar nu pot fi omise nici cele produse prin acumulări (câmpuri de nisip, platourile cu loess, delte, câmpii etc.). Cele două denumiri nu se exclud ci se completează, întrucât una implică raportarea la acțiunile principale ale agentului pe când cealaltă la rezultat.

În cadrul geomorfologiei sculpturale cunoașterea modului de acțiune a agenților, dar analiza formelor rezultate a condus la individualizarea de domenii științifice distincte axate pe agentul cu acțiune precumpănitoare (*G. fluviatilă*, *G. glaciară*, *G. marină și litorală*, *G. eoliană* etc.); pe caracteristicile dinamicii reliefului (*G. dinamică*), pe reconstituirea evoluției reliefului (*Paleogeomorfologie*), pe raportul dintre acțiunea agenților și spațiul umanizat (*G. antropocă*) etc.

### **1. METEORIZAREA ȘI ACȚIUNEA VIEȚUITOARELOR.**

Rocile de la partea superioară a scoarței terestre intră în contact direct cu aerul, apa din diferite tipuri de precipitații, viețuitoarele (de la bacterii la plante și animale superioare) etc. Acestea exercită asupra lor acțiuni multiple izolate și repetabile în timp. Ca urmare rezultatele sunt mărunte și nu sunt vizibile imediat ci la intervale importante de timp. Totuși producerea lor are o însemnătate deosebită întrucât ele nu



numai că realizează o primă dezmembrare a rocilor, dar facilitează atacul celorlalți agenți (apa curgătoare, gravitația, vântul etc.) care dislocă produsele meteorizării și acțiunilor biochimice, dar pe care totodată le folosesc în procesele dinamice ce le generează. De aceea, aceste acțiuni de început în atacul rocilor, ce par dispartate, individuale și minore ca importanță se impun a fi cunoscute preliminar studierii mecanismului celorlalți agenți și procese morfogenetice. În unele lucrări de geomorfologie ele sunt denumite – *proces elementare, procese minore sau procese preliminare eroziunii*.

### **1.1. Meteorizarea.**

Meteorizarea reprezintă acțiunea complexă exercitată de diverși agenți din stratul de aer aflat în contact cu rocile din care este alcătuit relieful. Ea nu conduce decât la dezmembrarea mecanică, transformarea chimică a rocilor, realizarea în timp a unor depozite și a câtorva forme de relief rezidual. Agenții sunt temperatura, umiditatea, apa din precipitații care se infiltrează în roci. Nu toate elementele care caracterizează regimul acestora prezintă importanță pentru meteorizare. În general, valorile medii nu sunt elocvente, accentul se pune pe extreme și pe frecvența și intensitatea unor manifestări specifice.

Spre exemplu în regimul temperaturi însemnate sunt: - amplitudinile termice diurne cu valori mari, intervalele, în număr de zile când acestea au frecvență ridicată, perioadele cu temperaturi numai pozitive (mai ales acelea în care se depășesc  $25^{\circ}$ ) sau numai negative (și temperatura maximă este tot sub  $0^{\circ}$ ), datele la care frecvent se trece peste anumite praguri de temperatură. Toate acestea se vor reflecta în reacțiile din interiorul rocilor și depozitelor de pantă contribuind la accelerarea diferențiată a diverselor procese (dezagregarea, alterarea chimică, dizolvarea etc.) dar și la propagarea lor atât în suprafață cât și pe verticală (în adânc).

Umiditatea din stratul de aer aflat în contact cu roca sau din crăpăturile din aceasta prezintă importanță din cel puțin două motive:

- unul relația directă a vaporilor de apă cu unele elemente chimice din structura rocilor însoțită de modificarea lor;
- posibilitatea transformării lor prin contact cu suprafața mai rece sau în condițiile scăderii temperaturii (îndeosebi noaptea) în picături de apă care vor acționa asupra sărurilor transformându-se în soluții.

Apa din ploii și topirea zăpezii se infiltrează prin porii și crăpăturile rocilor și ca atare circulă în adâncime, exercitând diverse acțiuni (se încarcă cu săruri devenind soluții acide sau bazice, golurile se largesc, alteori se ajunge la precipitare, cristalizare etc.).

Acțiunea acestor factori se desfășoară lent ceea ce împiedică sesizarea proceselor ce au loc. Vizibile sunt mai ales rezultatele care apar ca depozite cu grosimi diferite și sunt alcătuite din elemente în general colțuroase cu dimensiuni variabile.

**Procesele de meteorizare.** Sunt variate, acționează la nivelul legăturilor chimice din structura mineralelor sau a spațiilor goale ori de discontinuitate. Ca urmare, unele au caracter fizic, mecanic, altele chimic, se produc în timp îndelungat, se asociază dar unul se impune conducând la efecte; acționează numai când condițiile sunt realizate atât în timp cât și spațial.

Rezultatele sunt mai întâi - slăbirea, fragmentarea rocii atacate și apoi transformarea acestora într-un depozit cu anumite caracteristici.

#### **1.1.1. Dezagregarea**

Reprezintă un proces fizic și constă în sfărâmarea părții superioare a rocilor aflată în contact cu aerul. Rezultă în timp fragmente colțuroase cu dimensiuni variabile în funcție de proprietățile rocilor, dar și de intensitatea manifestării procesului.

Condițiile de producere sunt mai multe dar câteva sunt esențiale și anume - rocile să fie expuse direct acțiunii termice și variațiilor de umiditate, să aibă o compoziție mineralogică heterogenă, să fie fisurate și cuprinse în strate subțiri cu alternanță deasă, climatul să fie favorabil variațiilor cu amplitudini mari la intervale de timp scurte (frecvent diurn întrucât cele realizate în perioade lungi, facilitează dilatarea ca și contractarea lentă a rocii expuse ce nu duce la slăbirea legăturilor dintre componentele acesteia; în unele tratate se vorbește de „adaptarea rocilor”).

Desfășurarea procesului se realizează în forme variate, dar deși local una se impune, ea se îmbină și cu celelalte.

- *Dezagregarea prin insolație* este specifică regiunilor cu climat arid unde variațiile diurne de temperatură sunt mari (deșert și semideșert unde ziua sunt 40-50<sup>0</sup>, iar noaptea coboară până la 0<sup>0</sup>, uneori fiind negative). Ele produc dilatări și contractări repetate și diferite ca mărime la nivelul mineralelor ce alcătuiesc rocile (deci variații de volum). Ca urmare, în timp îndelungat are loc pe de-o parte slăbirea până la ruperea legăturilor dintre acestea și apoi lărgirea fisurilor. Procesul este cu atât mai intens cu cât rocile sunt mai heterogene ca alcătuire, iar stratele ce alternează mai variate.

Procesul este activ la partea exterioară a rocii și slăbește către interior, profunzimea acțiunii fiind dependentă de gradul de conductibilitate termică a rocilor și de mărimea amplitudinii termice. Ca urmare, sunt roci unde acțiunea este deosebită (ex. granitul, conglomeratele) și roci în care ea este redusă (gresiile în strate groase). Rezultatul manifestării sunt grohotișuri cu dimensiuni variabile care îmbracă rocile și care se constituie într-un ecran cu rol de protecție al lor.

- *Dezagregarea prin îngheț-dezgheț* este rezultatul producerii de variații termice în jurul valorii de 0<sup>0</sup> în condițiile în care rocile au fisuri, crăpături ce conțin apă. Procesul este caracteristic îndeosebi în regiunile în care climatul este favorabil acestor situații (ex. în regiunile subpolare, temperate, în etajele alpin și subalpin), dar intensitatea diferă în funcție nu atât de amplitudinea termică, cât de frecvența (repetabilitatea) producerii sale. Procesul constă în dezvoltarea unor presiuni foarte mari exercitate asupra pereților crăpăturilor de către apa din acestea care prin îngheț își mărește volumul cu 1/11 ori. Datorită lor crăpăturile se lărgesc, cresc în adâncime și se diversifică. În cazul crăpăturilor mari și adânci umplute cu apă procesul este ceva mai nuanțat. Aici la presiunea exercitată direct asupra pereților de către gheață se adaugă tensiunile pe care stratul de gheață care se formează începând din partea superioară a crăpăturii le transmite asupra stratului din adânc, încă lichid. Ca urmare, aici se realizează efectul de pană care mărește despicătura în profunzime (fig. 15).

Rezultatele producerii procesului sunt blocurile, bolovani colțuroși care îmbracă roca sau se rostogolesc la baza pantelor (grohotișuri). Este procesul specific regiunilor alpine, periglaciare sau pe orice versant abrupt cu roca la zi din zona temperată în lunile care fac trecerea la iarnă sau primăvară.

- *Dezagregarea prin cristalizare* - este legată de exercitarea presiunii cristalelor ce se formează din soluțiile supraconcentrate din fisurile rocilor. Procesul se produce mai ales în regiunile semideșertice, dar și la marginea oceanică a deșerturilor. Apa din ploile rare, dar și din rouă sau ceață în timpul nopții, pătrunde în fisurile rocilor se încarcă cu săruri pe care le dizolvă până la saturare. Ziua prin încălzirea rocii soluțiile devin supraconcentrate creându-se condiții pentru cristalizare,

proces care conduce la creșteri de volum de unde tensiuni asupra pereților fisurilor în porțiunea bazală a acestora urmate de creșterea lor în adâncime. Acest mod de producere a dezagregării se combină cu celelalte și mai ales cu insolația.

-*Dezagregarea prin variații de umiditate* este întâlnită în regiunile unde pe de o parte sunt roci avidă de apă, care își măresc repede volumul prin incorporarea lichidului în jurul particulelor, iar pe de altă parte se produc frecvent alternanțe de intervale cu umiditate crescută cu altele secetoase când rocile pierd rapid apa.

Fenomenul este frecvent în semideșerturile lutoase și pe terenurile alcătuite din strate de argilă, marne sau depozite argiloase. În perioadele umede argila se îmbibă, iar prin creșterea volumului stratele de la exterior gonflează; invers fenomenul se produce în sezoanele secetoase când prin pierderea apei din rocă în urma evaporării se realizează reduceri de volum ce favorizează dezvoltarea de crăpături care se înscriu într-o rețea poligonală. Rezultă "coșcove" - un fel de plăci, argiloase cu grosime sub 1 cm și lățimi de câțiva decimetri care pe măsură accentuării uscăciunii se fragmentează și mai mult uneori transformându-se într-un praf grosier.

**1.1.2. Alterarea chimică** este un acțiune complexă pe care aerul, apa încărcată sau nu cu diverse substanțe (frecvent îi impun caracter acid) o exercită asupra rocilor producând transformarea profundă a acestora (nu numai fărâmițarea ci și modificarea chimică a mineralelor ce-o compun). Rezultă un depozit cu grosime diferită, cu structură și alcătuire net deosebită de roca din care au provenit.

-*Condițiile de producere* au în vedere mai multe componente și anume - roca, aerul, apa, temperatura și materia organică aflată în proces de descompunere.

Alterarea chimică este activă în rocile metamorfice și magmatice care sunt neomogene și care conțin multe elemente chimice ce se combină ușor cu cele din aer și apă. Din aer, sunt active  $O_2$  și  $CO_2$  care produc oxidări și respectiv acid carbonic. Apa disociază în O și OH intrând în combinații cu elementele din rocă. Temperaturile mai ridicate accelerează procesul, iar cele mici îl slăbesc. Ca urmare, alterarea este accelerată în regiunile calde și umede (ecuatorială, musonică etc.) și redusă în cele reci (în climat subpolar, alpin etc.). Procesul este stimulat de prezența în apă a diferiților acizi rezultați din descompunerea materiei organice (azotic, humic etc.). Un loc aparte îl reprezintă mărimea suprafeței expuse. Astfel, există diferențe între o masă de rocă compactă și una cu același volum dar puternic fisurată, crăpată. În a doua situație, suprafața pe care pot acționa gazele, apa, acizii etc. este mult mai mare și ca urmare și efectele se vor amplifica.

Alterarea chimică se înfăptuiește prin mai multe procese care se îmbină și se situează pe poziții diferite în timp.

-*Oxidarea* - este procesul prin care diverse elemente din minerale se combină cu oxigenul din aer sau rezultat din disocierea apei. Se realizează mai ales în rocile la care acest element lipsește, dar există și altele care se combină rapid cu acesta. Între ele sunt fierul, manganul ce au o pondere însemnată în alcătuirea rocilor metamorfice și magmatice, roci realizate la adâncime în scoarță în medii neoxigenate. Mai suferă oxidări sulfurile, diverse substanțe organice care se transformă în acizi care acționează direct asupra altor elemente din roci. Fiind legat de aer și apă, procesul se manifestă în scoarță până la adâncimi la care acestea pătrund, dar frecvența și intensitatea cele mai mari se fac simțite pe câțiva metri de la suprafață. Unele din aceste reacții sunt identificate pe baza culorii precipitatelor (vișiniu până la portocaliu pentru oxizii de fier, negru pentru cei de mangan, verzui și albastru pentru diverși sulfați etc.). O bună parte din aceste produse sunt solubile și ușor de îndepărtat de către apă. Ca urmare, roca pierde treptat diverse elemente chimice suferind transformări însemnate.

-*Carbonatarea* - este unul din procesele cele mai frecvente întrucât apa și  $\text{CO}_2$  (din aer, din descompunerea materiei organice, din respirația viețuitoarelor) au o largă răspândire. Din combinarea lor rezultă o soluție acidă care atacă diverse elemente din rocile magmatice, metamorfice, calcarul și dolomitul. Prin preluarea acestora rezultă bicarbonați sau carbonați care sunt ușor de dislocat roca rămânând fără elementele preluate. În cazul calcarelor și dolomitelor pe de-o parte rezultă goluri cu dimensiuni variabile dezvoltate în lungul sistemului de fisuri și diaclaze, iar pe de o alta precipitarea calciului din soluțiile suprasaturate. Procesul este întâlnit indiferent de climat numai că el se îmbină diferit cu alte procese de alterare, în funcție de nuanța mai caldă (cu hidroliza) sau mai rece (dizolvarea).

-*Hidratarea* este un proces chimic impus de prezența apei pe roci și în spațiile goale din cadrul acestora și constă în pătrunderea ei în relațiile dintre particule sau chiar în rețeaua moleculară. Prin aceasta se realizează modificări de natură fizică (volum, masă) sau de structură chimică, mineralogică (un mineral se transformă în altul). Opus acestui proces este deshidratarea prin care apa este eliminată parțial și treptat din compoziția mineralelor sau a rocii însoțită de transformări de natură fizică sau chimică.

-*Hidroliza* este un proces chimic lent care este deosebit de eficace, în regiunile calde și umede și pe rocile magmatice și metamorfice care conțin silice, feldspați etc. Manifestarea lui se realizează în mai multe faze fiecareia fiindu-i specifice eliminarea din roca inițială a unor elemente și prin aceasta se produce modificarea treptată în alcătuirea chimică a rocii. Astfel, mai întâi are loc separarea din roci a Na, Ca, K care vor forma hidroxizi ce sunt îndepărtați mai ales prin transformarea în carbonați solubili. Ulterior, se elimină și alte elemente între care siliciu, pentru ca în final, să rămână o masă bogată în oxizi și hidroxizi de fier și aluminiu (bauxita, lateritul) care se remarcă prin colorit (portocaliu, vinețiu, roșu) și consistență.

Procesul de hidroliză se asociază frecvent cu oxidarea, carbonatarea și hidratarea.

-*Dizolvarea* - este un proces complex care se exercită asupra unei categorii de roci care au o proprietate aparte - solubilitatea. Între acestea cu însemnătate pentru formele de relief care rezultă sunt calcarul, sarea, gipsul, conglomeratele cu elemente calcaroase etc. Agentul este apa care se asociază cu diferite gaze ( $\text{CO}_2$ ), acizi rezultați în special din descompunerea materiei organice. Manifestarea cea mai rapidă se constată la sare, gips, breția sării în care apa creează rapid șențulețe, alveole, largesc contactele cu alte roci etc. Situațiile cele mai complexe se produc în masivele calcaroase unde deși procesul este mai lent formele rezultate se păstrează timp îndelungat. În acest caz, apa încărcată cu  $\text{CO}_2$  dă o soluție acidă slabă care dizolvă și preia Ca din calcar proces realizat pe măsura pătrunderii și străbaterii fisurilor și diaclazelor din masivul calcaros. Spațiile se largesc, se unesc, rezultând în final, o multitudine de goluri atât la exteriorul masivului, dar și în interiorul lui; soluția de bicarbonat de calciu supraconcentrată ajunsă, în golurile interne (peșteri), va da naștere prin precipitare la diverse forme pozitive (stalactite, stalagmite etc.).

Dizolvarea se îmbină cu celelalte procese fizice și chimice, dar diferit în funcție de condițiile climatice (este mai activă peste tot unde apa se încarcă repede cu  $\text{CO}_2$  și diverși acizi, dar și în locurile unde apa poate circula prin masa rocii).

## **2.2. Acțiunea viețuitoarelor în geneza reliefului.**

Viețuitoarele au o mare răspândire fiind prezente în toate mediile, iar în cadrul scoarței pământului de la suprafață și până la mai multe sute de metri cu o concentrare mai mare în primii zeci de metri. Acestea extrag din această fâșie diverse elemente minerale, apa și folosesc aerul pentru a trăi. Dar procesele biotice conduc la

un lanț de alte procese fizice și chimice care produc sfărâmarea rocii, modificarea conținutului mineral al lor. Iată, câteva mai însemnate.

- *Dezagregarea rocilor prin creșterea în grosime și lungime a rădăcinilor* care au pătruns în unele fisuri, crăpături; prin acest proces biologic (creșterea) rezultă presiuni enorme asupra pereților fisurii și de aici declanșarea unui proces mecanic (împingerea laterală a lor însoțită de lărgirea și adâncirea crăpăturii).

- *Săparea de galerii* pentru adăpost nu numai în depozite dar și în rocile friabile (gresii slab cimentate, argile, marne etc.) de către diverse animale, determină realizarea, mai ales mecanică, a unor forme de relief cu dimensiuni variabile, care constituie și căi de penetrare în masa rocii a apei, aerului accelerând procesele de meteorizare.

- *Alterarea biochimică* se realizează în principal pe două căi. Prima este legată de extragerea directă din rocă sau depozit de către organisme, a elementelor necesare vieții (rădăcinile plantelor, diverse bacterii) însoțită de unele procese chimice (îndeosebi oxidări). Cea de a doua constituie o cale indirectă de atac fiind legată de soluțiile, în general acide rezultate prin descompunerea materiei organice (rădăcini, frunze, tulpini etc.) după moartea viețuitoarelor.

Se mai adaugă unele elemente minerale care au fost încorporate în tulpinile plantelor (ex. silicea), scheletul animalelor (ex. calcarul) și care după dispariția acestora rămân la suprafață reintrând sub diferite forme în circuitul materiei.

*Procesele generate de viețuitoare deși la prima vedere apar ca ne semnificative, ele capătă un loc aparte datorită numărului foarte mare al acestora, vitezei ridicate de înmulțire și poziției acțiunii lor la partea superioară a reliefului.*

Strânsele legături dintre acestea și mediile cu care intră în contact asigură rolul important al viețuitoarelor între agenții externi în geneza reliefului. Însemnătatea lor este însă diferită în spațiu, fiind activă în regiunile calde și umede, temperat-oceanice, subtropicale unde condițiile facilitează nu numai cea mai mare varietate de specii, dar și numărul cel mai ridicat de plante și animale. Importanța scade în regiunile deșertice, polare și în cele situate la altitudini ridicate.

Nu trebuie omis nici rolul de *ecran de protecție și fixare* al depozitelor și rocilor exercitat de vegetația bogată (mai ales forestieră) aflată pe acestea. Prezența ei diminuează posibilitatea înregistrării unor amplitudini mari de natură termică, dar asigură un grad de umiditate aproape constant. Ca urmare, ea influențează meteorizarea micșorând rolul insolației, dar amplifică hidroliza, oxidarea etc.

### **2.3. Depozitele și formele de relief rezultate prin meteorizare și acțiunea viețuitoarelor.**

Acțiunea celor două categorii de agenți prin procesele specifice pe care le declanșează determină realizarea pe de-o parte a unei mase de materiale cu grosimi și alcătuire variabile, iar pe de alta detașarea unor forme de relief cu caracter rezidual pus în evidență direct sau numai după îndepărtarea depozitului.

**2.3.1. Scoarța de alterare** - constituie depozitul rezultat în urma proceselor de meteorizare și biochimice și care este prezent pe suprafețe orizontale și cvasiorizontale (fig. 13).

În depozit se includ elemente cu dimensiuni variabile dar colțuroase întrucât procesul de sfărâmare este continuu indiferent de gradul de alterare chimică și de ușoara mobilitate locală a lor.

#### ➤ **Caracteristicile scoarței de alterare:**

- *Forma și mărimea generală a elementelor ce-o compun depind de rocă și de climatul în care s-au format.* În acest sens se pot separa mai multe situații:

- Scoarța de alterare în care elementele componente sunt puternic colțuroase și mari (grohotișuri); este frecventă pe roci eruptive, metamorfice, calcare și în climatele reci unde îngheț-dezghetul este activ (fig. 13).

- Scoarțe de alterare formate din plăcuțe cu grosime sub 1 cm și diametre variabile (coșcove); frecvente pe platourile alcătuite din strate subțiri de marne, argile, gresii slab cimentate care prin alterare se sparg; în climate în care se succed intervale umede cu altele secetoase; au loc dezagregări și hidratări-deshidratări care conduc la sfărâmarea în plăcuțe poligonale a stratului argilos de la suprafață.

- Scoarțe de alterare în care materialul are caracter net nisipos; rezultă din dezagregarea și alterarea stratelor de gresii puțin cimentate, în climat cu variații de temperatură și umezeală

- Scoarțe de alterare în care materialul este argilos, prăfos ca urmare a unei intense alterări favorizată de rocile moi, dar mai ales de climatul cald și umed.

- Scoarțe de alterare în care există concrețiuni sub diferite forme incluse în materiale argiloase; rezultă pe roci granitice, metamorfice în climat umed tropical.

- *Scoarțele de alterare prezintă o structură specifică* în raport cu condițiile climatice și cu durata realizării ei. Spre exemplu în zona temperată, aceasta are mai multe orizonturi deosebite ca mărime și ca tip de elemente constituente. La partea superioară este un *orizont dominat argilos* rezultat al unei alterări intense și de durată. Sub acesta sunt altele (*argilo-detritic, detritic, roca parțial fragmentată și roca neafectată*) în care spre adânc crește mărimea și ponderea elementelor dezagregate, colțuroase. Un astfel de profil are o grosime medie de 1,5-2 m, această adâncime constituind nivelul bazal al manifestării alterării. Dacă orizonturile superioare sunt îndepărtate prin eroziune, alterarea își va relua ciclul afectând nu numai ceea ce a rămas din depozit dar și roca astfel încât în timp se va ajunge la structura specifică.

-*Scoarța de alterare* fiind o masă de elemente cu dimensiuni variabile (de la particule argiloase la bolovănișuri) separate de goluri numeroase *permite circulația apei (gravitațional și capilar), aerului, dezvoltarea plantelor și acumularea de materie organică;*

-*Scoarța de alterare* îi este specifică *o dublă mobilitate*. Mai întâi este *deplasarea lentă a particulelor* din componența orizonturilor care se realizează prin circulația apei în depozit, prin variații de volum impuse de oscilații climatice și de umiditate etc. Este specifică suprafețelor cu panta foarte mică pe care scoarța este groasă. Cea de a doua formă implică pante mai mari pe care apa din precipitații antrenează la început materialele din orizonturile superioare ale depozitului (scoarței de alterare) iar ulterior și pe celelalte până la roca din bază (pluviudenudare). În funcție de mărimea pantei este viteza de deplasare a materialelor, gradul de îndepărtare a lor, dar și raportul cu posibilitatea regenerării depozitului.

-*Scoarța de alterare este depozitul pe seama căruia* prin procese pedogenetice se ajunge la *realizarea solului*.

➤ *Tipuri climatice de scoarță de alterare:*

Climatul are un rol esențial pentru desfășurarea mecanismului de transformare a rocii în scoarță de alterare, pentru caracteristicile structurale pe care aceasta le capătă. Ca urmare, atât zonal (din regiunile reci subpolare la cele calde și umede de la latitudini mici) cât și pe verticala munților are loc o distribuție a acestora concretizată în mai multe tipuri ce reflectă o anumită compoziție și natură chimică.

- *Scoarța de tip detritic* - este caracteristică regiunilor reci sau etajului alpin; aici domină dezagregarea prin îngheț-dezghet ce duc la spargerea rocilor (de unde numele de scoarță de *tip clastic*); într-o anumită măsură se produc dizolvarea pe roci

carstificabile și o redusă alterare chimică. Vegetația este slab dezvoltată, rocile intră în contact direct cu factorii meteorologici (de aici și numele de *scoarță litogenă*). Rezultatele sunt depozitele de tip grohotișuri care alcătuiesc câmpurile de pietre cu dimensiuni întinse.

- *Scoarța de tip argilo-sialitic* se dezvoltă în regiunile temperate oceanice (ex. Vestul Europei) cu vegetație bogată, caracterizate printr-un climat umed și moderat termic, ce permit un proces de alterare avansat care face ca în depozit alături de fragmente colțuroase de rocă (rezultate din dezagregări în timpul iernii) să existe (uneori dominant) alumosilicați (argilă de tip caolin, hidroxizi de fier și aluminiu); are o grosime mai mare de 2 m.

- *Scoarța de tip carbonato-sialitic* este specifică regiunilor temperat continentale. În acestea vegetația este slab reprezentată, domină ierburile; climatul cu ariditate tot mai accentuată spre interiorul continentelor și diferențiat termic în patru sezoane favorizează atât dezagregările prin îngheț-dezgheț (iarna) și insolație (vara), cât și alterarea (în anotimpurile de tranziție când există umezeală).

Ca urmare, este o scoarță cu argilă de tip illit sau montmorilonit, în măsură mai redusă nisip, dar la care se adaugă acumularea de carbonați de calciu și magneziu sub formă de concrețiuni către baza profilului (nu există suficientă apă care să permită îndepărtarea lor).

- *Scoarța de tip terra-rossa* – este prezentă îndeosebi în regiunile subtropicale pe rocile calcaroase. Climatul cu două sezoane distincte (iarnă răcoroasă și ploioasă și vară uscată și caldă) și o vegetație dominant de arbuști favorizează alterarea. Se ajunge la un depozit argilos cu acumulări de oxizi de fier de unde culoarea roșie sau pestriță.

- *Scoarța de tip halosialitic* - este frecventă în deșerturile tropicale cu climat arid, cald și cu puține precipitații ce cad la intervale mari de timp; aici lipsește vegetația. În aceste condiții dezagregarea prin insolație și cristalizare este procesul esențial; materialele rezultate sunt colțuroase formând pe de-o parte mări de pietre, iar la exteriorul acestora câmpuri de nisip. Procesele de alterare deși sunt neesențiale se produc în intervale scurte când cad precipitații dar și prin desfășurarea unor procese meteorologice (roua iar lângă țărmul oceanic, ceața). Ele asigură o cantitate redusă de argilă în masa de nisip. În unele microdepresiuni rezultă cruste de săruri. Ele provin fie prin evaporarea apei din unele lacuri existente aici, fie din pânza subterană de apă aflată la adâncimi nu prea mari. În a doua situație datorită temperaturilor ridicate din timpul zilei apa încărcată cu săruri aflate în depozit sau în roci urcă prin capilaritate la suprafață, iar aici prin evaporare rezultă acumularea sărurilor (cloruri, sulfați, carbonați etc.) sub formă de cruste cu grosime diferită și care sunt numite sebka în Sahara, takâre în Asia Centrală, salinas în Atacama etc.

- *Scoarța de tip ferallitic* se dezvoltă în condițiile unui climat cald și umed dar cu două sezoane distincte sub raportul cantității de precipitații (în regiunile de savană și în cele cu musoni). Depozitul este bogat în argilă cu conținut de oxizi de fier și aluminiu, ca urmare a unei alterări diferențiată sezonier ca intensitate sezonier.

În anotimpul ploios cu circulație a apei de sus în jos, hidroliza este importantă conducând la îndepărtarea din rocile silicioase nu numai a bazelor ci chiar a silicei. Rezultă un depozit argilos cu oxizi de fier și hidroxizi de aluminiu. În sezonul arid se produce un proces invers de circulație a apei încărcată cu oxizi de fier de jos în sus (prin capilaritate) ceea ce face ca la partea superioară a depozitului să se înregistreze o concentrare a oxizilor care prin acumulare și consolidare generează o placă dură grosă de culoare roșie (laterita).

- *Scoarța de tip allitic* - este întâlnită în regiunile ecuatoriale cu climat cald și foarte umed, cu o vegetație bogată și permanentă. În aceste condiții alterarea este permanentă și intensă. Rezultă un depozit argilos (caolin) cu grosimi de mai mulți zeci de metri ce conține dominant oxizi de fier și aluminiu.

### 2.3.2. *Scoarța de alterare și depozitele de pantă*

Scoarțele de alterare sunt depozitele care s-au format în loc pe suprafețele plate; ca urmare, elementele componente nu suferă decât mișcări individuale lente (imperceptibile) și în general pe verticală, ele fiind determinate de variații de temperatură sau umiditate, de crearea unor spații reduse în urma circulației apei, prin tasări ca efect al unor presiuni exterioare.

Versanții care sunt însumări de suprafețe cu formă (dreaptă, convexă, concavă) și înclinări diferite sunt și ei acoperiți de depozite (numite și depozite de pantă) dar care au rezultat atât din materiale de proveniență autohtonă dar mai ales alohtonă. Deci, în orice punct de pe un versant prin procese de meteorizare, roca din care este alcătuit acesta este fărâmițată, alterată. Pe de altă parte aici, prin alte procese (spălarea în suprafață) ajung materiale din sectoare aflate mai sus, inclusiv din scoarța de alterare (de pe poduri interfluviale) după cum și pleacă o anumită cantitate de materiale spre puncte aflate mai jos. Prin urmare, în orice punct se realizează atât creșteri alohtone, dar și pierderi conform relației:

$$M = (P_m + P_a) - P_d$$

în care:

$M$  = masa prezentă,

$P_m$  = produse autohtone rezultate din meteorizare

$P_a$  = produse alohtone,

$P_d$  = produse care părăsesc punctul.

Deci, în funcție de rezultatul acestei relații depozitul va exista având grosimi variabile sau va lipsi ( $P_d$  depășește cantitativ prima parte a relației).  $P_d$  și  $P_a$  sunt variabile care depind de *mișcarea materialelor* impusă de gravitație, spălarea în suprafață, vânt etc.

➤ *Mișcarea materialelor se realizează diferit de la un sector la altul în funcție de diverși factori și condiții ce pot avea caracter stimulatив sau restrictiv.*

Între aceștia mai importanți sunt:

- **factorii interni** ce definesc *caracteristicile depozitului* includ:

- *mărimea elementelor* care îl alcătuiesc (cele mari, cu greutate ridicate au o mobilitate sporită în raport cu cele mici ca efect al gravitației și invers când intervin alți agenți precum vântul, pluviudenudarea).

- *coeziunea elementelor* din depozit sau din rocile de dedesubt (cu cât este mai mare cu atât posibilitatea deplasării este mai redusă și invers).

- *proprietățile rocilor din bază sau ale elementelor din depozit* (ex. *plasticitatea* materialelor argiloase în condițiile abundenței apei în depozit favorizează deplasarea).

- *frecarea* dintre elementele depozitului sau dintre masa acestuia și suprafața rocilor pe care se află (crește de la elementele mici la cele mari, de la cele ușor rotunjite la cele colțuroase, de la partea superioară a versanților către bază etc.).

- *mărimea înclinării suprafeței de versant* (mobilitatea materialelor sporește cu cât panta este mai mare);

- **factorii externi** care exercită direct sau indirect o influență asupra depozitului și rocilor de sub acesta includ:



- *variațiile de temperatură și de umiditate* (se resimt pe adâncimi reduse provocând mobilitatea lentă a elementelor),

- *presiunea exercitată asupra depozitului* de către un volum de materiale (masă alunecată) sau de altă natură (zapadă troienită, avalanșe)) care favorizează ruperea echilibrului și deplasarea.

- *secționarea versantului* prin eroziune fluvială, torențială sau antropică poate conduce la o stare de instabilitate ce favorizează deplasarea.

- *vegetația* ca factor de stabilitate (sistemul radicular bogat fixează depozitul, asigură un regim normal al umezirii și menținerii apei în depozit, împiedică eroziunea în suprafață etc.) dar și ca potențial stimulent în producerea unor deplasări în masă când sporește presiunea exercitată datorită creșterii greutateii ei.

➤ *Mișcarea materialelor este diferită în timpul anului* caracteristică impusă de regimul evoluției elementelor climatice (îndeosebi variațiile de natură termică și ale cantităților de precipitații). Ca urmare, se separă atât zone latitudinale cât și etaje în munții înalți ce corespund celor impuse de climat în care în timpul anului specificul și ritmul mișcării, volumul dislocat sunt diferite în cuprinsul sezoanelor (zonele reci și etajul alpin cu mobilitate mare în sezonul cald; zonele temperate cu mobilitate diferită în patru sezoane, dar cu maximum în cele de tranziție, zonele de savană și subtropicale cu mobilitate net diferită în cele două sezoane). Există și zone în care această distincție se raportează nu la un sezon ci la momentele în care condițiile climatice particulare intervin într-o evoluție relativ uniformă (în deșerturi, producerea unor ploi torențiale asigură pe un scurt timp o mobilitate de excepție prin volumul dislocat)

- *Tipuri de mișcare a materialelor de pe versanți*. Există modalități deosebite de diferențiere a mișcării materialelor în funcție de criteriile alese.

- *Forma de existență a materiei* care este supusă mișcării le împarte în deplasarea materialelor solide (de la particule submilimetrice la blocurile de rocă care se prăbușesc și rostogolesc) și fluide (apa din precipitații încărcată cu elemente preluate frecvent prin dizolvare și care circulă prin depozite și roci).

- *Viteza* cu care se realizează mișcarea separă elemente la care mobilitatea este *lentă*, imperceptibilă și elemente la care aceasta este *mare* și deci ușor de sesizat.

- *Agentul* care înfăptuiește mișcarea ce impune nu numai viteza, intensitatea, dar și forma în care aceasta se produce. Astfel sunt *deplasări lente* ale elementelor în depozite ca urmare a variațiilor de temperatură, umiditate, creșterii rădăcinii plantelor, circulației apei prin crăpături etc., *deplasări pe suprafața versanților* de către apa din ploi sau topirea zăpezilor etc., *deplasări în lungul unui canal* în care se manifestă acțiunea agentului (ravene, ogașe, torenți), în acest caz procesul purtând numele de *transport*. Deci trebuie să se facă o distincție în folosirea celor doi termeni - *deplasare* pentru mișcările lente sau brusce cauzate indirect din acțiunea unui agent (variații de temperatură, umiditate; gravitație) și *transport* pentru procesul ce caracterizează mișcarea agentului împreună cu materialele dislocate (transport torențial etc.).

#### **2.4. Microrelieful rezultat prin meteorizare și acțiunea viețuitoarelor**

Cele două grupe de procese acționând asupra rocilor conduc pe de o parte la dezvoltarea unor depozite diferite ca grosime, alcătuire, poziție (pe interfluvii sau pe versanți) iar pe de altă parte la individualizarea unor reliefuri variate ca formă, dimensiuni datorită acțiunii diferențiate a agentului și a proceselor asupra rocilor care opun rezistență deosebită. Se pot separa:

-*relief creat prin dezagregare* (abrupturi, vârfuri izolate de tip coloane, sfinxi, babe, creste, surplombe),

-*relief dezvoltat prin dizolvare* (lapiezuri, doline, avene în exteriorul unui masiv calcaros și peșteri în interior),

-*relief dezvoltat prin procese de alterare* (căpățâni de zahăr, taffoni, blocuri sferoidale, alveole etc.).

-*relief biogen* - crăpături în roci, microalveole, goluri create în roci sau depozite, furnicare etc.

#### *Concluzii*

- Deși în individualizarea unor astfel de forme de relief se remarcă activitatea unui agent sau a unui tip de procese în realitate în timp la crearea acestora în timp se conjugă *manifestarea mai multora*.

Li se atribuie termenul de "*relief rezidual*" întrucât cele mai multe forme apar ca o *topografie cu multe denivelări care devine vizibilă* în urma îndepărtării materialelor dislocate și alterate ce le acoperă. Ea va fi cu atât mai complexă cu cât alcătuirea petrografică este mai variată și ca urmare, meteorizarea s-a manifestat selectiv în funcție de rezistența opusă.

- Îndepărtarea materialului alterat și exhumarea microreliefului se realizează mai ușor pe suprafețele înclinate și mai greu pe cele orizontale. Pe acestea din urmă alterarea intensă creează o pătură tampon între agenți și roci acestea din urmă fiind protejate când depozitul devine gros; aici microrelieful îngropat are denivelări reduse.

- O situație inversă se constată pe *versanții cu pantă mare* (peste 50<sup>0</sup>) pe care *produsele dezagregării, alterării chimice se elimină rapid* prin gravitație și pluviudenudare. Ceea ce rămâne este forma de relief care se impune în peisaj prin fizionomie (pereți stâncoși, vârfuri, creste etc.) și dimensiuni (de la câțiva metri la sute de metri, în cazul abrupturilor).

Alternanța de strate de roci cu rezistență variată sau un grad de fisurare deosebit de la un loc la altul multiplă succesiunea proeminențelor și excavațiilor.

#### **Verificări:**

- Ce este meteorizarea și care este mecanismul fizic de acțiune?
- Stabiliți raporturile între tipul de alterări și proprietățile lor.
- Precizați diferențele dintre oxidare, hidratare și hidroliză.
- Cum se produce acțiunea viețuitoarelor asupra rocilor?
- Urmăriți raporturile dintre condițiile climatice, procesele și tipurile de scoarță de alterare pe Glob.
- Ce este microrelieful creat de meteorizare? Exemplificări din România și pe Glob.

### 3. Gravitația, procesele și formele de relief legate de acțiunea ei.

Gravitația este un agent care acționează din interiorul Pământului fiind generată de un ansamblu de particule (gravitoni) concentrate în nucleu. Ea a stat la baza structurării materiei din care Pământul este alcătuit, a menținerii atmosferei și are un rol esențial pentru geneza și evoluția multor forme de relief (ex. alunecări de teren, prăbușiri etc.). Pentru unele dintre acestea ea constituie forța care pune în mișcare alt agent (ex. apa curgătoare) care prin procese specifice realizează forme de relief. Astfel, apa râului curge având o anumită energie rezultată din mărimea debitului și din viteză ce este facilitată de gravitație exprimată prin valoarea pantei.

Însă există o categorie aparte de forme de relief la care acțiunea gravitației se manifestă direct, ea reprezentând nu numai forța ce declanșează un proces specific, dar și cea care întreține dinamica acestuia conducând la un relief deosebit de complex. Ca urmare, toate acestea alcătuiesc grupa proceselor și formelor de relief gravitaționale la care agentul (gravitația) deși pare imperceptibil imprimă materialelor din depozitele de versant și rocilor o mișcare cu viteze variate. În unele situații mișcarea are viteze mari (prăbușiri), iar alteori este extrem de lentă ea fiind dedusă din modificările periodice în fizionomia și dimensiunile formelor de relief. De aici, uneori diferențierea în *processe gravitaționale brusce*, (mișcarea rapidă, vizibilă) și *lente* (mișcări imperceptibile și la nivel de componente materiale). Indiferent de situație câteva lucruri le sunt comune. Mai întâi, existența pe de-o parte a unui interval mai lung în care prin numeroase modificări mici în starea fizică sau chimică a materialelor sau rocilor se ajunge la o limită extremă (prag) a stabilității pe care gravitația o rupe declanșând mișcarea, iar pe de altă parte a unui interval în care prin deplasare se creează forme de relief specifice. În al doilea rând în marea majoritate a situațiilor procesele gravitaționale, deși aparent sunt singulare în realitate se combină, se asociază nu numai între ele ci și cu altele, aparținând altor agenți (circulația apei subterane, eroziunea la baza versanților etc.). În al treilea rând, indiferent de proces viteza elementelor pe parcursul desfășurării mișcării este diferită - mică la început până când se rupe echilibrul și în final (când se tinde spre un nou echilibru) și ridicată pe parcursul accentuării instabilității.

#### 3.1. Procese gravitaționale brusce:

##### 3.1.1. Prăbușirile

➤ *Definiție.* Sunt deplasări ale unor volume de rocă care se produc brusc, aproape instantaneu sub efectul gravitației. Mișcarea se face prin *cădere liberă* când versanții sunt abrupti sau prin *saltare* când aceștia sunt înclinați. Procesul i se mai atribuie și termenii de *năruire* (se produce pe versanții, malurile alcătuite din roci slab consolidate, ex. în loess, nisipuri etc.) și *surpare* (au loc pe pantele a căror bază este supusă unei eroziuni ce creează excavații rupând stabilitatea, ex. în malul concav al meandrelor râurilor, pe falezele litorale).

➤ *Condiții de realizare.* Sunt mai multe, unele având caracter potențial, iar altele de pregătire. În prima grupă se impun:

- versantul să aibe o *pantă mare* (cu cât valoarea este mai ridicată cu atât gravitația se devine mai activă), iar *rocile* din care este alcătuit *să fie în contact direct* cu diverși agenți externi;
- *rocile* să fie *heterogene* în conținut și *fisurate* cât mai mult;
- *stratele* să opună o rezistență slabă, iar *succesiunea* lor cât mai *deasă*;
- vegetația să lipsească sau să aibă un rol redus în protecția pantei expuse;
- în cea de a doua grupă se includ toți factorii care conduc la fragmentarea rocii pregătind ruperea echilibrului;

- oscilațiile termice și de umiditate cu amplitudini mari realizate în intervale de timp cât mai scurt;
- frecvența ciclurilor diurne de îngheț și dezgheț;
- circulația apei prin crăpăturile rocilor și îndepărtarea materialelor cu dimensiuni reduse rezultate prin dezagregare și alterare;
- producerea dizolvării;
- pătrunderea și dezvoltarea rădăcinilor în crăpăturile rocilor urmate de lărgirea și adâncirea acestora și separarea blocurilor de rocă în versant;
- crearea de nișe de eroziune la baza versanților ce conduc la realizarea unei stări de instabilitate;
- activități antropice care indirect (secționarea versanților, îndepărtarea vegetației protectoare, exploatare în cariere etc.) accelerează fragmentarea rocilor și apropierea de ruperea echilibrului).

➤ *Dinamica procesului.* Deși prăbușirea este un act brusc care de cele mai multe ori poate fi dedus prin rezultate (blocurile de rocă răspândite la baza versantului) totuși în evoluția dinamică a lui pot fi diferențiate faze. Mai întâi o *îndelungată perioadă de timp în care*, prin intervenția îndeosebi a meteorizării, roca este fragmentată în blocuri cu dimensiuni variabile *slăbindu-se foarte mult elementele ce asigură stabilitatea versantului* (coeziunea dintre componentele rocii, frecarea internă etc.) ajungându-se la limita echilibrului.

Ruperea echilibrului se realizează în condițiile unei intervenții externe ce poate fi legată de o *perioadă cu precipitații bogate*, (accentuează umectarea rocilor, depozitului slăbind coeziunea dintre componente), *creșterea bruscă a temperaturii aerului* (determină o topire rapidă a gheții dintre blocuri), *seisme naturale* sau provocate prin exploatare în cariere (determină ruperea legăturilor care mai există între blocuri) etc.

Din acest moment intervine direct gravitația care imprimă blocurilor de rocă, o mișcare bruscă, acestea căzând la baza versantului unde se sfarmă, rostogolesc și se acumulează dând diverse forme (blocuri izolate, conuri sau poale de grohotiș). În funcție de mărimea lor, rostogolirea și încetarea mișcării se realizează diferit (cele mici rămân la baza versantului pe când la cele voluminoase gravitația le imprimă o viteză de deplasare mai mare. Reluarea mișcării lor se va face fie lent (blocurile se dezagregă sau se afundă în depozitul de sub ele ca efect al propriei greutate), fie brusc (prin izbirea lor de către alte blocuri care se prăbușesc ulterior).

➤ *Tipuri de prăbușiri.* Frecvent sunt separate două categorii în funcție atât de volumul deplasat, cât și de complexitatea procesului.

- *Prăbușirile individuale de blocuri.* Sunt specifice abrupturilor stâncoase ale munților în etajul alpin. Dezagregarea reprezintă principalul proces preliminar, iar acumularea de blocuri singulare sau grupate sub formă de (conuri, poale de grohotiș), este rezultatul intervenției gravitației. (ex. la baza abrupturilor munților Bucegi, Pietra Craiului, Ceahlău, Ciucaș, Făgăraș etc.).

- *Prăbușiri sub formă de năruiri.* Sunt frecvente pe versanții a căror instabilitate este pregătită de eroziunea fluvială, abraziunea marină ce creează nișe adânci la baza lor sau de către sufoziune care realizează diverse goluri subterane. Prin prăbușire rezultă trepte sau o masă cu configurație neuniformă (apar frecvente pe versanții alcătuiți din loess, în malurile concave ale meandrelor râurilor, pe falezele lacustre sau marine).

- *Prăbușiri-alunecări.* Sunt deplasări de volume însemnate de rocă sau de depozite care se realizează în condiții care determină o instabilitate pe spații largi din versanți. Poate să se producă în condițiile în care rocile din care este alcătuit versantul

sau depozitul ce-l acoperă capătă o cantitate mare de apă în urma unor ploii bogate și de durată sau a topirii unei cantități mari de zăpadă. Slăbirea coeziunii dintre blocuri și a frecării interioare dintre acestea facilitează ruperea echilibrului și prin gravitație, deplasarea unor volume însemnate din versant. Aceasta nu se va realiza prin cădere liberă, ci printr-o translație combinată cu rostogoliri. Rezultatul va fi o masă de grohotișuri cu înfățișare haotică (valuri, trepte, microdepresiuni) care se va desfășura la baza versanților uneori cuprinzând o mare parte din lunca și albia din văi. Se poate ajunge chiar la bararea albiilor și crearea unor lacuri pe fundul văii în amonte de baraj (ex. Lacul Roșu rezultat în 1837 pe râul Biczaz).

### 3.2. Alunecările de teren

➤ *Definiție.* Sunt deplasări gravitaționale care se produc cu viteze variabile, dar în majoritatea situațiilor sunt ridicate. Procesul deși este considerat ca brusc, se desfășoară mai încet decât în cazul prăbușirilor, într-un interval de timp mai îndelungat și poate fi urmărit. El constă în desprinderea, sub acțiunea gravitației, a unui pachet de roci care se deplasează spre baza versantului pe strate argiloase. Ca urmare, rezultă o formă de relief complexă cu sectoare ridicate ce alternează haotic cu porțiuni coborâte.

➤ *Condiții de realizare.* Există trei tipuri de condiții, unele care dau posibilitatea înfăptuirii fenomenului, iar altele care conduc către starea de instabilitate propice declanșării și cele care produc fenomenul.

- *Condițiile potențiale* sunt mai multe dar patru asigură realizarea lui. Mai întâi este *alcătuirea petrografică* care solicită existența rocilor argiloase, marno argiloase care prin umectare puternică devin plastice favorizând deplasarea prin alunecare a stratelor permeabile de deasupra. În al doilea rând este prezența unor *pante* prin care mișcarea să se poată înfăptui (suprafețele orizontale nu vor asigura deplasări de tipul alunecărilor). La acestea se adaugă necesitatea prezenței apei și lipsa unei vegetații cu sistem radicular bogat capabilă să stabilizeze terenurile. În aceste condiții fenomenul este posibil, dar nu obligatoriu.

- *Condiții care conduc la starea de instabilitate.* Sunt legate de două categorii de factori. Prima implică *abundența apei* în roci sau în depozitele de pe versant. Este asigurată prin căderea unor ploii bogate și de durată sau de topirea unui strat gros de zăpadă coroborate cu temperaturi nu prea ridicate ce-ar conduce la evaporări rapide. A doua categorie include factorii care împing spre pante mari, favorabile ruperii stării de echilibru. Unii sunt naturali (*adâncirea ogașelor, torenților, râurilor, subminarea bazei falezelor* de către eroziunea valurilor etc.) iar alții impuși de acțiuni antropice (*secționarea versantului* pentru căi de comunicație și alte construcții).

- *Condiții de declanșare* sunt cele care conduc în timp, prin cumularea efectelor singulare, la ruperea echilibrului. Se disting-*presiunea exercitată asupra rocilor din versanți* prin creșterea greutateii unor elemente aflate pe ele (construcții, arborii dintr-o pădure mai ales dacă au rădăcini superficiale etc.), *fisurarea rocilor prin seisme* naturale și antropice, adoptarea unui *sistem de folosințe a terenurilor neadecvat* pantei și alcătuirii (permite infiltrarea rapidă a apei în adânc spre stratul argilos).

➤ *Declanșarea și desfășurarea procesului.* Producerea unei alunecări de teren se face pe termen mai mare care presupune separarea mai multor faze de evoluție.

- *Pregătirea procesului* este faza cea mai îndelungată în care sunt multe acțiuni singulare (creșterea treptată a cantității de apă din roci și îmbibarea stratului de argilă; seisme, diverse acțiuni antropice etc.) ce se corelează și conduc la momentul ruperii echilibrului.

➤ *Alunecarea propriu-zisă*. Implică secvențial mai multe momente.

- *Începutul deplasării* volumului de rocă și al depozitelor aflate peste stratul argilos (impermeabil dar care datorită îmbibării cu apă devine plastic ușurând mișcarea); rezultă crăpături profunde în fața cărora materialele se lasă pornind lent în sensul pantei; se conturează arealul alunecării;

- *Dezvoltarea alunecării* când masa materialelor se deplasează cu viteze deosebite în funcție de gradul de umezire al lor și de mărimea locală a pantei versantului. Viteza este ridicată la partea superioară și scade spre bază; viteza este mai mare în sectoarele unde concentrarea apei asigură o umezire deosebită; viteza scade pe măsura derulării procesului și eliminării apei din corpul alunecării; în general ea variază de la câțiva metri pe oră în momentele active la sub un metru pe zi în faza ce conduce la stabilizare; rezultă trepte, valuri de alunecare separate de microdepresiuni cu formă și dimensiuni variabile; procesul durează de la câteva ore la mai multe zile.

- *Stabilizarea alunecării* se realizează treptat pe măsura pierderii apei din depozitul care a suferit deplasarea fie pe cale naturală, fie prin diverse lucrări antropice.

- *Reluarea procesului*. Se produce în condițiile în care se ajunge la dezechilibre în anumite sectoare ale vechii alunecări. Acestea corespund fie unor pante mari (râpa desprinderii anterioare, frunțile treptelor de alunecare, malurilor abrupte ale unor torenți sau râuri care s-au adâncit în alunecare etc.), fie locurilor unde se mențin condiții de umezire bogată (sectoare mlăștinoase, ochiuri de apă, izvoare bogate etc.). Reluarea se face după ploi bogate și cuprinde mai întâi punctele labile; prin însumarea deplasărilor locale se poate ajunge la generalizarea și extinderea alunecării înaintând mai ales spre bază și către partea superioară a versantului.

➤ *Componentele alunecărilor de teren*. Formele de relief rezultate prezintă caracteristici deosebite atât ca înfățișare, cât și ca dimensiuni. Tuturor le sunt comune câteva componente care au nu numai caracteristici diferite, dar și evoluție aparte. (fig. 15).

- *Râpa de desprindere*. Se află la partea superioară a alunecării de unde se rup pachetele de rocă; are formă variabilă (de la semicirculară la dreaptă) și dimensiuni deosebite de la un loc la altul (de la câțiva decimetri la peste 100 metri), în funcție de stadiul de evoluție; aici roca apare la zi; constituie un sector activ cu frecvente reactivări; prezența crăpăturilor în versant, mai sus de ea, reprezintă un indicator ce marchează sensul dezvoltării procesului.

- *Corpul alunecării*. Reprezintă masa deplasată care capătă în funcție de caracteristicile materialelor, de pantă și umezeala din ea, o înfățișare deosebită (extindere mare în suprafață sau lineară în lungul unor văi). În sectorul inferior apar frecvent valuri de pământ alungite și aproape paralele rezultate, fie din revărsarea materialelor (dacă sunt bine umezite) deplasate peste o porțiune de versant stabilă, fie din împingerea depozitelor de aici de către o masă mai puțin umedă. Elementele sale sunt - *treptele de alunecare* (frecvent sunt la partea superioară și au în alcătuire strate de roci bine conservate ca alcătuire și dispunere; diferă doar unghiul de înclinare al stratelor; pe fruntea lor se produc reactivări); *valurile de alunecare* (forme pozitive conice sau alungite în care materialele sunt puternic amestecate; sunt relativ stabile); *microdepresiunile* (se află între trepte, între valuri și sub râpă; au dimensiuni variabile; dacă pe fund materialele sunt argiloase acestea favorizează excesul de umiditate și chiar individualizarea unor ochiuri de apă; sunt relativ stabile), *glacisul de alunecare* (se dezvoltă la cele cu extindere mare pe seama nivelării prin spălare în suprafață sau a lucrărilor agricole);

- *Patul de alunecare*. Constituie baza corpului alunecării fiind alcătuită din însumarea suprafețelor argiloase pe care s-a înregistrat mișcarea. Rar ea coincide cu suprafața unui strat de argilă; la cele cu dimensiuni deosebite corpul înaintază pe mai multe strate argiloase și chiar de altă natură, îndeosebi în secțiunea inferioară unde efectul împingerii de sus a fost mult mai activ.

- *Jgheabul de alunecare* se individualizează doar la unele alunecări cu dezvoltare lineară de amploare; formează un uluc prin care materialele desprinse se dirijează sub acțiunea gravitației către baza versantului.

➤ **Tipuri de alunecări.** Fiind un proces cu frecvență mare în modelarea versanților însoțit de numeroase consecințe nefavorabile sub raport economic, alunecările nu numai că au fost mult studiate, dar au fost și grupate diferit în funcție de diverse criterii, acțiune însoțită și de introducerea în literatură a unei terminologii variate, multe denumiri fiind preluate din limbajul regional (grui, gruiet, vârtop, iuz, pornitură etc.).

Se pot separa tipuri de alunecări după diferite criterii:

- dimensiuni* (mici, mijlocii, extinse);
- poziția* (adâncimea) la care se află patul de alunecare (alunecări la suprafața, la mică adâncime, profunde etc.);
- forma* pe care o capătă corpul alunecării (alunecări în suprafață, lineare);
- vechime* (alunecări prezente, vechi etc.);
- sensul evoluției* (detrusive - se dezvoltă din josul în susul versantului; delapsive se produc în partea superioară a versantului și înaintază către baza lui);
- stabilitate* (alunecări active, parțial stabilizate, fixate);
- raportul dintre sensul deplasării și cel al înclinării stratelor geologice* (alunecări consecvente -ele coincid; obsecvente -ele sunt opuse);

Grupările sunt relative, întrucât orice alunecare poate fi încadrată aproape în oricare din categoriile menționate.

Pentru studiile geografice, deși importante sunt toate, ceea ce interesează este *forma*, întrucât aceasta reflectă tot ansamblul de *condiții ce-a generat* nu numai *declanșarea ci și întreaga evoluție a lui*. Ea este condiționată mai întâi de adâncimea la care se află patul alunecării și de factorii care au condus la starea de instabilitate. În acest sens frecvent se disting:

➤ *Alunecări superficiale* care se produc de la suprafață până la adâncimi reduse (maximum 1,5 m). Între acestea câteva tipuri sunt mai însemnate.

- *Solifluxiunile* sunt deplasări la care patul de alunecare este situat la nivelul unui orizont înghețat dintr-un sol sau depozit din etajul alpin sau la contactul acestora cu rocile de la baza lor. Procesul se produce în zilele călduroase de primăvară când dezghețul se transmite de sus în jos, iar apa rezultată înmoaie diferențiat materialele. Sub impulsul gravitației deplasarea lor se face neuniform rezultând o râpă de mai mulți metri lungime și cu o diferență de nivel de sub 50 cm. În față vor rezulta brazde sau văluriri haotice ce vor afecta stabilitatea depozitelor de pe versant. Este o deplasare cu viteză redusă.

- *Blocurile glisante* - sunt bolovani care se prăbușesc primăvara de pe stânci sau abrupturi și care prin cădere sub impulsul propriei greutate realizează mai întâi împlântarea în orizontul dezghețat din depozit (sol) iar apoi alunecarea în sensul pantei. Rezultă un jgheab de alunecare de mai mulți metri lungime și un val cu formă semicirculară (potcoavă) produs prin împingerea în față și lateral a materialelor dezghețate. Sunt frecvent întâlnite în munții înalți pe pantele cu înclinare redusă de la baza abrupturilor.

- *Brazdele de alunecare* -Sunt alunecări superficiale realizate pe orice versant unde vegetația ierboasă este slab dezvoltată sau lipsește în condițiile unei umeziri puternice a materialelor depozitului. Procesul se face la nivelul unui orizont argilos prezent în depozit sau a unui strat argilos aflat la baza acestuia. Ia naștere o râpă, de obicei lineară (mai mulți zeci de metri lungime) cu o diferență de nivel de până la 1 m înălțime în fața căreia materialele se dispun în câteva trepte (brazde) înguste cu diferențe de nivel reduse (sub 0,5 m). Procesul este accentuat prin presiunea exercitată, prin circulația vitelor care pasc și de către spălarea în suprafață (adâncește și lărgeste spațiile dintre brazde favorizând starea de instabilitate).

➤ *Alunecările de mică adâncime*. Afectează depozitele groase de pe versanți iar uneori și o mică parte din rocile de dedesubt. Patul de alunecare se află pe un strat de argilă, iar dimensiunile nu sunt prea mari. Râpa de desprindere, frecvent semicirculară, are o înălțime de 1,5-2 m; masa alunecată se dispune în câteva valuri separate de microdepresiuni adânci. Fenomenul se produce în sectoarele versantului cu pantă mai mare, pe care vegetația este slab dezvoltată sau unde s-au înregistrat activități antropice cauzatoare de instabilitate (secționare, păstorit intens etc.) în condițiile înfăptuirii unei intense umectări prin precipitații. Sunt cele mai frecvente tipuri întâlnite în regiunile de deal și de munte, care apar izolat dar care prin evoluție ajung să se unească, creând deplasări cu dimensiuni mari. Poartă cele mai variate denumiri regionale legate de multe ori de formă. Când sunt izolate stabilizarea este ceva mai rapidă.

➤ *Alunecările profunde*. Au dimensiuni foarte variate, uneori cuprinzând versanții în întregime sau cea mai mare parte din bazinele unor văi torențiale. Afectează stratele de roci care intră în alcătuirea versanților, patul de alunecare fiind la adâncimi de mai mulți metri. În evoluția lor pot fi surprinse toate *fazele de pregătire* (se concentrează în individualizarea unei rețele de crăpături care se diversifică, se unesc, lărgesc și se adâncesc), *de manifestare activă* (rezultă - râpa de desprindere care se extinde, mai multe trepte și valuri de alunecare etc.), *de stabilizare parțială și de reactivare pe sectoare*. (fig. 16, 17)

*Diferențierea subtipurilor* se face după criterii diferite din care trei sunt frecvent invocate - sensul evoluției (delapsiv sau detrusiv), raportul dintre direcția de dezvoltare și sensul înclinării stratelor și forma generală ca rezultat al evoluției (lineară sau de vale și areală sau de versant).

- *Alunecările masive de versant*. Sunt cele mai extinse, uneori cuprinzând întregul versant. Râpa de desprindere se află în treimea superioară a versantului și are o desfășurare neordonată (sectoare semicirculare legate de altele lineare și dimensiuni variabile (înălțimi de la 2-3 m la peste 50 m), întrucât a rezultat din însumarea și evoluția mai multor râpe cu poziție diferită. În fața ei corpul alunecării constituie o masă extrem de heterogenă, atât ca formă (trepte, valuri, curgeri de noroi, microdepresiuni lacustre, cu exces de umiditate etc.), cât și ca grad de amestec și fragmentare a materialelor. Evoluția începe prin individualizarea în jumătatea superioară a versantului a unei alunecări profunde cu râpă de mai mulți metri înălțime și una-două trepte. În fazele următoare se produc pe de-o parte, retragerea și extinderea râpei, dezvoltarea corpului alunecării prin apariția a noi trepte și înaintarea lui spre baza versantului de unde caracterul detrusiv-delapsiv. Pe de altă parte, alunecarea crește lateral prin antrenarea unor spații noi de pe versant, ceea ce conduce la detașarea altor râpe și trepte secundare. Când dimensiunile ating valori însemnate se ajunge la evoluții diferite pe sectoare. Astfel, din râpa principală care rămâne activă se desprind trepte dar cu mărime redusă; treptele vechi cunosc transformări prin șiroire, spălare în suprafață, alunecări; masa frontală a alunecării datorită amestecului



materialelor și împingerilor repetate, iar uneori și intervențiilor antropice (arătură) își modifică înfățișarea de la puternic vălurit, la un glacis deluvial ondulat. Uneori, în porțiunile intens umezite, materialele nisipo-argiloase se transformă în curgeri de noroi. Sunt și situații (în Subcarpați sau Podișul Moldovei) când datorită alcătuirii argilo-nisipoasă a materialelor din corpul alunecării și abundenței apei se ajunge la transformarea întregii deplasări, într-o masă puternic amestecată cu caracter curgător.

Alunecările masive de versant în regiunile deluroase cu structură monoclinală sau larg cutată pot fi *consecvente și obsecvente*. Indiferent de situație, dacă în alcătuirea geologică alternează strate groase de gresii, tufuri, microconglomerate, marne, argile se ajunge la un tip de alunecare numit în Transilvania și Moldova - *glimee*.

Aceasta are râpe mari, 2-5 șiruri de trepte la care se pot distinge stratele de roci, mai multe aliniamente de valuri și un glacis deluvial. Treptele suferă modificări trecând de la înfățișarea unor trunchiuri de piramidă extinse (copârșeu), la aceea de conuri țuguiate (țigłai) sau rotunjite (gruieți).

- *Alunecările masive de vale (lineare)*. Sunt frecvente în regiunile deluroase și montane alcătuite din roci sedimentare în strate subțiri, între care multe au caracter nisipo-argilos. A doua condiție este fragmentarea impusă de o rețea densă de torenți, ravene a căror bazine de recepție sunt despădurite sau pădurea este rară. În condițiile unor precipitații bogate pe versanții din bazinul de recepție, se produc desprinderi locale, masa alunecată canalizându-se pe ravene, spre axul văii. Deci, concomitent se individualizează mai multe limbi de materiale vălurite care umplu ravenele, iar pe restul versanților, râpe secundare cu dimensiuni variabile sub care există brazde de alunecare. Evoluția ulterioară se concretizează în două direcții. Prima conduce la extinderea și unirea râpelor care vor crea în final, o râpă semicirculară la partea superioară a bazinului, iar cea de a doua la înaintarea "limbilor" de materiale de pe ravene pe canalul de scurgere al torentului pe care îl umplu treptat până la baza sa unde masa deplasată va crea o formă de acumulare conică. În lungul porniturii alternează porțiuni cu materiale groase dispuse ca trepte și valuri cu porțiuni unde umezeala bogată le-a transformat în noroi.

Astfel de alunecări au lungimi de la câteva sute de metri, la mai mulți kilometri. Procesul cunoaște o evoluție cu numeroase reactivări care se produc în perioadele cu precipitații bogate. Sunt favorizate de pantele mai mari de pe versanți și de instabilitatea creată prin adâncirea realizată de șuvoaiele de apă în masa deplasată.

➤ ***Măsuri de prevenire și combatere a alunecărilor de teren.***

Desfășurarea alunecărilor este însoțită pretutindeni de degradări ale terenului la scară diferită. Sunt afectate culturile agricole, căile de comunicație, diverse construcții, structura și însăși păstrarea solului, iar în cazuri mai rare, viețile oamenilor. Nu trebuie omis nici faptul că prin acest proces se modifică mai mult sau mai puțin în întregime fizionomia, alcătuirea reliefului anterior. Toate acestea impun atât cunoașterea detaliată a mecanismului producerii sale, dar și a activităților menite să le prevină sau să le combată.

- *Măsurile de prevenire* se au în vedere înainte ca fenomenul să se producă, ele având ca scop slăbirea acțiunii forțelor care mai mult sau mai puțin rapid conduc la ruperea echilibrului de versant. Între acestea importante sunt: un *mod de utilizare a terenurilor adecvat* caracteristicilor fizice ale lor (pantă, alcătuire, permeabilitate, capacitate de reținere a apei etc.); *menținerea și protejarea vegetației* (îndeosebi a pădurii); *drenarea suprafețelor cu exces de umiditate, a izvoarelor și a ochiurilor de apă* apărute frecvent la ploi; *amenajarea corespunzătoare a pantelor*

*mari* (rezultate prin secționarea versanților) prin plantații speciale de arbori și arbuști, cât și prin lucrări de construcții speciale.

- *Măsurile de combatere* trebuie să gândească și să aplice în funcție de nivelul la care a ajuns evoluția alunecării și de consecințele deja înregistrate. Ca urmare, este necesar să se stabilească acțiuni eficiente în direcțiile *-eliminarea rapidă a apei din corpul alunecării* (prin lucrări de drenaj a izvoarelor, ochiurilor de apă, în arealele cu exces de umiditate etc.), *fixarea râpei de desprindere* (împădurire cu esențe lemnoase care îndeplinesc trei condiții - își dezvoltă repede sistemul radicular pivotant, are capacitate de extragere și eliminare a apei, sunt compatibile cu condițiile pe care le oferă regiunea), *fixarea diferențiată a corpului alunecării* în funcție de caracteristicile locale (nivelarea pantelor mari, plantarea de arbori și arbuști care elimină rapid apa încorporată în materialele deplasate, micșorarea puterii de adâncire a ravenelor prin aplicarea de baraje cu caracteristici deosebite în funcție de situațiile concrete, lucrări de zidărie în sectoarele frontale când sunt necesare etc.), un *mod de folosință a terenurilor* din regiunile limitrofe alunecării *adecvat* menținerii echilibrului și împiedicării extinderii procesului.

### 3.1.3. Curgerile de pe versanți

Sunt procese gravitaționale ce se realizează cu viteză mare prin care un volum important de materiale (argilo-nisipoase, cenușă vulcanică etc.) cu consistență redusă și cu caracter fluid sunt deplasate către baza versantului. Producerea lor este însoțită de numeroase consecințe care afectează nu numai elementele cadrului natural, dar și așezările, diversele construcții, culturi agricole etc. În funcție de caracteristicile fizice ale materiei ce suferă deplasarea și de modul în care acesta se desfășoară, se pot separa mai multe tipuri.

➤ **Torenții noroiși.** Materialul deplasat este un noroi mai mult sau mai puțin vâscos în funcție de gradul de umezire al rocilor dominante argiloase, marnoase existente în bazinul de recepție a unor văi torențiale.

- *Condiții de manifestare.* Frecvent procesul se produce dacă sunt:

- roci sedimentare în straturi relativ subțiri, slab consolidate între care o pondere însemnată o au cele argiloase, nisipo-argiloase, marnele etc.; se pot înregistra și în depozite de alterare groase;
- lipsește vegetația arborescentă ceea ce conduce la posibilitatea pătrunderii apei și înmuierii materialelor și rocilor;
- are loc o adâncire a torentului, ravenelor, ogașelor care conduce la realizarea stării de instabilitate, accentuată;
- un mod de utilizare neadecvat a suprafețelor de teren limitrofe canalelor de scurgere a apei (pășunat abuziv, îndepărtarea vegetației arbustive)

- *Evoluția procesului* poate fi urmărită în mai multe faze.

*Faza preliminară* implică adâncirea ravenelor din bazinul de recepție al torentului și producerea de alunecări superficiale și de mică adâncime către acestea, până la umplerea lor. Uneori, adâncirea poate cauza desprinderi (alunecări-prăbușiri) cu volume însemnate de rocă care umplu ravenele. Indiferent de situație, în această fază trebuie să se disloce o masă de roci ce ajung în cadrul unor canale prin care să se producă evacuarea.

*Faza de torent noroiș* este condiționată de căderea unor precipitații bogate care vor îmbiba materialele transformându-le într-o masă vâscoasă ce începe deplasarea în lungul ravenelor și apoi a canalului de scurgere al torentului către baza versantului. În funcție de conținutul în apă deplasarea se va realiza mai rapid sau mai încet. Rezultanta va fi o însumare de valuri, brazde separate de microdepresiuni mai mici sau mai mari, care vor alcătui o formă generalizată de limbă noroișă "în lungul

torentului". Aceasta la baza versantului se va revărsa pe un pod de terasă sau în albia unei văi construind aici un con de noroi. Pierderea treptată a apei din limba de noroi va micșora viteza de deplasare a ei.

*Fază de relativă stabilitate* când masa de materiale se oprește, crăpăturile rezultate în timpul deplasării se vor accentua prin uscăciune. Ulterior, apa provenită din ploii va produce unele modificări între care mai importante sunt crearea de șanțuri de șiroire și desprinderi locale.

*Reluarea procesului* de curgere noroioasă se va face numai în condiții de umezire accentuată și prin aportul unor noi volume de rocă însemnate, desprinse din partea superioară. Limbile de noroi venite de sus, fie vor înainta pe șanțurile create, fie pe porțiunile mai joase ale curgerii vechi, iar în funcție de volum vor ajunge sau nu peste conul anterior.

- *Măsurile de prevenire* sunt similare cu cele de la alunecări, iar *combaterea* vizează drenarea locurilor cu exces de apă și fixarea prin vegetație, cleionaje, nivelări dar și o schimbare totală a folosinței terenului.

➤ **Curgerile de noroi** de pe flancurile vulcanilor noroioși au forma unor limbi cu dimensiuni diferite în funcție de debitul de noroi care este expulzat din cratere dar și de gradul de vâscozitate a lui. Cu cât este mai fluid cu atât suprafața și lungimea sunt mai mari. Curgerile de la mai mulți vulcani se pot concentra pe anumite aliniamente rezultând limbi de noroi care ajung la mai multe sute de metri lungime și grosimi de peste un metru (ex. la vulcanii noroioși de la Pâcelele Mari). În timp, prin pierderea apei argilele se usucă, rezultând aliniamente de crăpături pe care la ploile următoare apa se concentrează creând șențulețe și șanțuri de șiroire.

➤ **Curgerile de nisip** se produc pe versanții alcătuiți dominant din strate din roci silicioase slab coezive sau pe pantele nisipoase ale dunelor de nisip (îndeosebi în regiunile temperate). Masa nisipoasă, deși este dominant alcătuită din granule de cuarț, conține și particule de argilă. În condițiile unor precipitații bogate, apa pătrunde în jurul fiecăreia, micșorează coeziunea și frecarea făcând posibilă deplasarea pe pantă sub impulsul gravitației. Mobilitatea se realizează pe aliniamente intens umezite, de unde și formele variate pe care le îmbracă rezultanta procesului.

• **Curgerile lineare** se produc frecvent în două situații: -fie pe aliniamentele stratelor nisipoase slab cimentate și cu poziție aproape verticală încadrate de strate de roci consolidate, fie în lungul unor văiugi, șanțuri de pe versanții alcătuiți dominant din roci nisipoase slab consolidate. În faza preliminară prin procese de meteorizare rezultă o masă nisipoasă în loc, iar la ploile bogate, aceasta prin înmuiere va curge. Rezultă o limbă de nisip care se termină printr-un con mai mare sau mai mic în funcție de masa deplasată. Prin repetarea procesului se ajunge la un jgheab, din care nisipul este evacuat, încadrat de pereți de rocă consolidată.

• **Curgerile areale** se fac pe suprafețele înclinate ale dunelor de nisip, după ploii bogate în porțiunile cu un conținut de particule argiloase mai mare unde și umectarea este ridicată.

Grosimea masei de nisip deplasate variază în funcție de poziția în adâncime a stratului intens umectat. Prin pierderea apei în urma infiltrării sau evaporării, nisipul se usucă, iar forma valurii, creată de proces se atenuează.

Deosebit de periculoase sunt curgerile care se produc în galeriile de exploatare miniere din stratele nisipoase îmbibate cu apă intersectate de acestea. Pe de-o parte, umplerea galeriilor, iar pe de alta rezultă goluri ce facilitează surpări.

➤ **Curgerile de cenușă vulcanică** se înregistrează pe versanții vulcanilor, atât în timpul erupției acestora, cât și ulterior. Materialul este cenușa acumulată în volum însemnat care la ploile bogate se îmbibă devenind o masă vâscoasă ce se deplasează

rapid spre baza versantului. Gravitația îi imprimă o forță suficientă pentru a antrena și alte produse vulcanice ceea ce o transformă într-un amestec heterogen cu putere de izbire și eroziune deosebită. În Indonezia, Filipine și alte insule vulcanice din Oceanul Pacific, unde ploile sunt frecvente, producerea curgerilor de acest gen a cauzat distrugerii materiale foarte mari inclusiv de vieți omenești.

➤ **Curgerile de lavă** - reprezintă o situație aparte, întrucât aceasta constituie materie topită, venită din interiorul scoarței și care se revarsă prin cratere. Ca urmare, aici intervin mai mulți factori care imprimă deplasarea. Mai întâi este forța care o expulzează, corelată cu presiunea gazelor ce o împing și o aduc până la locul de ieșire la suprafața terestră. De aici, se îmbină acțiunea gravitației care îi determină mișcarea pe pantă și fluiditatea generată de compoziția chimică (lavele acide sunt vâscoase și au mobilitatea redusă în raport cu cele bazice) în funcție de care capătă o viteză mai mare sau mai mică. Limbile de lavă se suprapun, se consolidează contribuind la dezvoltarea aparatelor vulcanice sau a platourilor vulcanice.

### 3.2. Procese gravitaționale lente (deplasările lente în depozite)

Sunt mișcări imperceptibile care se înregistrează la nivelul elementelor mai mari sau mai mici care alcătuiesc depozitele ce acoperă, atât suprafețele orizontale cât și pantele. Și în cazul acestora, deși sunt scurte și ca durată și ca spațiu intervin succesiv două categorii de forțe. Primele sunt cele care conduc la o instabilitate, pe un spațiu restrâns, urmare a producerii unor presiuni (prin variații de natură termică sau de umiditate, prin îngheț-dezgheț, căderea unor corpuri pe suprafața depozitului etc.) sau a creării unor goluri prin circulația apei și preluarea de către apa infiltrată a unor particule sau a unor substanțe (în soluție). Slăbirea legăturilor dintre particule permite intervenția gravitației care se manifestă ca o forță ce tinde să creeze un nou echilibru. Ca urmare, elementele vor suferi mici deplasări în ideea ajungerii într-o poziție nouă.

Dacă acesta este specificul general al mișcării, alți factori, îndeosebi cei de natură climatică și litologică, conduc la diversificarea tipului de deplasare de unde și rezultatele diferite ale procesului. În acest sens se pot separa mai multe *subtipuri de deplasări* lente. (fig. 18)

**3.2.1. Deplasările uscate** - frecvente în depozitele heterogene din regiunile deșertice calde. În câmpurile de pietre colțuroase există elemente cu dimensiuni și alcătuire mineralogică diferite separate de goluri mai mari sau mici. Variațiile de temperatură produc creșteri sau descreșteri de volum care se transmit în presiuni laterale ce conduc la ruperea stabilității. Ca urmare, sub efectul gravitației, pietrele se reasează în spațiile goale în raport de forța de deplasare impusă de propria greutate. Elementele grele se afundă în depozit în timp ce acelea mai mici se grupează la partea superioară. Mișcarea este însoțită și de o ușoară tocire a muchiilor și colțurilor pietrelor. Procesul este stimulat de îndepărtarea elementelor fine, fie prin acțiunea de spulberare a vântului (deflație), fie prin antrenarea lor de către apă la precipitațiile rare, dar care au caracter torențial. Prin îndepărtarea acestora, volumul golurilor crește, se accentuează starea de instabilitate și devine propice tendința de deplasare (cădere) a pietrelor.

**3.2.2. Deplasările în depozite prin îngheț-dezgheț** sunt legate de regiunile alpine, subpolare și polare, acolo unde trecerile diurne de la valori termice pozitive la cele negative sunt frecvente și unde apa este prezentă. Tensiunile create prin înghețarea apei în spațiile dintre blocuri și respectiv relaxarea acestora pricinuită de topirea gheții, determină instabilitatea grohotișurilor care se vor reaseza (deplasa) sub acțiunea gravitației materializată prin propria greutate. Procesul poate fi stimulat fie prin exercitarea unor presiuni din exterior (prin acumulare, troienirea, unei cantități importante de zăpadă sau căderea unor blocuri dezagregate de la partea superioară a

versanților fie în interior datorită circulației apei în timpul verii la baza depozitului și printre elementele acestuia ceea ce duce la antrenarea elementelor fine și la mărirea volumului spațiilor goale.

**3.2.3. Creepul (reptația)** - este un tip de deplasări extrem de lent care se realizează la nivel de particulă, într-un depozit de versant alcătuit din elemente cu dimensiuni foarte mici. Mai întâi procesul constă în mișcările fiecărei particule determinată de producerea unor presiuni în depozit ca urmare a variațiilor de temperatură, îngheț-dezghețului, circulației lente a apei, penetrării lui de către rădăcinile plantelor și de către animale. Ea constă într-o deplasare imperceptibilă spre locul unde rezistența e mai mică și în sensul pantei. Al doilea aspect se referă la rezultatul însumării mobilității particulelor și care indică o modificare a disponibilității lor în depozit cu reflectare și în structura acestuia. Evident acesta apare exteriorizat în diverse situații din care două sunt ușor de constatat. Una se referă la *asimetria disponibilității materialelor în fața și în spatele unor arbori groși* cu rădăcini puternice. Pe versanții cu înclinări reduse creepul face ca în spatele trunchiului copacilor particulele antrenate în deplasare din partea superioară a pantei să se îngrămădească (arborele este un obstacol) pe când în față ele se vor îndepărta și ca urmare, rădăcinile sunt scoase la suprafață. Deseori procesul se asociază cu spălarea în suprafață. A doua imagine relevantă este aceea a *arbuștilor și arborilor tineri aplecați în sensul pantei*. Ei au rădăcini scurte și fixate doar în depozit. Ca urmare a faptului că mișcarea particulelor este mai activă la suprafața acestuia, trunchiul este împins spre baza pantei paralel cu alungirea rădăcinilor în același sens.

**3.2.4. Coraziunea (deraziunea)** - este un proces de deplasare lent în sensul pantei atât a elementelor depozitului cât și a capetelor stratelor de sub el.

Procesul este favorizat de anumite condiții - strate heterogene ca alcătuire, subțiri și cu poziție aproape de verticală, un depozit gros și o pantă generală a versantului de peste 20°.

Înfăptuirea fenomenului se produce în timp îndelungat prin însumarea mai multor acțiuni simple (creep, alunecări superficiale) etc., dar sub controlul gravitației. Aceasta pe de-o parte impune deplasarea generală a materialelor în sensul pantei, iar pe de alta exercită o presiune asupra capetelor stratelor prin greutatea depozitului de deasupra la care se poate asocia greutatea altor materiale care se suprapun pe acesta (ex. strat de zăpadă).

Ca urmare, *capetele stratelor se vor „îndoi” în sensul pantei și opus înclinării inițiale*.

Încovoierea este însoțită de fragmentarea capetelor stratelor, bucățile, cu dimensiuni variabile, înșirându-se în prelungirea lor. În unele sectoare ale versantului, unde deplasarea materialelor este mai rapidă (stimulată și de o circulație activă a apei subterane) se ajunge la individualizarea unor văiugi puțin adâncite, lipsite de apă și înierbate (*văiugi de deraziune*).

Fenomenul de coraziune este frecvent întâlnit în unitățile sedimentare ale flișului paleogen din Carpați și în molasa miocenă subcarpatică.

**3.2.5 Tasarea** este un proces gravitațional lent care se realizează cu predilecție în depozite groase sau în roci afânate cu porozitate mare ce permit, circulația apei pe verticală. Între acestea importante sunt loessurile, depozitele loessoide, nisipurile argiloase, slab cimentate și depozitele groase. Realizarea acestuia mai necesită existența unor suprafețe orizontale sau cu înclinare foarte redusă, precipitații bogate și o bună drenare naturală a apei în adânc.

Circulația apei prin porii și crăpăturile rocilor sau prin golurile din depozite produce antrenarea particulelor fine și a elementelor luate în soluție către baza

acestora măbind volumul spațiilor goale la partea superioară slăbind astfel legăturile dintre elemente. Particulele rămase și aflate într-un echilibru precar, prin greutatea lor impusă de gravitație, se vor deplasa în spațiile goale. Prin însumarea mișcării lor la nivelul suprafeței terenului se vor crea, excavații circulare sau ovale cu dimensiuni diferite. Individualizarea acestora este condiționată de sectoarele în care există o circulație mai rapidă a apei pe verticală ca urmare a unui grad de porozitate mai însemnat, la care se adaugă posibilitatea exercitării din exterior a unor acțiuni diverse, menite fie să preseze roca (troiene de zăpadă, diverse construcții grele) sau să suplimenteze local aportul de apă care pătrunde în rocă (topirea zăpezii din troiene, irigații greșit realizate).

Principala formă de relief care rezultă în urma tasării este *crovul*. Acesta poate ajunge la diametre de mai mulți zeci de metri și adâncime de câțiva metri. Când pe fundul său precumpănesc elementele argiloase există condiții pentru realizarea excesului de umiditate sau a fenomenului de lăcuire temporară. Prin evoluția laterală a lor, ele se pot intersecta rezultând microdepresiuni cu dimensiuni mult mai mari și cu un contur festonat. Ele sunt numite în țara noastră, *găvane*, iar cele mai extinse *padine*. În ultimele se păstrează frecvent lacuri, unele cu apă sărată și nămol sapropelic (ex. în Bărăgan). (fig. 18)

Dacă la baza depozitului loessoid există un strat argilos slab înclinat ce permite circulația apei pe anumite direcții se poate ajunge la dezvoltarea la suprafața depozitului a *crovurilor* care se vor înșira pe anumite aliniamente. Prin unirea lor rezultă *văiugi cu un contur neregulat* care sunt lipsite de apă o bună parte din an. Printr-o evoluție îndelungată văiugile se unesc într-un sistem haotic cu frecvente coturi în unghi drept, dar cu un ax de drenaj principal al apei efectuat după ploile bogate. Astfel de văi sunt cunoscute sub numele de *văi de tip "furcitură"* și au fost descrise prima dată în Câmpia Română de către George Vâlsan. Același geograf explică și desfășurarea concentrată a *crovurilor* în Bărăgan pe aliniamente orientate NE-SV ca urmare, a frecvenței vânturilor pe această direcție care impun și dezvoltarea troienilor de zăpadă. Sub fiecare troian datorită greutateii zăpezii, dar și asigurării unei cantități mai mari de apă care se infiltrează se ajunge la individualizarea unui *crov*.

*Prin tasare se realizează o fragmentare a câmpurilor loessoide și o diminuare a potențialului productiv al lor.*

Tasări îmbinate frecvent cu prăbușiri sau sufoziuni se produc în depozitele și stratele de roci care acoperă goluri subterane realizate natural sau antropice. În prima situație, procesul este frecvent în regiunile unde sub depozite sunt roci solubile (sare, gips, calcar); la contactul dintre ele se dezvoltă prin dizolvare goluri cu dimensiuni reduse care determină tasarea-prăbușirea depozitelor de deasupra și formarea de microdepresiuni. Cea de a doua situație aparține galeriilor și sălilor în care s-au exploatat diferite minereuri sau substanțe și care sunt în legătură cu suprafața prin diverse aliniamente de fisuri, crăpături. În timp, mai ales dacă sunt părăsite, se realizează o circulație a apei din depozit spre golurile subterane care va conduce la tasări, sufoziune, prăbușiri (frecvent în regiunile cu exploatare de sare, dar și la alte mine (Bălan, Baia Sprie).

**3.2.6. Sufoziunea** este un proces gravitațional complex în care deplasările lente (precumpănitore în prima parte a producerii lui) se completează cu altele rapide. Rezultă un relief variat care se însumează pe măsura dezvoltării procesului în timp și pe spații tot mai largi.

Realizarea acestora implică câteva *condiții*: -un depozit sau roci cu porozitate mare (loess, depozit loessoid sau nisipos etc.) care permite o circulație activă a apei de sus în jos sub impulsul gravitației; existența la baza acestuia a unui strat de roci

impermeabile (argilos) care este înclinat și intersectat de un versant; suprafața topografică a terenului orizontală sau cvasiorizontală propice procesului de infiltrare a apei; precipitații bogate în anumite perioade de timp separate de intervale secetoase; se adaugă aportul apei din irigații.

Procesul se îmbină cu tasarea și alte acțiuni care conduc la mișcarea particulelor din rocă sau depozite. Esențială este pătrunderea apei și circulația ei prin pori, dar mai ales crăpături, fisuri sub impulsul gravitației. Aceasta pe de-o parte dizolvă unele săruri (îndeosebi carbonați) iar pe de alta antrenează particule fine nisipoase sau argiloase. Deasupra stratului din roci impermeabile ea nu numai că îmbibă un orizont de la baza loessului sau depozitului prin care a trecut, dar capătă o direcție de mișcare (scurgere) în sensul înclinării stratului argilos până ce iese în versant (*izvor sufozional*). Prin aceasta ea antrenează și particule din masa loessului pe care le elimină pe versant. În timp rezultă lărgirea spațiilor prin care apa circulă ajungându-se la crearea unor goluri cu desfășurare verticală de la suprafața până la baza loessului și cvasiorizontală în lungul stratului de argilă până la izvorul sufozional. Când golurile devin mai mari se modifică modul de circulație al apei din prelingere în curgere propriuzisă, acțiune impusă de gravitație (este deosebit de intensă la ploile torențiale și când golurile verticale coincid cu fundul unor microdepresiuni ce concentrează apa). Șuvoaiele de apă care străbat golurile încărcate cu particule nisipoase exercită o acțiune de smulgere a materialelor de pe pereții acestora lărgindu-le continuu. Rezultă treptat trei tipuri de microforme- la suprafața microdepresiuni care concentrează apa (*pâlnii de sufoziune*), iar în interior mai întâi, goluri verticale (*hornuri*) și apoi goluri slab înclinate la bază (*tunele sufozionale*). Ele se lărgesc continuu până se ajunge, local, la stări de instabilitate care conduc la prăbușiri (surpări). (fig. 18).

Când suprafața terenului este slab înclinată (sub  $20^0$ ), evoluția se complică în sensul că, circulației apei pe verticală i se adaugă una în lungul acesteia. Dacă prima conduce la formarea hornurilor și a tunelelor sufozionale, cealaltă creează *văiugi sufozionale* prin unirea microdepresiunilor de tasare, când panta este mică (uneori cu puțuri sufozionale în fiecare) sau văiugi dezvoltate prin concentrarea apei prin aliniamente joase (în lungul lor se pot individualiza puțuri sufozionale în sectoarele cu frecvente crăpături verticale). Deci, se produce o evoluție dublă, la suprafață și în adâncul depozitului de loess. Acestea vor conduce la instabilitatea locală și apoi generală a loessului sau depozitului dintre cele două planuri (de suprafață și din adânc). În timp sub influența gravitației se vor realiza prăbușiri și astfel la zi vor apărea sectoare tot mai mari din tunelul sufozional. Văiuga capătă un caracter complex (*vale sufozională*). Acestea va avea un profil transversal cu două sectoare distincte (unul larg superior și altul îngust cu pereți verticali în bază) și un profil longitudinal în trepte cu sectoare în care prăbușirea a scos la zi baza tunelului și sectoare cu *poduri sufozionale* (porțiuni de rocă cu tunel în bază încă neprăbușite).

Rezultă că sufoziunea, deși este un proces în care circulația apei încărcată cu particule se realizează într-un depozit sau rocă afânată; ea are un rol esențial în crearea unui relief specific, în și pe acesta; pe parcursul evoluției ea se îmbină cu alte procese gravitaționale (tasarea, prăbușiri, alunecări etc.), de meteorizare (dizolvarea) sau cu spălarea și șiroirea slabă. Ca urmare, rezultă un relief variat de la un sector la altul, având maximum de dezvoltare în vecinătatea malurilor sau versanților abrupti cu diferență de nivel mare (ex. versanții Dunării în Bărăgan sau în Dobrogea).

Sufoziunea se produce și deasupra golurilor create antropic în roci la diferite adâncimi (exploatări miniere) în urma stabilirii unor legături prin crăpături între cele două sectoare. Apa antrenată de gravitație de la suprafață prin crăpături, le lărgeste

creând puțuri și prin extinderea acestora, hornuri de mai mulți metri înconjurată de microdepresiuni mixte (tasare și sufoziune). Fenomenul are frecvență ridicată în depozitele ce acoperă rocile cristaline în care se află săpate o parte a galeriilor de exploatare a minereului de cupru de la Bălan sau în formațiunile sedimentare de deasupra galeriilor de extracție a lignitului din Oltenia.

Fenomene similare se produc și în depozitele argilo-nisipoase care îmbracă blocuri de sare sau gips. Apa care se infiltrează de la suprafață la contactul cu rocile solubile generează goluri de dizolvare. În timp căile de acces ale apei se largesc sufozional transformându-se în puțuri și hornuri. Prin largirea tuturor golurilor se ajunge la stări de instabilitate a rocilor și dezvoltarea de prăbușiri sau prăbușiri-alunecări. Cele mai frecvente cu efecte observabile pe suprafețe întinse sunt întâlnite la Slănic Prahova, Telega, Ocnele Mari, Ocna Mureș, Turda, Ocna Șugatag etc. unde succesiunea proceselor s-a realizat rapid în condițiile existentei unor galerii și săli de exploatare a sării aflate la adâncimi reduse. Sunt și regiuni unde blocurile de sare îmbrăcate în depozite marno-argilo-nisipoase (brecia sării) se află la suprafață sau la foarte mică adâncime. Și aici, în timp prin circulația apei și asocierea proceselor de dizolvare, sufoziune, prăbușire, șiroire rezultă în timp forme de relief complexe (microdepresiuni, hornuri, tunele, văi torențiale cu caracter sufozional (ex. pe platoul Sării-Meledic din bazinul râului Slănic).

Producerea proceselor de sufoziune în toate aceste situații, mai ales când se asociază cu prăbușiri și alunecări este însoțită de urmări extrem de nefavorabile pentru activitățile economice (degradarea terenurilor până la scoaterea definitivă din circuitul agricol ex. la Ocnele Mari în 1977 și 2002; distrugerea pe sectoare a căilor de comunicație – ex. calea ferată Galați – Tulucești; dărâmarea de locuințe – ex. Ocnele Mari 2002) și chiar pierderi de vieți omenești. De aceea este important a stabili riscul producerii acestui proces și delimitarea terenurilor care au potențial pentru el.

#### ***Verificări:***

- Precizați rolul gravitației în deplasarea materialelor pe diferite pante.
- Care sunt condițiile ce favorizează producerea prăbușirilor și alunecărilor de teren?
- Desenați un profil printr-o alunecare de teren, stabiliți principalele componente și descrieți-le.
- Care este specificul mecanismului deplasărilor lente?
- Numiți principalele forme de relief create prin sufoziune și tasare și indicați modul în care rezultă.



## 4. Pluviodenudarea și relieful creat

### Probleme:

Definiție și condiții de producere, înțelegerea mecanismului de acțiune directe a apei din precipitații asupra materialelor de la suprafața reliefului.

Formele de manifestare a pluviodenudării – izbire, spălare în suprafață, șiroire, torențialitate (caracteristici, mod de producere, consecințe, măsuri de prevenire și combatere a efectelor lor).

Consecințele producerii pluviodenudării.

### 4.1. Definiție și condiții care favorizează acțiunea:

Pluviodenudarea este acțiunea directă pe care o exercită apa provenită din ploi și topirea zăpezii asupra elementelor de la suprafața solului sau a rocilor cu care intră în contact. Acest agent realizează dislocarea și deplasarea materialelor în lungul versantului pe distanțe variabile, dar care în timp, prin însumare conduc la modificări importante ale pantei, alcătuirii solului și la generarea unui anumit grad de degradare a terenurilor.

Fiind prima formă de acțiune a apei din precipitații, ea are un caracter general fiind o prezență mai mult sau mai puțin activă în orice regiune de pe Pământ. În unele locuri (regiunile calde și umede, cele temperate) se înregistrează într-un număr mare de zile, pe când în altele (regiunile deșertice, subpolare etc.) manifestarea se reduce la câteva minute când se produc ploi care survin la intervale lungi de timp (uneori chiar ani).

Acțiunea acestui agent se concretizează în mai multe direcții - izbirea și deplasarea individuală a particulelor; spălarea în suprafață a versantului, iar după mulți geomorfologi și o fragmentare lineară când apa din precipitații, se concentrează temporar pe anumite aliniamente. Toate acestea însă solicită realizarea unor condiții care implică caracteristicile terenului, precipitațiilor dar și factorii ce pot avea rol dinamic stimulatив sau restrictiv.

#### ➤ *Precipitațiile factor stimulatив și agent dinamic.*

Apa care provine din diferite ploi sau din topirea zăpezii participă la acțiunea de pluviodenudare sub două forme.

Prima implică procesul de saturare a orizontului de sol sau a rocii prin ocuparea golurilor cu apă *slăbind coeziunea particulelor și prin aceasta rezistența la mișcarea pe pantă*, de unde rolul stimulatив pentru pluviodenudare. Situația este frecventă la ploile cu intensitate mică, dar de durată și la topirea lentă a zăpezii când se acumulează apă în sol pe adâncime mai mare.

A doua formă de acțiune implică procesul mecanic de *smulgere și deplasare a particulelor* de materiale în lungul versantului. Realizarea lui se face la ploile bogate și cu intensitate ridicată cunoscute sub numele de ploi torențiale. În acest tip se include atât aversele (ploi bogate ce cad într-un interval de câteva minute) dar și ploile ce se produc în timp de mai multe ore și care asigură o cantitate mare de apă. Ploile torențiale asigură izbirea (bombardarea), iar prin cantitatea mare de apă, dislocarea și deplasarea lor. Prin specificul dinamic aceste ploi pot înregistra maximum manifestării la început, către mijlocul aversei sau la final, însă efectele vor fi diferite.

În prima situație pluviodenudarea va fi activă în două cazuri. Una implică un sol saturat cu apă în prealabil fie din alte ploi, fie din topirea zăpezii. Ca urmare, căderea bruscă a ploii va produce o rapidă antrenare pe pantă a materialelor din sol.

Cealaltă este specifică regiunilor unde perioadele secetoase sunt lungi încât solul este secătuit de apă și golurile, nu prea mari, sunt umplute cu aer. Picăturile de apă mari și dense nu pot pătrunde în sol datorită rezistenței aerului dintre particulele minerale și ca urmare, ele se vor uni formând o pânză de apă care se va deplasa pe pantă antrenând și unele elemente de la suprafața solului.

Aversele cu maximum de manifestare la mijloc sau către sfârșit, au efectele cele mai importante indiferent de starea de umiditate a solului. Pe unul umezit acțiunea începe mai repede și volumul de materiale dislocat este mai însemnat. Pe un sol uscat și cu goluri și crăpături largi o bună parte din apa căzută la început pătrunde în el și îl umezește slăbind rezistența granulelor pentru ca în momentul de paroxism al ploii acestea să fie smulse și deplasate pe pantă.

Dar ploile torențiale cad pe suprafețele reduse și ca urmare, efectele lor deși sunt foarte însemnate se concentrează pe areale limitate. Ca urmare, nu trebuie omise ploile de durată, întrucât se produc pe un spațiu larg și asigură o puternică umezire a solului și realizarea unei pânze de apă care îmbracă versanții antrenând spre baza acestora elementele slab coezive.

➤ *Caracteristicile fizice și de alcătuire ale suprafeței supuse pluviodenudării.* Se includ mai multe elemente distincte.

- *Gradul de înclinare* în funcție de care se realizează și diferențierea modului de acțiune. Astfel pe suprafețele orizontale picăturile mari ale aversei izbesc și proiectează la distanțe mici particulele minerale, pe cele slab înclinate se realizează pânze de ape, iar pe cele cu cădere mare se produc concentrării pe fâgașe lineare în lungul pantei.

- *Forma suprafeței versantului* care generează o distribuție deosebită a apei rezultată din precipitații dar și imprimarea unei anumite viteze în deplasarea ei. În general, efectele scurgerii apei sunt mai mari plecând de la partea superioară către baza pantei (crește cantitatea de apă) pe suprafețele drepte și convexe (aici se adaugă și creșterea valorii pantei) și accentuate la partea superioară a versanților concavi (pantă mare) și din ce în ce mai slabă spre baza lor (pantă din ce în ce mai mică); pe pantele complexe în care se asociază segmente drepte, concave, convexe pluviodenudarea se diversifică impunând porțiuni în care sunt dislocate și deplasate materialele și porțiuni cu pantă mică, concavă în care are loc acumularea acestora.

- *Lungimea versanților* are un rol restrictiv în condițiile alcătuirii lor din roci permeabile sau depozite groase, (apa se infiltrează și pluviodenudarea slăbește) și stimulativ pe pantele formate din roci impermeabile, depozite subțiri și saturate în apă. Efectele se amplifică cu cât lungimea crește. Astfel la o dublare a acesteia spălarea produsă se mărește de trei ori)

- *Expoziția versanților* diferențiază acțiunea pluviodenudării în două sensuri. Este mare pe suprafețele ce au grad de saturare în apă deosebit, apoi pe expunerile de N, NE, NV unde evaporarea este mai redusă și minime pe cele opuse. De asemenea apa din averse se distribuie neuniform în raport cu direcția de deplasare a frontului ploii (maximum pe pantele expuse).

- *Alcătuirea litologică* a versanților poate avea rol stimulativ (pe rocile sedimentare și depozitele argiloase cu un grad redus de permeabilitate) sau restrictiv (pe rocile dure, rezistente, permeabile, pe depozitele groase nisipoase).

- *Solurile* care acoperă rocile sau se află la partea superioară a depozitelor de pe versanți în condițiile unei texturi argiloase, lutoase sau a unei structuri glomerurale sunt ușor de atacat de pluviodenudare în raport cu cele cu textură nisipoasă sau structură bolovănoasă, prismatică. Mai mult diferențele care se produc de la un

orizont la altul face ca în timp pluviudenudarea să cunoască intensitate deosebită pe măsura trecerii de la suprafață către bază.

*Îmbinarea celor șase caracteristici* ale suprafeței de versant care intră în contact direct cu apa din precipitații conduce la o diversificare a situațiilor de manifestare a pluviudenudării.

- *Vegetația - ecran de protejare a suprafețelor de versant.* Cu excepția regiunilor deșertice și polare în rest suprafețele care alcătuiesc relieful sunt acoperite de vegetație în proporție variabilă atât spațial cât și în timp. Ea va reprezenta un strat interpus între rocă, sol și apa provenită din precipitații ceea ce face ca intervenția agentului - apa - să se facă mai domol. Vegetația realizează o triplă acțiune, *reține o parte din apă* pe frunze, ramuri și trunchiul arborilor care revine în atmosferă ca vapori, *slăbește și posibilitatea concentrării* apei ce ajunge pe sol sub formă de pânze sau șuvoaie care să exercite eroziune și *mărește coeziunea* dintre granulele solului prin sistemul de rădăcini.

Gradul de protecție a solului față de pluviudenudare depinde de tipul de vegetație care acoperă terenul. Este redus pe suprafețele cu pajiști discontinue în raport cu cele unde există pajiști compacte, fânețe dense. Sub pădure eroziunea este slabă, protecția mai mare sau mai mică depinzând de densitatea arborilor și de durata prezenței sistemului foliaceu (în pădurile de conifere apa ajunge greu la suprafața solului în raport cu cele de foioase îndeosebi la finele toamnei și începutul primăverii).

O bună parte din vegetația spontană a fost îndepărtată prin deștelenire sau defrișare și înlocuită cu diverse culturi. În timpul anului (primăvara sau toamna), când arătura este proaspătă, aceste suprafețe sunt supuse direct atacului apei din ploi, iar când plantele sunt bine dezvoltate protecția este deosebită sub culturi de graminee sau leguminoase (trifoi, lucernă) și mai slabă sub cele prășitoare (porumb).

- *Activitățile umane* extrem de diversificate pot deveni factor de stimulare sau de limitare a pluviudenudării. În prima grupă se includ toate acțiunile care conduc la un contact direct între apa din precipitații și materialele de la suprafața pantei (despăduriri, arderea vegetației, arătură în lungul pantei, secționarea versanților etc.) pe când în grupa opusă pot fi încadrate toate lucrările care încetinesc sau opresc realizarea acestor situații (împăduriri, menajarea suprafețelor cu păduri, pajiști, un mod de folosire a terenurilor adecvat mărimii pantelor, lucrări de stabilizare rapidă a sectoarelor de versant secționate etc.).

#### **4.2. Tipurile de producere după modul de manifestare și rezultate a denudării.**

➤ *Impactul picăturilor de ploaie mari și a boabelor de grindină.* Unii geomorfologi o numesc pluviudenudare, pe când alții largesc sfera acestei noțiuni incluzând și alte procese precum spălarea în suprafața, șiroirea etc.

- *Realizarea procesului impune câteva condiții.*

- ploii torențiale cu picături de apă cu diametre de 3-7 mm, boabe de grindină; acțiunea crește când deplasarea particulelor de apă capătă viteze mai ridicate datorate rafalelor de vânt;

- suprafața rocii, depozitului sau solului trebuie să fie neacoperită de vegetație, prezența acesteia conducând la atenuarea impactului;

- elementele componente ale rocii, depozitului, solului să prezinte o coeziune redusă;

- *Desfășurarea procesului* presupune impactul picăturilor de apă, a grindinei cu elementele de la suprafața terenului. În funcție de puterea de izbire dată de mărimea și viteza picăturilor de apă particulele minerale sunt dislocate și deplasate în

sus și lateral față de locul izbirii. În mod obișnuit ele sunt ridicate câțiva decimetri și deplasate până la un metru de locul provenienței.

Acțiunea pare neînsemnată dar prin cumulara efectelor individuale are importanță morfologică locală ea punând în mișcare particule de până la câțiva milimetri în diametru.

➤ **Spălarea în suprafață (areolară, ablație, eroziune laminară)**

Este procesul realizat de pânzele de apă care se organizează pe porțiuni din versant în condițiile:

- producerii unor ploi torențiale bogate cu maximum de manifestare la mijlocul sau în finalul acesteia;
- topirea rapidă a zăpezii ce generează apă care îmbibă orizontul de sol dezghețat dar și dă naștere la o pânză care se scurge pe versant;
- versantul să aibă o pantă care să permită scurgerea apei dar nu concentrarea ei pe diferite fâgașe; în general între  $3^0$  și  $15^0$ .
- materialele de la partea superioară a depozitului, solului, rocii să fie slab coezive și să se înregistreze un anumit grad de saturare cu apă.
- lipsa vegetației care reține apa împiedicând scurgerea ei.

- *Desfășurarea procesului* implică într-o fază preliminară, umectarea depozitului apoi constituirea pânzei de apă care se amplifică spre momentul de vârf al ploii. Viteza apei condiționată de valoarea pantei și de cantitatea rezultată din precipitație generează forța care produce smulgerea de particule din sol sau din rocă și antrenarea lor în lungul pantei. La precipitații foarte bogate pânza devine mai groasă, iar micile denivelări ale suprafeței versantului determină crearea pe de-o parte a unei scurgeri vălurite, iar pe de altă parte dezvoltarea de microturbioane care smulg din sol cantități de materiale pe care apa le transportă pe pantă. Spre finalul ploii odată cu micșorarea cantității de apă, pânza devine tot mai subțire transformându-se treptat în suvițe de apă care se strecoară printre materialele mai mari ce-au fost abandonate.

Versanții nu au o formă simplă, ci se compun din suprafețe drepte, convexe, concave cu înclinări și lungimi deosebite. Ca urmare, modul de manifestare al pânzei va fi diferit de la un sector la altul, în unele precumpănind eroziunea, iar în altele depunerea materialelor dislocate (fig. 19).

- *Măsuri de prevenire și combatere.* Efectele sunt diferite nu numai spațial ci și în timp și ele depind de modul în care condițiile generatoare ale procesului se îmbină. Eroziunea se manifestă intens pe solurile sau depozitele lipsite de vegetație și duce în timp la îndepărtarea orizonturilor acestora ajungând până la roca de sub ele (roca în loc). Cum spălarea pe versant se face diferit de la un loc la altul se ajunge în final ca suprafața acestuia să se constituie dintr-o însumare de petece ce reprezintă orizonturi ale solurilor mai mult sau mai puțin erodate. O parte din acestea se acumulează la baza versanților la contactul cu podurile teraselor sau la marginea luncilor aici rezultând glacisuri coluviale. Multe dintre materialele spălate ajung în albiile pâraielor și râurilor constituind cea mai mare parte din masa aluviunilor în suspensie cărate de către apa lor.

➤ **Șiroirea.** Reprezintă procesul de concentrare a apei din precipitații pe trasee lineare care constituie aliniamente joase în lungul versanților. Scurgerea apei pe acestea se face cu o viteză mare impusă de masa de apă și de pantă de unde o forță a șuvoiului care se consumă prin erodarea materialelor de pe patul curgerii și transportarea lor. Procesul începe lent, se accentuează pe măsura creșterii volumului de apă, sfârșește la scurt timp după ce ploaia a încetat și este reluat la alte ploi similare. De aici caracterul discontinuu în timp datorită manifestării ploilor torențiale.

Realizarea șiroirii este *condiționată* și de: lipsa unei vegetații dense, existența unor denivelări, pante mai mari de  $10^0$ , prezența în alcătuirea versantului a unor soluri, depozite sau roci ușor de dislocat de către șuvoaiele de apă, un mod de utilizare a terenurilor propice scurgerii concentrate (desfășurarea în lungul pantei a potecilor, drumurilor de căruță, a arăturii, a culturilor prașitoare etc.).

Prin modul de *desfășurare și rezultate*, șiroirea constituie procesul care face trecerea de la spălarea în suprafață la scurgerile torențiale și fluviatile. Cu primul proces are comun dependența de ploile torențiale, locul de manifestare (suprafața versanților) și depozitele slab coezive de pe acestea. Față de celelalte elementele comune sunt- realizarea scurgerii pe fâgașe în lungul pantei, eroziunea, transportul apei și al materialelor dislocate, crearea unor forme de relief negative și alungite. Ceea ce le deosebesc sunt amploarea și specificul formelor de relief rezultate.

Șiroirea creează trei tipuri de *forme de relief* care reflectă în bună măsură și stadiile de evoluție ale procesului pe versant.

- *Șențulețele sau rigolele* sunt forme primare, cu dimensiunile cele mai mici și cu un grad de instabilitate accentuat. Ele apar pe majoritatea sectoarelor de versant unde se realizează trecerea rapidă de la o pantă mică la una accentuată (prag) cu condiția lipsei vegetației. Frecvent se produc în lungul potecilor, drumurilor de căruță, scocurilor (șanțurilor) rezultate prin târârea trunchiurilor copacilor etc. La ploile torențiale rezultă în urma eroziunii șențulețe cu lungimi de mai mulți metri, lățime și adâncime sub 0,5 m care taie solul sau depozitul de versant, mai rar roca. Sunt paralele sau convergente în funcție de fizionomia versantului. Existența lor este efemeră întrucât pot fi umplute spre sfârșitul ploii de către materialele care ajung aici din partea superioară a versantului sau ulterior în intervale uscate prin năruirea pereților ori prin nivelare antropică (mai ales prin arături).

Efectul creării rigolelor la prima vedere pare minor și local, însă ele contribuie la micșorarea stabilității versantului pregătind prin reluare degradări de amploare. În regiunile semideșertice și deșertice unde ploile sunt rare, dar au caracter torențial, astfel de forme sunt frecvente având un loc însemnat în evoluția versanților (fig. 19).

- *Ravenele (ravinele)* sunt forme evolute ale șiroirii, procesul repetându-se de mai multe ori; ca urmare eroziunea a creat forme negative alungite (de la mai mulți zeci de metri la sute de metri), late de 0,5-1,5 m, cu adâncimi de 1-1,5 m, dezvoltate pe toată grosimea depozitului de versant; sunt permanente și se asociază la obârșia torenților, pâraielor sau pe unii versanți. Când desimea lor este mare încât spațiile dintre ele se reduc la creste, versanții capătă o înfățișare sălbatică, gradul de degradare al terenurilor fiind maxim. De aici și termenul preluat în geomorfologie din topica populară de "pământuri rele". În S.U.A. ele se numesc "badlands" având aceeași semnificație. Evoluția ravenei se face diferit în sectoarele sale. Obârșia care apare sub forma unui perete abrupt suferă o retragere activă la fiecare ploaie datorată atât eroziunii șuvoiului de apă ce vine din partea superioară a versantului, cât și năruirii materialelor (este o formă de manifestare a eroziunii regresive). În loessuri și depozite loessoide se adaugă sufoziuni, iar în depozitele argiloase curgeri de noroi. Pereții laterali suferă o spălare în suprafață și numai când au o lățime de peste un metru pe ei se pot dezvolta șențulețe de șiroire. Talvegul ravenei este un sector activ la fiecare ploaie prin el se scurg apa și materialele dislocate, dar în lungul său, din loc în loc rămân bolovani și volume desprinse de pe pereți ce n-au putut fi transportate; apar și praguri pe capetele stratelor de roci dure. Materialele transportate de apă sunt frecvent împrăștiate pe versant la capătul inferior al ravenei. Numai când în fața acestuia se află o luncă sau o suprafață orizontală atunci se poate ajunge și la dezvoltarea unor forme de acumulare embrionare.

Pe suprafețele aproape verticale ale malurilor înalte alcătuite din loess sau depozite loessoide, șiroirea se îmbină cu sufoziunea, iar formele rezultate au o înfățișare aparte, rezultată din două sau chiar trei componente - ravena propriu-zisă, pe panta abruptă (are mult material în lungul ei rezultat din năruiri și șiroire), hruba de sufoziune spartă spre ravenă la partea superioară a versantului; se adaugă la baza ravenei materialul căzut și transportat, iar uneori dincolo de hrube unul sau mai multe puțuri de sufoziune (indică direcția de înaintare a ravenei).

- *Ogașul* constituie forma cea mai dezvoltată creată prin șiroire, cea care premerge torentului. Are dimensiuni foarte mari- lungimi de sute metri (chiar peste 1 km), lățimi de mai mulți metri și adâncimi care deși variază depășesc frecvent câțiva metri; secționează nu numai depozitul de versant ci și o parte mică din stratele de sub acestea. Dinamica în diferitele sectoare ale sale este mult mai activă decât la ravene. Obârșia înaintază către partea superioară a versantului, aici individualizându-se multiple șențulețe sau chiar ravene secundare; pereții se transformă în maluri pe care spălarea în suprafața, șiroirea și năruirile sunt frecvente; în talveg se dezvoltă praguri pe capetele de roci mai dure, dar și acumulări bogate de proveniență laterală. De obicei, gura ogașului ajunge la baza versantului unde materialele aduse de șuvoaiele de apă se acumulează sub formă de conuri.

Dezvoltarea acestor forme de manifestare a șiroirii, conduce la fragmentarea versanților, distrugerea solurilor și a diverselor culturi, construcții etc. Măsurile care se impun pot avea caracter preventiv sau ameliorativ.

În prima grupă se includ acele acțiuni care au menirea de a menține stabilitatea versanților și împiedicare redeclanșării repetate a procesului. Între acestea importante sunt menținerea unei vegetații bogate care să nu favorizeze concentrarea apei din ploi, evitarea culturilor prășitoare pe pante care depășesc  $10^0$ , împiedicarea dezvoltării de rețele de poteci și drumuri în lungul versantului, etc.

În cea de a doua situație lucrările de combatere sunt mai reduse la ravene în raport cu ogașele, ele fiind deosebite și în funcție de sectoarele acestora. Obârșiile unde abundă șanțurile și șențulețele vor fi fixate prin cleionaje și plantații de arbuști, în lungul ogașului vor fi realizate baraje de tipuri diferite (din lemn, piatră, beton etc.), ele vor permite scurgerea înceată a apei, stocarea materialelor și prin aceasta micșorarea pantei pe sectoare. Paralel pe versant, în jurul ravenelor se va aplica un mod de utilizare a terenurilor corespunzător ce va asigura stabilitatea pantelor și împiedicarea concentrării apei spre ogașe.

➤ **Torențialitatea.** Este acțiunea directă cea mai complexă a apelor rezultate din ploi și topirea zăpezii. Este o șiroire de proporții (ca debit, durată) ce cuprinde spații largi și creează o formă de relief - organismul torențial sau torentul - care prin multe caracteristici dinamice prefigurează organismele fluviale (pâraiele, râurile etc.).

- *Condițiile* care favorizează acțiunea sunt: versanți cu pantă mai mare de  $10^0$  pe care să se poată organiza o scurgere lineară rapidă; lipsa sau o slabă dezvoltare a vegetației ierboase sau arboricole; precipitații bogate care frecvent au caracter de ploi torențiale; roci și depozite ușor de secționat; activități antropice care stimulează procesele torențiale (despăduriri, secționarea versantului în lung, crearea de jgheaburi prin târârea arborilor, drumuri etc.).

- *Elementele din compunerea unui torent sunt:* - bazinul de recepție, canalul de scurgere și conul de dejecție (agestrul); ele se înlănțuie în această ordine plecând de la partea superioară a versantului către bază (fig. 19).

• *Bazinul de recepție* în majoritatea situațiilor ocupă cea mai mare parte din organismul torențial, desfășurându-se pe o suprafață extinsă a versantului. Este

alcătuit dintr-un număr variabil de ravene și ogașe care se înrămurează, dar cele mai importante se adună într-un punct aflat la partea inferioară a bazinului. Apa din precipitațiile căzute pe suprafața bazinului se dirijează pe șențulețe, ravene, ogașe pe care le adâncesc dar și le extind; ca urmare limitele bazinului nu rămân fixe, ci se dezvoltă pe versant încorporând spații noi, pe măsura înaintării obârșiiilor ravenelor.

- *Canalul de scurgere* este sectorul central al torentului. Are formă lineară întinzându-se de la partea inferioară a bazinului de recepție și până la baza versantului. Este rezultatul eroziunii efectuate de șuvoiul de apă încărcat cu materiale care s-au adunat de pe toate ravenele din bazinul de recepție. La ploile torențiale dispune de multă energie care se transpune într-o forță de atac puternică care sapă în lungul canalului. Datorită faptului că sunt erodate roci ce opun rezistență diferită, profilul bazei canalului este neregulat cu multe praguri pe roci dure și scobituri în roci moi. Malurile au pante mari și sunt supuse eroziunii în suprafață și surpării, materialele căzând pe fundul canalului de unde sunt preluate de șuvoiul de apă. Uneori pe maluri se dezvoltă șențulețe și ravene secundare scurte.

- *Conul de dejecție (agestrul)* reprezintă partea finală (inferioară) a torentului constituind o formă de relief pozitivă (un semicon) rezultată prin acumularea pe o suprafață cvasiorizontală a materialelor cărate de șuvoiul de apă. Este cu atât mai mare cu cât torentul este mai extins, suprafața pe care se acumulează este largă și nu este spălată de apele râurilor, rocile și depozitele erodate de torent sunt friabile și ușor de dislocat, evoluția torentului este îndelungată. Conul constituie o sumă de pânze de materiale suprapuse, fiecare aparține unei ploi importante; la aversele bogate, puterea de eroziune și capacitatea de transport a șuvoiului de apă sunt ridicate, ceea ce face ca materialele ce ajung în sectorul de acumulare să aibă dimensiuni mari; ele sunt precedate și urmate de materiale cu mărimi reduse care corespund unor debite mai mici specifice începutului și sfârșitului viiturii. La ploile ce dau o cantitate mică de apă, pânzele sunt formate din elemente fine. Depunerea materialelor, indiferent de ploaie, implică o anumită sortare, elementele grosiere fiind primele acumulate (la vârful conului) pe când cele mai fine ultimele (spre marginea conului), aceasta întrucât viteza apei scade odată cu micșorarea pantei ceea ce face ca și puterea de transport să se reducă spre marginile conului. Toate acestea fac ca structura conurilor de dejecție să fie foarte heterogenă, în secțiune să apară succesiunea de pânze de unde și ideea de "structură încrucișată". Dacă torenții debușează în albiile minore ale râurilor, conurile nu se formează sau au dimensiuni modeste, întrucât o bună parte din materiale sunt preluate de apa acestora.

Dacă râul are apă puțină și viteză mică, iar torentul aduce o cantitate însemnată de materiale atunci conul se dezvoltă, iar albia râului fie că este obturată, fie că este împinsă spre versantul opus.

Uneori, torenții se dezvoltă pe frunțile unor terase sau a unor trepte structurale, platouri etc. La aceștia frecvent se vor dezvolta fie un canal de scurgere alungit (un ogaș puternic) și un con de dejecție, fie un bazin de recepție pe suprafața slab înclinată (podul terasei, suprafața structurală) și un con de dejecție la bază (*huniile* de pe terasele Dunării din Mehedinți). Organisme torențiale complexe rezultă și pe versanții acoperiți de depozite loessoide groase, întrucât torențialității i se adaugă sufoziunea. Ca urmare, în bazinul de recepție alături de ravene se dezvoltă puțuri, hrube și tunele sufozionate, canalul de scurgere include și părți din tunele sufozionate prăbușite (ex. versanții Podișului Moldovei dinspre Prut și Siret). Situații similare apar și pe versanții regiunilor alcătuite din blocuri de sare acoperite de depozite luto-argilonoisipoase groase (Subcarpații de Curbură în bazinele văilor Râmnic, Slănicul de Buzău; la Praid, Ocna Dej etc.)

- *Formarea și evoluția torenților.* Realizarea organismelor torențiale implică acțiuni multiple care se desfășoară în timp îndelungat. Ele se corelează și se înscriu într-un lanț evolutiv a cărui amploare se reflectă în forma de relief rezultată. Schematic în cadrul acestuia se pot separa:

- *faza de ravene.* Se caracterizează prin individualizarea pe versanți a ravenelor de șiroire care la început apar dispartate, dar către finalul acestei faze încep să se grupeze; materialele transportate sunt împrăștiatate pe versant; procesele active sunt: - *eroziunea* care la obârșia ravenelor provoacă înaintarea acestora în susul versanților, iar pe canalele ravenelor, adâncirea lor; *transportul* apei și materialelor dislocate; la aceste procese se asociază surpările, spălarea în suprafață (pe suprafețele dintre rigole), tasarea, sufoziunea, alunecări superficiale (pe malurile și obârșia ravenelor) etc.; uneori adâncirea ravenelor constituie un factor care accentuează instabilitatea versanților provocând declanșarea unor alunecări cu dimensiuni mari.

- *faza de torent propriu-zis.* Începe din momentul în care s-au realizat cele trei componente, ceea ce presupune, ca anterior să se producă unirea ravenelor (dau bazinul de recepție), adâncirea ravenei colectoare (devine canal de scurgere) și alungirea acesteia până la baza versantului unde rezultă conul de dejecție.

Odată format torentul își continuă propria evoluție care implică dependența proceselor din cele trei sectoare individualizate. Eroziunea sub cele două forme (de obârșie și lineară) constituie procesul dominant în bazinul de recepție, încât acesta se va extinde, iar fragmentarea versantului se va accentua. În canalul de scurgere pe prim plan se situează transportul apei încărcate cu materiale (aduse din bazin sau din surparea malurilor), iar ca procese secundare, eroziunea laterală asupra malurilor, spălarea acestora, unele acumulări ale materialelor către finalul viiturilor, când forța suvoiuului de apă scade treptat). Conul de dejecție crește în dimensiuni prin suprapunerea pânzelor de pietriș, bolovăniș, nisip cărate de apă. Dar, evoluția conduce spre un moment când direcția ascendentă exprimată de creșterea în dimensiuni și în intensitatea proceselor se modifică trecându-se extrem de lent la atenuarea lor.

- *faza stingerii torentului.* Începutul este marcat de realizarea pe o bună parte a traiectului inferior al canalului de scurgere a unei pante foarte mici care nu va mai putea asigura decât transportul apei cu o mică încărcătură de materiale cu dimensiuni reduse. Elementele grosiere se vor depune treptat în lungul acestuia începând din partea de jos către cea superioară a canalului accentuând și mai mult scăderea înclinării lui (un proces de acumulare regresivă). Ele vor fi acoperite de vegetație care se fixează tot mai bine extinzându-se dinspre conul de dejecție. Dar diminuarea pantei se va face și pe mulțimea ravenelor din bazinul de recepție unde dezvoltarea vegetației pe spațiile dintre acestea va cauza scăderea cantității de apă ce ajunge în ele și deci a scurgerii torențiale. După foarte mult timp procesele specifice torentului se vor atenua, iar acesta va fi în întregime acoperit de vegetație.

Un astfel de scenariu este posibil, dar este greu de realizat întrucât intervin și alți factori între care intervenția omului ce poate fie să grăbească stingerea, fie să intensifice acțiunea lor.

### ➤ **Consecințe. Importanța cunoașterii torențialității.**

Torenții ca și celelalte forme ale șiroirii produc degradarea solurilor, fragmentarea terenurilor și multe alte neajunsuri (distrugerea șoselelor, caselor, acoperirea culturilor cu materiale etc.) pentru activitățile umane. În același timp acțiunea lor se înscrie ca o formă extrem de agresivă în sistemul modelării subaeriene a reliefului creat de tectonică în unele regiuni naturale (temperate, subtropicale, semiaride etc.) unde condițiile climatice favorizează ploi în averse.



Prin modul de desfășurare și caracteristicile proceselor sale, torenții constituie o verigă importantă între acțiunile care realizează nivelarea versanților, dar și între procesele legate de acțiunea directă, dar intermitentă a apelor din precipitații și cea a apelor curgătoare. De aici necesitatea pe de-o parte a cunoașterii torenților, atât ca mecanism cât și ca rezultată (forma de relief), iar pe de altă parte a stabilirii legăturilor cu celelalte procese specifice altor agenți. Prima direcție conduce spre evidențierea unor aspecte de natură teoretică și practică, între care:

- ierahizarea factorilor potențiali propice realizării ei dar și a celor care fac posibilă manifestarea și intensificarea proceselor (ploile torențiale și acțiunile multiple ale societății umane).

- urmărirea proceselor (eroziune de obârșie, eroziune lineară; transport, acumulări) care se produc în diferite compartimente ale lor, modul de asociere între ele sau cu altele de altă natură deosebită (gravitaționale, spălare în suprafață etc.);

- evidențierea rolului pe care îl are locul unde se termină canalul de scurgere (nivelul de bază) în dinamica proceselor din cuprinsul torentului în diferitele faze ale evoluției sale;

- stabilirea de corelații între mărimea pantei canalului de scurgere și a ravenelor din bazinul de recepție și dinamica proceselor;

- legături între mărimea și structurarea materialelor din conul de dejecție, tipul și debitul ploilor, caracteristicile modului de utilizare a terenurilor, stadiul de evoluție a torentului;

- specificul regional al acțiunii torențiale și raportul cu celelalte procese în dinamica versanților.

Pentru activitățile umane studierea torenților prezintă însemnătate, din două puncte de vedere diametral opuse. Mai întâi torențialitatea conduce la efecte negative între care degradarea terenurilor prin fragmentare, crearea unei stări de instabilitate pentru rocile și depozitele versantului; inundații care pot rezulta atât din șuvoiul de apă concentrat, cât și în urma barării albiei râului în care deșează; distrugerea construcțiilor aflate în calea apei și a materialelor transportate - ex. șosele, case etc. În al doilea rând sunt și unele aspecte pozitive (nisipul, pietrișul și chiar bolovanii din conul de dejecție pot fi folosite ca materiale de construcție; conurile extinse și cu înălțime mare care domină luncile inundabile ale râurilor pot fi folosite pentru unele construcții și etc.)

Oricât de mare ar fi, torentul rămâne suficient de mic pentru a putea fi observat, analizat și urmărit în timp sub raport dinamic, morfologic și prin prisma consecințelor activității proceselor (eroziune, transport, acumulare) ce au loc. De aici și expresia "torentul constituie un mic laborator geomorfologic".

Studierea proceselor și evoluțiilor în contextul corelării cu diverși factori care îi influențează, permite stabilirea de extrapolări la acțiuni ale altor agenți modelatori între care deosebit de importante sunt cele referitoare la râuri.

➤ **Legăturile dintre torenți și râuri** sunt multiple fiind impuse de *elemente comune* sau apropiate. Astfel - agentul care acționează este apa; aceasta provine dominant din precipitații și se concentrează pe un fâgaș colector cu dimensiuni variabile; apa încărcată cu materiale realizează procese de eroziune, atât în patul pe care se scurge, cât și la obârșie; apa efectuează transportul materialelor pe care le depune selectiv pe parcurs sau în final în funcție de dimensiuni și puterea de transport impusă de debite și viteză; există faze care reflectă evoluția lor etc.

*Deosebirile* dintre cele două moduri de manifestare a apei sunt numeroase. Râurile care au dimensiuni foarte mari în comparație cu torenții acționează permanent având o alimentare care implică și sursa subterană. Procesele de eroziune, transport și

acumulare sunt mult diversificate la râuri, determinând varietatea formelor de relief create. Evoluția reliefului prin acțiunea râurilor se face în intervale de timp de ordinul milioane de ani, pe când cea impusă de torenți se rezumă la perioade scurte (zeci, sute de ani).

*Analiza torenților răspunde* la numeroase probleme de dinamică fluviatilă între care - rolul nivelului de bază pentru procesele care se produc mai sus de el; specificul eroziunii la obârșie și în canalele de scurgere; realizarea transportului prin saltare, rostogolire, suspensie; semnificația și modul de dobândire a unui profil morfodinamic, modul de îmbinare a proceselor torențiale cu prăbușirile, alunecările, șiroirea etc.

➤ **Măsuri de prevenire și combatere a activității torențiale.**

Deși se manifestă intermitent, la ploile bogate sau când zăpada se topește brusc, acțiunea torenților este însoțită de multe neajunsuri pentru om, dar cel mai semnificativ este degradarea terenurilor, a solului și distrugerea construcțiilor. Sunt și situații în care se ajunge la pierderi omenești. De aceea studiul dinamicii torențiale implică și cunoașterea măsurilor care prin aplicare conduc la micșorarea riscului producerii sau la atenuarea efectelor atunci când s-au produs.

- *Măsurile preventive* implică întreținerea echilibrului între factorii ce conferă caracteristica morfodinamică a versantului (pantă, formă, lungime, expunere, depozit de acoperire, rocă, tipul de vegetație și gradul de dezvoltare a ei etc.) și ploile torențiale. Orice acțiune care conduce la ruperea echilibrului constituie stimulente pentru dezvoltarea șiroirii și torențialității. Ele pot fi naturale (o furtună sau un incendiu care distruge o parte din pădurea care acoperă versantul) sau antropice (defrișarea pădurii, deștelenirea urmată de arături în lungul pantei; crearea de canale oblice sau în lungul pantei, secționarea versanților etc.). De aceea acțiunile preventive au în vedere evitarea acestor situații prin adoptarea unor modalități adecvate de folosire a terenurilor.

- *Acțiunile care slăbesc* treptat procesele care se produc în diferitele sectoare ale torențului sunt cele mai însemnate. În bazinul de recepție se acționează asupra ogașelor și ravenelor (împădurire, fixarea malurilor abrupte de la obârșie și a ravenelor prin cleionaje). În lungul canalului de scurgere se realizează o suită de baraje din lemn, piatră și chiar beton bine fixate în patul văii și în maluri ce au o înălțime mai mare decât mărimea șuvoiului de apă și materialelor rezultate la viituri; în baraje vor exista goluri mici prin care apa se scurge dar care nu permit strecurarea materialelor; acesta se vor acumula în spatele fiecărui baraj micșorând local panta patului ceea ce conduce la slăbirea vitezei de apă și a forței de eroziune; în timp se creează pante echilibrate pe depozite groase în care apa se infiltrează și pe care vegetația se dezvoltă repede.

- *Pentru folosirea suprafeței conului de dejecție* (pentru culturi, construcții), mai ales când are dimensiuni mari, se vor crea canale betonate care asigură scurgerea rapidă a apei; dimensionarea acestora se va face în raport direct de debitul maxim de apă pe care torențul îl poate da.

La torenții cu dimensiuni mari la care procesele legate de scurgerea apei se îmbină cu altele (alunecări, surpări etc.) amenajarea bazinului torențial se va realiza complex la măsurile amintite adăugându-se altele care conduc la stabilizarea completă a pantelor.

**Verificări**

- Care sunt condițiile care favorizează spălarea în suprafață?
- Precizați diferențele dintre formele de relief rezultate în urma șiroirii.

- Descrieți stadiile de evoluție ale torenților și părțile componente ale unui torent.
- Prezentați modalitățile în care omul poate stimula sau atenua efectele pluviudenudării folosindu-vă de situații concrete din orizontul local.
- Consultați dicționarele de specialitate pentru noțiunile – ablație, degradarea terenurilor, activități antropice.

## 5. ACȚIUNEA APELOR CURGĂTOARE PERMANENTE ȘI RELIEFUL REZULTAT.

### Probleme

- Specificul mecanismului morfogenetic fluviatil prin cunoașterea raportului dintre procesele de eroziune, transport, acumulare și formele de relief rezultate.
- Albia minoră, albia majoră, terasele, piemonturile, văile etc. – geneză, evoluție, caracteristici.
- Sistemul de văi și modificările impuse de captări.

### 5.1. Mecanismul morfogenetic. Definiții. Energia mecanică a apei râurilor. Profilul de echilibru.

Apele curgătoare permanente sunt cunoscute sub numele de pâraie (cele mai mici), râuri și fluvii (cele mari care au vărsare în oceane, mări). Ele se alimentează din precipitații (majoritatea provenite din ploi) și ape subterane (ies la suprafață prin izvoare) și ca urmare au un regim de scurgere fluctuant (debite bogate după ploi și la topirea zăpezii și mici în perioadele secetoase).

Acțiunea lor este permanentă dar variabilă în timpul anului și de la un sector la altul în funcție de diferiți *factori care influențează direct sau indirect* puterea pe care o exercită asupra rocilor din albia prin care se scurg. Între aceștia, însemnați sunt:

-*debitul râului* (cantitatea de apă care se scurge printr-o secțiune a râului în timp de o secundă; se măsoară în  $m^3/s$ ) ce variază îndeosebi în funcție de regimul anual al precipitațiilor diferit de la o zonă climatică la alta, de mărimea bazinului, de tipul de roci din care sunt alcătuite regiunile din lungul său (în sectoarele cu roci permeabile groase o bună parte din apă se infiltrează ceea ce duce la scăderea debitului), de gradul de acoperire cu vegetație (reține o mare parte din apă) etc.

-*panta albiei* care variază în raport de caracteristicile morfologice ale regiunii (munții, dealurile, câmpiile), de tipul de roci și de modul de desfășurare spațială a stratelor geologice (sunt mari pe roci dure și pe capetele de strat unde rezultă praguri cu amplitudine diferită).

Acestea fac ca *masa de apă în deplasare sub impulsul gravitației să dispună în orice loc din lungul albiei și în orice moment de o anumită energie mecanică care se consumă prin manifestarea unor procese specifice.*

Ea se poate aprecia pe baza relației:

$$W_c = 1/2 m \cdot v^2 - \text{în care } m - \text{este masa (debitul, } Q),$$

$v$  – viteza apei

Relația se poate aprecia punctual sau în cadrul unei secțiuni a râului.

Debitului rezultă din relația:

$$Q = S \cdot v - \text{în care } S - \text{suprafața secțiunii vii}$$

$v$  - viteza apei

Prin corelare cu prima formulă se ajunge la:

$$W_c = 1/2 \cdot S \cdot v^3$$

Această energie este cea care asigură curgerea apei pe panta albiei. Ea este consumată parțial sau total în procesul de frecare cu patul albiei și masa de aer de deasupra (frecare exterioară), sau pentru depășirea frecării dintre straturile lichidului (frecare internă sau vâscozitate) și pentru transportul materialelor solide încorporate lichidului (fig. 20).

Ca urmare, *râul într-un loc, raportat la energia de care dispune se poate afla în trei situații -energia lui să fie mai mare, egală sau inferioară în raport cu mărimea*

*necesară pentru învingerea rezistenței frecării și pentru deplasarea materialelor din apă.*

În prima situație ( $W_c > 0$ ) el dispune de energie suplimentară pe care o va consuma în alte procese mecanice (eroziune), în a doua ( $W_c = 0$ ) energia pe care o are în acel loc va fi suficientă doar pentru transportul apei și materialelor, iar în a treia ( $W_c < 0$ ) se va realiza depunerea materialului solid până când se ajunge cel puțin la situația de mijloc. Aceste situații se îmbină, alternând atât în profilul longitudinal, cât și în cel transversal. În locurile unde are energie suplimentară (pe pante crescute, la debite ridicate și viteze mari) se va înregistra eroziune, dar și încărcarea cu material dislocat. Aceasta va conduce, imediat în aval, la un consum suplimentar de energie (pentru transportul aluviunilor) pe fondul general al scăderii ei datorat micșorării pantei; eroziunea va deveni tot mai redusă (se adaugă noi materiale pe care le cară) până când într-un loc nemaexistând energie ea se va anula, râul aici transportând doar apă și materialele din amonte. Dacă panta albiei scade, râul nu va mai putea transporta aluviuni, acestea depunându-se treptat în albie. Aceste situații se succed în lungul râului, dar și în timp. Astfel, după ploile bogate, când sunt debite crescute râul va avea energie și va eroda mai mult sau mai puțin intens; această forță va scădea treptat ulterior pentru ca în intervalele secetoase să se realizeze doar transportul apei și a unei mici cantități de aluviuni.

La fel în profilul transversal al albiei se înregistrează o scădere a vitezei și debitului dinspre malul concav (aici sunt maxime, iar eroziunea este activă) spre cel convex (sunt minime ceea ce duce la acumulare și un slab transport în suspensie. Deci, atât spațial cât și în timp, situațiile se succed ceea ce face ca procesele provocate de scurgerea apei cu aluviuni să aibă un caracter pulsatoriu.

În timp îndelungat însă prin eroziune se produce o diminuare treptată a pantei longitudinale a albiei râurilor și desființarea rupturilor de pantă (pragurilor). Această tendință va conduce la scăderea vitezei de curgere și indirect a energiei globale a râului urmată, până la anulare, de modificare a puterii de eroziune. *Când se va ajunge, ca pe sectoare întinse, râul să aibă energie decât pentru a putea transporta apa, atunci se consideră că acolo s-a realizat un profil de echilibru morfodinamic* (nici nu erodează nici nu acumulează). Acest stadiu evolutiv este *relevant de câteva caracteristici: pantă longitudinală redusă cu formă larg concavă și prezența unui strat de aluviuni cu o grosime de 0,5-1,5 m* (are rol de tampon între apa râului și roca din baza albiei protejând-o la marile viituri când brusc râul capătă putere de eroziune prin creșterea debitului; apa va disloca un volum de aluviuni pe care-l va transporta în aval). Evoluția de lungă durată a râului va reuni sectoarele aflate în echilibru într-un profil generalizat când acesta va exercita precumpănitor, doar transportul apei și a unor cantități reduse de aluviuni provenite de pe versanți. Scoaterea râului din acest stadiu va fi posibilă prin dobândirea unei energii puternice care nu poate fi realizată decât fie prin creșterea locală sau pe ansamblu a pantei longitudinale (prin mișcări epirogenetice pozitive sau coborârea nivelului mării), fie prin creșterea generală a debitului urmare a unor modificări climatice importante (de la unul secetos la unul ploios) situații care s-au înregistrat de mai multe ori în cuaternar.

Râul se va adânci în albia majoră pe care și-a realizat-o anterior, aceasta devenind o treaptă la câțiva metri deasupra (terasă) albiei noi.

## **5.2. Procesele fluviatile.**

Apa râului în deplasarea ei în lungul albiei sub comanda gravitației realizează trei procese - eroziune, transport și acumulare, care sunt într-o strânsă dependență nu numai de mărimea locală a potențialului energetic și variația lui în timp și spațiu, ci și

de tipul de curgere a apei și de încărcătura cu materiale provenite din albie sau de pe versanți.

Curgerea apei predominant are caracter turbulent fiind deosebit de activă în fâșia unde înregistrează viteza cea mai mare, adică în sectorul unde frecarea este mai redusă. Deci, nu pe fund sau la maluri, ci aproape de suprafață și unde adâncimea este mare. Acestui sector ce poate fi remarcat, întrucât la suprafață apa are o viteză deosebită căpătând caracterul de curent volburat, i se atribuie în hidrologie termenul de "firul apei". Datorită vitezei mari aici, apa antrenează aluviuni cu dimensiuni deosebite (grosiere pe fund și din ce în ce mai mici către suprafață) pe care le târște, rostogolește, izbește de patul albiei etc., realizând cel mai intens lucru mecanic.

Lateral de acest sector extrem de activ, spre malul convex, unde și adâncimile sunt reduse, viteza apei scade, frecarea este activă, iar scurgerea turbulentă destul de mică. Ca urmare, aici raportul dintre cele trei procese se modifică în favoarea transportului și acumulării.

### ➤ **Eroziunea**

Este procesul mecanic exercitat de apa râului încărcată cu aluviuni asupra patului albiei și malurilor. Se realizează în sectoarele unde râul dispune de energie suplimentară și are viteză mare, fiind dependentă de scurgerea turbulentă, iar la marile viituri de cea în valuri.

Prin izbirea rocilor de către șuvoiul de apă și aluviunile transportate, acestea vor fi slăbite, dislocate și antrenate în mișcare; ceea ce rămâne sunt niște goluri mai mari sau mai mici în funcție de volumul de rocă smuls. Se disting, prin raportare la locul unde se realizează acest proces și la rezultate câteva tipuri (fig 20).

- *Eroziunea lineară.* Se produce în albia râului în lungul firului de apă, adică acolo unde este mare și turbulența este activă. Aici se dezvoltă curenți largi cu caracter helicoidal, iar pe de altă parte curenți verticali (vârtejuri). Și unii și alții izbesc patul albiei producând aici erodarea acestuia. Se dezvoltă scobituri, iar prin târșea bolovanilor, local apar șențulețe de zgâriere (striuri). Prin unirea acestora se realizează pe fundul albiei, porțiunea cea mai coborâtă și cu cele mai multe denivelări (talvegul).

*Eroziunea lineară este deosebit de activă în sectoarele de praguri care în, majoritatea cazurilor au caracter structural sau litologic (strate de roci cu rezistență mai mare intersectate de către albia râului). Pe aceste praguri șuvoiul de apă se prăbușește izbind rocile de la baza lor. O parte din apă încărcată cu pietriș este proiectată de izbitură spre prag săpând în timp la baza acestuia o excavație (marmită). Când dimensiunile marmitei devin foarte mari stratele de roci de deasupra se prăbușesc. Efectele sunt două - fruntea pragului se retrage iar patul albiei din aval se extinde în amonte. Datorită modului în care s-a înregistrat eroziunea, aceasta deplasându-se din aval în amonte procesul este denumit "retragerea cascadei" și reflectă o formă de manifestare locală a eroziunii regresive.*

Retragerea abruptului cascadei se face lent dar acesta se păstrează în regiunile calde și umede întrucât aici datorită alterării intense rezultă doar aluviuni fine ce sunt ușor de spălat, iar apa încărcată cu ele nu produce izbirea create de marmite. În regiunile temperate fenomenul înregistrează o evoluție rapidă, dar paralel cu retragerea se produce și atenuarea înclinării, încât în timp aceasta dispare.

*Eroziunea regresivă se produce pe orice denivelare din lungul albiei râului tendința este însă de anulare a pantei mari prin retragerea și teșirea ei spre amonte.*

O formă tipică de manifestare a eroziunii regresive se produce la obârșia văilor unde retragerea pantelor mari sub efectul mecanic al apei conduce la extinderea bazinelor hidrografice și modificarea în timp a poziției cumpenei de apă, situații care

facilitează procese de captare fluviatilă. Ea mai poartă numele și de *eroziune de obârșie*.

- *Eroziunea laterală* este procesul mecanic prin care apa râului încărcată cu aluviuni acționează asupra sectoarelor de mal abrupt ale albiei (frecvent în concavitățile meandrelor). Scurgerea turbulentă a apei râurilor împinge curentul principal, alternativ, când spre un mal când spre celălalt. Acesta la contactul cu malul smulge roca creând scobituri (marmite). Când dimensiunile acestora sunt mari, iar nivelul apei coboară sub poziția tavanului, stratele de roci de deasupra se prăbușesc, malul suferind o retragere. Frecvent locul de izbire și de dezvoltare a marmitelor se află la mijlocul malului concav sau în jumătatea din aval a acestuia (când panta longitudinală a albiei este mai mare). Prin retragerea malului lateral și spre aval, se produce o deplasare a albiei râului pe această direcție paralel cu extinderea luncii pe malul convex.

Procesul este deosebit de activ când rocile din alcătuirea malurilor sunt ușor de dislocat, când râul s-a apropiat de un profil de echilibru (eroziunea lineară lipsește sau este redusă, în schimb izbirea curentului de malul concav produce năruirea lui), când patul albiei este format din roci cu rezistență mare sau este înghețat (în regiunile polare și subpolare). De asemenea, în climatul cald și umed ecuatorial unde în lipsa aluviunilor grosiere și a eroziunii lineare, acțiunea șuvoiului de apă se concentrează asupra malurilor unde rocile sunt alterate și lesne de deplasat.

În concluzie, *prin producerea eroziunii, râul creează* diverse forme de relief din care cea mai importantă este *valea*; în cadrul ei se realizează *albia minoră, lunca, terasele* etc.

### ➤ **Transportul**

Reprezintă procesul care se petrece permanent, întrucât este o exprimare a acțiunii gravitației ce dă prin pantă cel puțin acel minim de energie suficient pentru a asigura curgerea apei de la izvoare spre locul de vărsare al râului. În funcție de mărimile debitului și vitezei curentului de apă, râul va căpăta anumite *caracteristici dinamice* în funcție de care va antrena și o cantitate mai mare sau mai mică de aluviuni. Între acestea însemnate sunt:

- *capacitatea de transport* care indică cantitatea de aluviuni pe care râul o poate deplasa într-un loc la un moment dat (este mare la viituri, în regiunile muntoase cu pante mari și mică în intervalele secetoase și la câmpie și pretutindeni unde sunt pante reduse).

- *competența râului* - se referă la dimensiunea maximă pe care o au componentele aluviunilor ce sunt cărate de apă într-un loc și la un moment dat. Variaza în funcție de mărimile debitului și pantei. Astfel este ridicată în regiunile cu pantă mare (ex. în munți apa transportă bolovani, pietriș) și mică în cele cu pante reduse (ex. în câmpie, depresiuni unde apa deplasează nisip, mъл etc.). De asemenea, în același loc, ea crește la viituri când antrenează pietrișuri, bolovani, blocuri, scade treptat la finalul acestora și ulterior (materialele grosiere transportate anterior se depun treptat pe fundul albiei pe măsura micșorării energiei mecanice) ajungând la un minim în intervale secetoase (transportă doar nisip fin, mълuri). Aluviunile grosiere acumulate în albie vor forma așa numitul "*pavaj de pe fundul albiei*" care protejează roca de sub ele.

În funcție de energia mecanică a râului și de dimensiunile aluviunilor transportul acestora se realizează sub diferite moduri.

- *transportul pe fundul apei râului* care implică materialele cu dimensiunile cele mai mari, o pantă ridicată și un debit important (îndeosebi la viituri). Se face prin *târârea* blocurilor *rostogolirea bolovănișului și pietrișurilor* sau

prin *saltarea* unor mase de nisip cuprinse de curentul principal (formează pânze subțiri de nisip care se reasează treptat în aval pe măsură ce viteza curentului de apă scade).

În timpul transportului aluviunile se ciocnesc, se izbesc cu roca din pat, se fragmentează, se zgârie și se rotunjesc, deci suferă un anumit grad de uzură. Acesta poate fi apreciat prin calcularea și corelarea unor indicatori specifici (rotunjire, aplatisare și asimetrie). Toate aceste forme de transport susțin procesul de eroziune.

- *transportul în suspensie* implică particulele cele mai fine (sub 1 mm în diametru) care datorită curgerii turbulente, agitate se află în conținutul lichidului, deplasându-se odată cu acesta. Particulele provin pe de-o parte din sfărâmăturile cele mai fine rezultate din rocile din patul și malurile albiei sau din fragmentarea blocurilor rostogolite, iar pe de altă parte din spălarea în suprafață a versanților. Ultima direcție este deosebit de activă la râurile care străbat regiuni deluroase alcătuite din roci moi, ușor de dislocat (argile, nisipuri slab cimentate, loess etc.), cu versanți neacoperiți de vegetație densă, unde ploile au frecvent caracter torențial etc. Suspensiile se mențin în masa de apă, atâta cât acesta are viteză. Pe măsura scăderii ei începe procesul de depunere, la început particulele mai mari și apoi cele mai fine. Transportul în suspensie, deși este prezent pretutindeni în lungul unui râu, devine abundent în cursul inferior al lui, la râurile cu albie și lunci largi, în vecinătatea malului convex al meandrelor, în regiunile alcătuite din roci friabile, în câmpii, depresiuni și dealuri joase. Materialele în suspensie reprezintă cea mai mare parte din volumul de aluviuni cărate de fluvii în mări și oceane.

- *transportul în soluție* se referă la elementele dizolvate din roci de către apa râului. Uneori are o pondere însemnată (în masivele calcaroase, în regiunile cu roci care conțin sare, gips etc.). Când debitul râului scade o parte din sărurile conținute în apă precipită apărând ca pojghițe de săruri pe pietre, maluri etc.

#### ➤ **Acumularea**

Este procesul prin care materialele antrenate de apa râului sunt depuse în albie sau la gura de vărsare în condițiile în care numai există energie pentru a putea fi transportate. Acumularea este un proces selectiv, întrucât depunerea aluviunilor se realizează treptat în funcție de capacitatea de transport pe care o are râul în diferitele sectoare (elementele mari rămân în albie în cursul superior pe când cele mici vor constitui masa principală a depunerilor din cursul inferior). Prin aluvionare rezultă forme de relief cu fizionomie, alcătuire și dimensiuni variabile.

*În albia râurilor rezultă câteva forme de relief* - bancuri de aluviuni submerse, ostroave și plaje de nisip sau pietriș, blocuri cu dimensiuni mari. *La vărsare* situațiile sunt mult mai variate. Se pot dezvolta conuri aluviale mai mult sau mai puțin extinse în funcție de volumul și mărimea materialelor cărate, extensiunea suprafeței din lunca colectorului în care se acumulează, de puterea de preluare a colectorului etc. Ca urmare, sunt situații când se dezvoltă conuri extinse (râul aduce materiale multe, iar colectorul nu poate să le preia) și situații când acestea nu se formează întrucât toată masa de aluviuni a fost preluată. Râurile care trec brusc din munți sau dealuri înalte unde au o putere de transport mare în regiuni depresionare sau în câmpii cu pantă mică, creează în sectorul de contract conuri aluviale extinse care se pot îmbina dând naștere unor glaciuri aluviale extinse numite uneori delte continentale. Fluviile aduc o cantitate imensă de aluviuni dominant cu dimensiuni mici (nisip, mъл) care numai în anumite condiții (platformă continentală cu adâncime mică, lipsa curenților și a mareelor etc.) creează delte și câmpii litorale fluvio-maritime.

### **5.3. Formele de relief create de către apele curgătoare.**



Acțiunea apelor curgătoare este deosebit de însemnată atât datorită faptului că acestea sunt prezente pretutindeni pe suprafața uscatului cât și puterii lor în transformarea reliefului. Două din cele trei procese prin care acționează (eroziunea și acumularea) creează forme de relief negative și pozitive cu extensiuni variabile, cel de al treilea- transportul, are un rol esențial în evacuarea materialelor produse prin eroziune sau a celor rezultate prin alte procese și ajunse în albia râurilor (ex. alunecări de teren, prăbușiri etc.). *Deși formele de relief sunt legate strict de un anumit proces, totuși realizarea și mai ales fizionomia lor în orice moment este rezultatul corelării acțiunii celor trei procese specifice fluviației, dar și a altora care se manifestă în regiunile limitrofe albiei râurilor* (ex. prăbușirea malurilor, alunecări, excavații sau barări, nivelări antropice etc.). Aceste legături se înfăptuiesc în sistem (impune unitate acestuia), iar complexitatea lor se reflectă în caracteristicile formelor rezultate. Frecvent formele de relief se separă în două grupe în funcție de procesul dominant care le-a creat.

**3.1. Formele de eroziune** sunt numeroase, au dimensiuni variabile și se înscriu într-un sistem evolutiv care începe cu albia în care se află apa râului (forma cea mai nouă) și valea (forma cea mai veche și care le înglobează pe toate).

**3.1.1. Albia minoră.** Reprezintă spațiul pe care se realizează scurgerea apei râului la nivele medii. Dimensiunile ei sunt dependente îndeosebi de debitul râului, de rocile în care este tăiată, de unitatea de relief majoră în care se dezvoltă, de panta generală.

Albia este încadrată de *maluri*; unele sunt abrupte au înălțime de până la 1,5 m și sunt afectate de procese de eroziune laterală ale curentului de apă principal; opus lor sunt malurile domoale cu pantă lină unde frecvent se petrec acumulări de nisip, pietriș, întrucât viteza apei este redusă (fig. 21).

*Patul* albiei încadrat de maluri nu este uniform; sectorul cel mai jos care se află în vecinătatea malului abrupt, poartă numele de *talveg* și este rezultatul producerii eroziunii lineare și regresive; hidrologic coincide pe de o parte, cu spațiul ocupat de apă la nivelele cele mai coborâte, iar pe de altă parte este corespondentul în adânc al "firului apei" la nivele medii adică a curentului de apă principal din albie. În planul albiei talvegul se va situa alternativ când lângă malul drept, când lângă cel stâng, dar în vecinătatea concavității buclelor de meandru. În lungul albiei, talvegul se constituie dintr-o suită de excavații longitudinale cu adâncimi variabile rezultate prin eroziunea diferitelor turbioane pe care le creează mișcarea curenților de apă.

În albie mai există - *praguri* frecvent determinate de prezența unor strate de roci cu duritate mare, *praguri acumulative* în spatele unor stânci prăbușite, *forme de acumulare* (ostroave, plâji etc.) care au dimensiuni variate, unele sunt emerse, iar altele submerse (bancuri de nisip, pietriș).

- **Meandrele.** Rar și numai pe distanțe mici, albia are o desfășurare lineară. Frecvent ea prezintă un aspect ondulat cu bucle dezvoltate spre stânga sau dreapta. Aceste bucle poartă numele de *meandre* și sunt o consecință a dinamicii cursului de apă. Dezvoltarea cea mai mare o au în sectoarele de albie care se află aproape sau în profil de echilibru, când eroziunea laterală trece pe prim plan în raport cu cea lineară. Local, în formarea lor mai pot contribui - producerea unei alunecări pe un versant a cărui val frontal împinge cursul de apă spre malul opus, dezvoltarea de către un afluent a unui con aluvial enorm care modifică poziția albiei etc.

Indiferent de situație, realizarea unei bucle conduce la modificarea în aval a traseului albiei ca urmare a deplasării sinuoase a curentului de apă principal. În funcție de panta generală a albiei, meandrele vor fi simetrice (pante mici) și asimetrice cu dezvoltarea accentuată a jumătății din aval a buclei (la pante mari). Prin eroziune în

malurile concave, meandrele vor evolua deplasându-se lateral și spre aval lărgind treptat spațiul pe care se realizează și care poartă numele de *pat de meandrare*.

- *Evoluția meandrelor*. Dezvoltarea spre aval și lateral a meandrelor succesive conduce la îngustarea spațiului dintre ele; în timp devine atât de mic, încât la viituri poate fi rupt, apa râului trecând direct dintr-un meandru din amonte în altul aflat mult mai în aval. Urmarea acestui proces numit *autocaptare*, *captare de meandru* sau *îndreptarea cursului de apă* sunt - un curs nou secționat în gâtul meandrului, un curs părăsit sau meandru părăsit în lungul căruia se păstrează ochiuri de apă, sectoare cu exces de umiditate, vegetație hidrofilă, o insulă numită popină sau grădiște etc.

- *Tipuri de meandre*.

Albiile râurilor au o dezvoltare meandrată, dar situațiile sunt diferite de la un râu la altul. Prin generalizare se separă două grupe de meandre cu subtipuri care reflectă o anumită configurație rezultat al unei evoluții diferite (fig.21).

- *Meandrele divagante sau libere* aparțin râurilor care străbat regiuni de câmpie, depresiuni întinse unde panta generală a reliefului este redusă. Ele au o desfășurare largă și cunosc frecvente modificări prin autocaptare (ex. meandrele Siretului în câmpie). La unele râuri, albiile descriu o dublă meandrare adică pe fondul unor bucle mai mici se înscrie traseul unor bucle mari. Sunt meandre libere compuse, cele două rânduri de ondulări corespund unor etape diferite sub raport dinamic în care debitele râului au fost deosebite (mari pentru buclele largi formate într-o etapă cu precipitații bogate și mici pentru etapa actuală cu precipitații ceva mai reduse; ex. la unele râuri mici din Câmpia Transilvaniei).

- *Meandrele încătușate* sunt ondulări care cuprind atât albia, cât și porțiuni din vale, dezvoltându-se nu numai în plan, ci și pe verticală (ca urmare a îmbinării eroziunii laterale cu cea lineară. Se întâlnesc în regiunile muntoase (defileele Jiului, Oltului), de podiș (Lăpuș, Covurlui etc.) sau deluroase. Se disting două subtipuri.

- *Meandre de vale sau moștenite* la care există o coincidență între desfășurarea buclată a albiei și cea a versanților văii. Realizarea lor presupune o etapă în care râul ajuns la profil de echilibru își dezvoltă meandre și o etapă în care regiunea suferă o ridicare lentă care în condițiile unei alcătuirii petrografice relativ omogenă și cu rezistență mai mare, râul s-a adâncit urmărind tiparul curgerii anterioare (s-a supraimpus).

- *Meandre de râu sau autogene* reprezintă o evoluție ulterioară a meandrelor de vale în regiunile unde rocile nu opun o rezistență prea mare la eroziunea laterală. Ca urmare, se pot distinge resturi din vechile meandre de vale, o luncă largă în care albia și-a dezvoltat, corespunzător unui nou echilibru morfodinamic, o nouă suită de ondulări. Deci, între cele două desfășurări de meandre nu există coincidență.

*Concluzii*. Studiul meandrelor este însemnat deoarece - ele reprezintă reflectarea unui stadiu din evoluția albiilor râurilor (*echilibru dinamic*); permit înțelegerea formării și extinderii luncilor (dezvoltarea patului de meandre); prin evoluție pun în evidență, două tipuri specifice de captări (autocaptarea și captări prin alipire).

**3.1.2. Albia majoră (Lunca).** Sunt doi termeni folosiți în literatura geografică românească care se referă la aceeași unitate spațială - teritoriul pe care îl acoperă apele râului la debite mari (viituri). Diferența constă în faptul că primul are sens pur geomorfologic - relieful și evoluția lui din acest spațiu, pe când cel al doilea are referință la întregul sistem al componentelor geografice.

- *Caracteristicile și dimensiunile albiei majore* sunt variabile de la un râu la altul și chiar la același râu, de la un sector la altul.

În raport cu albia minoră se desfășoară pe lățimi deosebite pe ambele părți sau numai pe una. La exterior intră în contact cu frunți de terasă, iar când acestea lipsesc direct cu versanții, ceea ce face ca ele să aibă un caracter bilateral sau monolateral.

Luncile au dimensiuni mari în regiunile de câmpie și podiș, în depresiuni, în cursul inferior al râurilor; opus, râurile au albiei majore înguste, monolaterale sau acestea lipsesc în munți, în cursul superior, în sectoarele unde s-au adâncit în roci cu rezistență mare (calcare, roci cristaline etc.). Ca urmare, în lungul unui râu mai întins se pot separa sectoare în care luncile au dimensiuni, alcătuire și morfologie variate. Situațiile devin mult mai complexe la râurile care traversează unități montane, depresionare, deluroase, câmpii. (ex. Oltul, Jiul, Mureșul, Dunărea, Rinul, Elba etc.) unde alternanțele de situații sunt numeroase.

- *Formarea luncilor* este condiționată de atingerea locală a unui stadiu de echilibru morfodinamic, când râul își concentrează energia de care dispune pentru transportul apei, aluviunilor și în realizarea eroziunii asupra malurilor concave. Ca urmare își extinde meandrele lăsând spații tot mai largi de luncă în sectoarele convexe. Prin dezvoltarea meandrelor, suprafața de luncă rezultată printr-o meandrare excesivă poate să ajungă la o lățime de până la 18 ori mărimea albiei minore. În condiții excepționale impuse în regiunile de câmpie, de atragerea unui râu de către centre de subsidență activă, luncile capătă caracter asimetric, dar și o dezvoltare foarte mare (ex. Argeșul la intrarea în câmpie, Siretul în câmpia omonimă).

- *Morfologia luncii* este în cea mai mare măsură rezultatul migrării prin meandrare a albiei râului, a proceselor de eroziune laterală și de acumulare a aluviunilor la viituri sau la vărsarea afluenților. În cupinsul ei există forme de relief pozitive și negative (fig. 22). Cele mai însemnate dintre acestea sunt:

- *grindurile* - ca forme de acumulare a pietrișurilor și nisipurilor grosiere în vecinătatea albiei prezente, dar și a unor foste albie; sunt alungite, au lungimi de sute de metri și înălțimi de până în 10 m; frecvent sunt acoperite de vegetație.

- *popinele (grădiștile)* - martori de eroziune în foste meandre părăsite; pe unele se practică culturi sau sunt așezări; au formă rotunjită și înălțimi de 5-10 m.

- *conurile de aluviuni* depuse de pâraie sau torenți care ajung în luncă; cele extinse și cu înălțimi mai mari sunt utilizate pentru culturi sau așezări.

- *trepte de luncă* desfășurate la 0,5 m, 1 m, 1,5 m, 2,5 m etc. - variază ca număr, altitudine fiind rezultatul proceselor morfodinamice din albia minoră; cele mai înalte au caracter de terasă de luncă fiind folosite agricol și pentru așezări.

- *diguri* - forme de relief pozitive amenajate antropice (din pietriș, argilă, uneori plăci de beton etc.) în vecinătatea albiilor minore pentru a feri restul luncii de inundații; au lungimi de ordinul kilometrilor și înălțimi de 5 – 15 m.

- *meandre părăsite (belciuge)* care au rezultat prin procese de autocaptare; în lungul lor sunt ochiuri de apă, sectoare cu exces de umiditate etc.

- *cursuri părăsite* ale râului principal sau ale afluenților; există și situația în care afluenții pătrunzând în luncă urmăresc până la vărsare albiile părăsite de colector (ex. Jijia în lunca Prutului).

- *microdepresiuni* cu dimensiuni variabile, unele având lacuri (bălți), iar altele, suprafețe cu exces de umiditate.

- *canale de drenaj* sau pentru irigații realizate antropice; au lungimi de sute de metri și chiar kilometri și adâncimi de 1-3 m.

- *Alcătuirea și structura luncii* depind în mare măsură de mărimile debitului, pantei longitudinale, de unitatea de relief pe care o străbate râul (munți, câmpie), stadiul de evoluție a procesului de meandrare. *Comun* la toate sunt câteva elemente - *patul albiei tăiat în roca de bază și o pătură de aluviuni, heterogenă ca alcătuire și granulometrie*. Aluviunile au o dublă proveniență. Majoritatea rezultă din aportul râului principal îndeosebi la revărsări când se produc inundații care acoperă suprafețe diferite ca mărime din luncă (la marile inundații apa o cuprinde în întregime). Alte materiale sunt aduse și depuse de către afluenți (conuri aluviale). Repartiția lor este neuniformă, dar reflectă o condiție dinamică. Aluviunile grosiere se află în vecinătatea albiei actuale, dar și a vechilor albiei, a meandrelor părăsite, fiind primele depuse la revărsări în locurile unde viteza șuvoaielor de apă este mare. Cele fine sunt legate de sectoarele joase și depărtate de cursul actual, acolo unde au ajuns curenții de apă cu viteze mici la inundații. Se adaugă pe de-o parte conurile de aluviuni ale afluenților care variază ca dimensiuni și alcătuire în funcție de puterea de transport a acestora, dar și rocile pe care le-au fragmentat, iar pe de alta, depozitele coluviale de la contactul luncii cu versanții sau cu frunțile de terasă și care au provenit din erodarea suprafeței acestora (sunt materiale mărunte, frecvent aduse prin pluviodenudare).

*Concluzii* - Studiul luncilor are o dublă însemnătate - *științifică* (ele reprezintă o treaptă de relief care reflectă un stadiu din evoluția văii; analiza componentelor relevă relații dinamice etc.) și *practică* (sunt terenuri ce pot căpăta utilizări adecvate fertilității solului, gradului de umezire, pentru piscicultură, exploatarea forestieră, exploatarea nisipului, balastului, argilei; pe treptele mai înalte se realizează unele culturi agricole, se pot amenaja drumuri și chiar gospodării).

Folosirea luncilor implică pe de-o parte stabilirea corectă a potențialului suprafețelor ce o alcătuiesc, iar pe de alta măsuri de protejare la inundații, a spațiilor folosite, inclusiv a așezărilor limitrofe (diguri, canale etc.). Întrucât reprezintă sectoare joase situate în vecinătatea albiilor.

### **3.1.3. Terasele**

Terasele sunt trepte în lungul văilor la altitudini relative față de albie ce variază între 4-5 m și 180 m (frecvent până la 90-100 m) care la origine au fost lunci, rămânând suspendate în urma adâncirii în ele a râurilor.

- *Desfășurarea și dimensiunile* variază în funcție de generația de văi, de unitățile de relief în care se află. Au extensiune în regiunile de dealuri, podiș și sunt mai reduse în munți, îndeosebi în subunitățile alcătuite din roci dure. De asemenea, sunt mai numeroase și au dezvoltare în lungul râurilor principale, caracteristici care scad pe măsura trecerii la generații de afluenți tot mai noi (ex. pe Olt sunt opt terase, pe Olteț sunt cinci terase, iar pe afluenții acestuia 1-3 terase).

- *Morfologic*, la orice terasă se separă două suprafețe - una orizontală sau cvasiorizontală numită *podul terasei* care reprezintă o luncă veche și o suprafață înclinată (uneori verticală) care formează *fruntea terasei*, ea rezultând prin adâncirea râului în luncă. Linia care se află la îmbinarea celor două suprafețe poartă numele de *muchia terasei*, iar cea care este situată la racordul podului cu forma de relief superioară constituie *țâțâna terasei*.

- *Structural* se disting trei situații:

- *terase aluviate (aluviale)* la care se separă un strat de aluviuni cu o grosime de 1-5 m și roca în loc, între ele fiind vechiul pat al albiei; sunt cele mai frecvente.

- *terase în rocă* la care lipsesc aluviunile, podul terasei corespunzând patului albiei.

- *terase aluvionare* - ce au pânză groasă de aluviuni, în care ulterior râul s-a adâncit. Există două subtipuri - *terase îmbucate* (succesiunea fazelor evolutive este adâncirea râului - aluvionare foarte bogată - adâncirea râului în pânza de aluviuni până la un nivel superior altimetric celui din prima fază; o nouă aluvionare și o nouă adâncire prin care se creează un alt nivel de terasă) și *terase rezemate* (succesiunea fazelor este: adâncirea râului, aluvionare puternică – urmată de o adâncirea râului în pânză până la baza ei; o aluvionare nouă care creează a doua pânză de materiale mai subțire în raport cu precedenta - o adâncire nouă, până la baza pânzei; rezultă trepte dezvoltate în scară).

Indiferent de situație, în sectorul de racord al podului cu treapta de relief superioară, rezultă prin acumularea de materiale spălate din aceasta, o trenă coluvială (*glacis coluvial*).

- *Geneza teraselor*. Există două teorii generale referitoare la formarea acestora. Prima, mai veche, consideră realizarea lor în trei faze la care procesele fluviatile au rol diferit - în prima fază domină eroziunea lineară care creează patul albiei, în a doua se realizează aluvionarea ce dă stratul de materiale de deasupra patului și a treia când din nou pe prim plan se află eroziunea lineară, râul tăind nu numai stratul de aluviuni, ci și rocile de dedesubt. Această interpretare este valabilă pentru unele din terasele aluvionare (fig 23).

A doua teorie rezumă geneza la două faze când s-au realizat cele două suprafețe care alcătuiesc terasa. În prima, în urma acțiunii mai întâi a eroziunii lineare, iar după ce s-a ajuns la un echilibru dinamic a predominării eroziunii laterale când s-a înfăptuit lunca cu un strat de aluviuni nu prea gros (pătură de aluviuni cu rol de menținere a echilibrului general la viituri); a doua fază solicită ruperea echilibrului și declanșarea eroziunii lineare prin care râul se adâncește cu mai mulți metri (este tăiată fruntea) situație care face ca lunca să rămână suspendată deasupra unei albie în curs de realizare ca terasă. De aici și ideea că terasa este rezultatul succedării în timp a proceselor de eroziune fluviatilă (lineară și laterală și apoi lineară).

Indiferent de interpretare, cert este că cele două suprafețe aparțin la două faze de evoluție diferite și că trecerea de la realizarea uneia la cealaltă, s-a înfăptuit printr-o modificare bruscă a rolului proceselor care se petrec în albie. Această situație este condiționată de ruperea echilibrului morfodinamic dobândit de râu, în finalul realizării luncii, deci a suprafeței orizontale. Ruperea stării de echilibru este pusă pe seama a trei categorii de factori:

- *coborârea nivelului de bază*, situație valabilă îndeosebi la râurile care se varsă în oceane. Variația nivelului acestora s-a produs de mai multe ori în cuaternar în condițiile dezvoltării de faze glaciare și interglaciare. În glaciare, formarea calotelor de gheață a determinat reținerea (stocarea) ca gheață a unei părți din apa oceanelor participantă la circuitul global. Ca urmare, nivelul acestora a coborât, râurile care se vărsau în ele fiind nevoite să se adâncească în luncile create anterior. Deci, în interglaciare s-a realizat lunca (viitorul pod de terasă), iar în glaciare prin adâncire rapidă fruntea și deci terasa ca treaptă morfologică.

- *mișcări epirogenetice pozitive* care afectează unitățile de relief în care se desfășoară un bazin hidrografic. Aceste mișcări nu sunt continue și nici nu au o viteză mare. În perioada de stabilitate se ajunge treptat la realizarea profilului de echilibru indicat de dezvoltarea luncii. Producerea ridicării neotectonice, deși este lentă (câțiva mm/an), totuși prin cumulare determină în timp o modificare de altitudine (cresc înălțimile unității de relief) și de pantă (devin mai mari). Ca urmare, râul căpătând energie mecanică suplimentară, se va adânci în lunca creată anterior. Rezultă o nouă albie care va fi dominată de vechea luncă devenită terasă. În Carpați,

mișcările neotectonice de ridicare din cuaternar, s-au produs în mai multe faze, situații care au favorizat creșterea numărului de terase.

- *oscilații climatice importante petrecute la intervale mari de timp*; ele favorizează modificarea debitului râului și prin aceasta a unui element de bază din relația care asigură energia mecanică a apei râului ceea ce conduce fie la acumulări în albie fie la eroziune lineară deci adâncirea râului. În cuaternar s-au succedat faze cu climat rece (glaciar, periglaciar) cu faze cu climat temperat. În prima situație, se realizau lunci extinse cu strat de aluviuni favorizate de un pat de albie înghețat și acțiunea apei în sezonul cald care producea eroziunea malurilor (deci lărgirea luncii), un aport însemnat de materiale ce ajungeau în albie de pe versanții lipsiți de vegetație sau din revărsări. Schimbarea climatului (interglaciar) a facilitat extinderea vegetației care a cuprins întregul relief, un pat dezghețat și precipitații bogate. Ca urmare, eroziunea lineară domină și va produce adâncirea albiei și transformarea luncii în terasă.

Situațiile devin complexe în marile bazine hidrografice desfășurate mult în latitudine (Rhin, Rhon), unde cei trei factori se îmbină (climatele care s-au succedat în cuaternar; vărsare în ocean unde s-au înregistrat variații ale nivelului de bază; sectoare care au suferit ridicări sacadate). Ca urmare, acești factori au dat posibilitatea formării de terase în faze diferite în lungul râurilor. Spre exemplu, pe un râu cu obârșie în Alpi și vărsare în M. Mediterană în fazele cu climat rece glaciar, în cursul superior rezultau lunci prin eroziune laterală și aluvionări bogate, iar la vărsare ca urmare a coborârii nivelului de bază se tăia fruntea de terasă. În faza următoare, în amonte climatul temperat permitea crearea frunții de terasă, iar în sectorul inferior prin ridicarea nivelului oceanic avea loc o aluvionare bogată însoțită de dezvoltarea luncii. Dacă se adaugă și ridicări locale cu caracter sacadat, atunci variația realizării celor două componente ale terasei devine multiplă.

-*Vârsta teraselor* se stabilește prin diferite metode, dar rezultatele au un anumit grad de relativitate.

- Cel mai simplu se apreciază în funcție de *poziția uneia în raport de cealaltă* (o terasă este mai veche decât cea inferioară și mai nouă decât cea superioară).

- Prin *metoda numărului de loessuri* (acumulate în condițiile unui climat rece, glaciar) și *de soluri fosile* (formate în climat temperat interglaciar), situate peste depozitul de aluviuni, aprecierea se apropie mai mult de realitate (terasa există în momentul acumulării primului loess; dacă sunt trei orizonturi de loess ce pot fi corelate cu wü<sub>3</sub>, wü<sub>2</sub>, wü<sub>1</sub> atunci vârsta tăierii frunții poate fi legată de prewü<sub>1</sub>).

- Interpretarea *spectrelor de polen* extrase din lentile de argilă din depozitul de aluviuni dau posibilitatea reconstituirii tipului de formațiuni vegetale limitrofe luncii și chiar a unor aprecieri privind vârsta acumulării; ulterior acestea s-a petrecut tăierea frunții și deci detașarea terasei.

- *Datarea paleontologică* este cea mai apropiată de realitate cu condiția ca fosilele să nu reprezinte elemente remaniate. Prin ea se stabilește vârsta depozitului. Astfel, dacă se ajunge la precizarea vârstei unei terase prin această metodă atunci, ea devine reper cronologic, terasele superioare fiind mai vechi, iar cele inferioare mai noi. La râurile mari din țara noastră, au fost identificate mai multe terase reper și pe baza lor s-a ajuns la întocmirea unor scheme morfocronologice pentru bazinele din sudul, estul sau vestul țării.

- *Tipurile de terase* se disting pe baza diferitelor criterii:

- *după desfășurarea în profilul longitudinal al văii* terasele pot fi *paralele* cu talvegul (cele de natură climatică), *convergente în aval* (s-au produs ridicări neotectonice sacadate în bazinul superior), *convergente în amonte* (ridicări neotectonice în cursul inferior sau coborârea nivelului de bază general), *în foarfecă* (mișcări neotectonice sacadate de ridicare în bazinul superior și subsidente în cursul inferior; terasele din bazinul superior converg în nivelul luncii actuale în diferite puncte; lor le corespund în aval pânze de aluviuni suprapuse, astfel că cea mai veche pânză și care se află la baza depozitului se corelează cu cea mai înaltă terasă).

- *după desfășurarea în profil transversal* sunt terase *bilaterale, monolaterale, în evantai* (la râurile care suferă o deplasare continuă spre un versant, impusă de influența unui centru de subsidență).

- *după structură* - sunt terase *aluviale, aluvionare* (rezemate, îmbucate), în rocă.

- *după geneză* (factorul care a impus ruperea echilibrului și detașarea (trepte) sunt *terase de natură eustatică, climatică, neotectonică*.

- *Înălțimea, numerotarea și racordarea teraselor.*

- *Înălțimea* teraselor se apreciază în marea majoritate a situațiilor prin altitudinea relativă, valoare care se calculează prin raportarea nivelului superior al depozitului de aluviuni la nivelul luncii. În acest mod se stabilește cu cât s-a adâncit râul de la fosta lunca la cea actuală. Frecvent suprafața podului de terasă, nu coincide cu aceea a depozitului de aluviuni, întrucât ulterior detașării terasei peste aluviuni s-au acumulat multe alte materiale (conuri de dejecție, valuri de alunecare etc.), situații care l-au înălțat cu mai mulți metri. Alteori, depozitul este erodat parțial sau total încât înălțimea reală este micșorată.

- *Numerotarea* teraselor frecvent se face plecând de la cea inferioară (terasa I) la cea cu înălțimea cea mai ridicată din lungul râului (ex. terasa VIII). Alteori, se folosesc valorile de altitudine ( $t_{3-5\text{ m}}$ ,  $t_{10\text{ m}}$ ,  $t_{25\text{ m}}$ ,  $t_{60\text{ m}}$ ). Mai rar numerotarea se realizează de sus în jos (terasa I este cea mai veche care are și poziția superioară, iar terasa VI este cea mai nouă deasupra luncii).

- *Racordarea teraselor* este o operațiune care presupune identificarea tuturor fragmentelor de terasă din lungul unui râu și de pe afluenți, cartarea lor pe hărți, întocmirea fișelor cu elementele specifice (altitudine la nivelul stratului de pietriș, tipuri de aluviuni și grosimea frecventă a acestora, lățimea podului, vârsta la fragmentele unde s-a putut aprecia corect) etc. Racordarea este dificilă, întrucât ulterior individualizării terasei, ea suferă trei tipuri de acțiuni - fragmentarea de către torenți sau pâraie, erodarea de către râul principal și depunerea de materiale groase pe pod. Prin efectuarea racordării fragmentelor se identifică evoluția ulterioară a terasei în lungul râului, stabilirea sectoarelor unde a suferit modificări, (ridicări sau coborâri neotectonice), desfășurarea întregului sistem de terase în lungul văii și pe această bază deosebirea genetică a lor etc (fig. 29).

*Concluzii* - Terasele constituie *trepte create de râu prin procese de eroziune* la care uneori se adaugă o aluvionare intensă. Ca urmare, ele sunt *elemente de bază în reconstituirea evoluției reliefului în cuaternar*. Ele se află în jumătatea inferioară a văii având o utilizare deosebită. Astfel podurile datorită netezirii și prezenței apei în pânza de aluviuni sunt *folosite pentru așezări și culturi*; pe ele se desfășoară și o bună parte din *rețeaua de drumuri; pietrișurile și nisipurile sunt materiale de construcție* etc..

### 3.1.4. Versanții

- *Caracteristici. Tipuri.* Versanții reprezintă suprafețele înclinate din alcătuirea reliefului. Au origine diferită dar în marea majoritate a situațiilor sunt legați de adâncirea râurilor. Evoluția ulterioară este determinată de procese diferite de cele care l-au creat.

În funcție de agentul care le-a dat naștere și de modul de evoluție sunt și caracteristicile lor de unde și deosebirea mai multor *tipuri* (fig. 26).

- *Versanții de vale* - sunt suprafețele create prin acțiunea de adâncire a râurilor, torenților. Cei care aparțin văilor înguste și recente, se află imediat deasupra albiei ceea ce face ca influența râului asupra evoluției lor să fie activă (erodarea bazei versanților conduce la subminare, alunecări etc.). La văile cu o evoluție de durată între albia minoră și ei există albia majoră, terase și ca urmare, influența râului în dinamica lor se reduce considerabil, uneori total. Acești versanți constituie primul component, deci cel mai vechi în alcătuirea văii. Au lungime mare, înclinări variate, o formă (convexă, concavă, dreaptă etc.) care se modifică continuu, dar în ritmuri diferite în funcție de o multitudine de *factori* între care:

- *rocile* (în cele cu rezistență mare - calcare, granite- au pantă accentuată, sunt dreپți sau convexi; la cei formați din roci moi - argile, marne - pantele sunt slabe și frecvent concave; când există alternanțe de strate cu rezistență diferită, situațiile devin mult mai complexe, versanții sunt alcătuiți din segmente cu pantă deosebită care se îmbină în forme variate);

- *structura geologică* (versanți cu pantă accentuată și în trepte atunci când secționează capetele de strat și versanți cu pantă redusă când coincid cu suprafața stratelor);

- *unitatea de relief* străbătută de râu (în munți sunt lungi și au pante mai mari, în câmpie sunt scurți, dreپți și cu înclinări variate în funcție de rocă - în loess abrupti, în argile, nisipuri slab consolidate - au pante mici);

- *stadiu de evoluție a văii* (dreپți la începutul evoluției, complexi ulterior) etc.

- *Versanții de interfluviu* - alcătuiesc pantele înclinate care fac racordul între platourile interfluviilor sau linia de creastă cu diferite trepte ale culmilor secundare. Se află deasupra versanților de vale și cu unele excepții sunt mai vechi decât aceștia. Au rezultat în procesul evoluției generale a reliefului regiunii (cei mai extinși) sau printr-o dezvoltare locală impusă de o modelare selectivă determinată de diferențe ca alcătuire petrografică (alternanță de strate groase cu rezistență diferită; sunt scurți). Evoluția lor este dependentă de modul de asociere al proceselor geomorfologice în funcție de caracteristicile climatului (evoluție prin teșire și scădere în altitudine în climat temperat; evoluție prin pedimentare în climat semiarid etc.).

- *Versanții impuși de acțiunea agenților interni.* Mișcările tectonice și vulcanismul sunt cele care determină în timp versanți cu caracteristici specifice. În lungul liniilor de falie prin ridicarea unor blocuri rezultă versanți abrupti sau cu pantă ridicată ce pot căpăta ulterior prin acțiunea altor agenți caracteristici aparte. La fel prin acumulările erupțiilor vulcanice se ajunge la realizarea aparatului vulcanic cu versanți specifici. La scară regională mișcările tectonice pot impune bombări sau coborări însoțite de modificări nu numai de altitudine, ci și în configurația versanților diferitelor unități de relief.

- *Versanți maritimi.* Sunt în strânsă dependență de acțiunea apei mării, oceanelor. Se separă versanți în lungul țărmului înalt (impus inițial de tectonică, vulcanism, alcătuire litologică și accentuat de abraziune) și versanți submerși între diferitele suprafețe cvasiorizontale.



- *La scară locală* se adaugă și *versanți glaciari* creați prin eroziunea ghețarilor în circurile și văile glaciare, în jurul nunatakurilor), *antropici* (ex. cei rezultați prin secționarea unor culmi pentru canale maritime - Corint, pentru diverse căi de comunicație - deblee etc.), *de natură petrografică* (în loess, calcare, argilă etc.).

- *Geneză, evoluție și suprafețe de echilibru*. Cei mai mulți versanți sunt rezultatul eroziunii apelor curgătoare. Acestea dispunând de energie (efect al interferenței acțiunii gravitației exprimată prin valoarea pantei de scurgere și al mărimii debitului) exercită eroziune lineară și regresivă creând văi incipiente, de-o parte și de alta albiei individualizându-se versanți. *Evoluția* văii și indirect a versanților, va *depinde de câțiva factori*:

- mărimea energiei pe care râul o poate utiliza pentru eroziune.
- rezistența la atacul apei dată a rocilor și structurii geologice;
- influența locală și regională a mișcărilor de ridicare active care măresc altitudinea și accentuează pantele;
- coborârea sau ridicarea nivelului de bază al râurilor care se reflectă în creșterea și respectiv scăderea puterii de eroziune a acestora;

Rezultă că în orice vale, *în orice moment se confruntă două categorii de forțe - unele care tind să o adâncească (acțiunea râului), iar altele care se opun favorizând lărgirea prin retragerea versanților prin alte procese*. Ca urmare, în funcție de raportul dintre acestea valea va avea o anumită configurație și date morfometrice. Se pot separa câteva situații reprezentative:

- *când puterea de adâncire este superioară rezistenței*, eroziunea lineară este pe planul principal, valea va fi adâncită, relativ îngustă, iar versanții vor avea pantă accentuată și formă relativ dreaptă.

- *când râul numai dispune de energie* decât pentru transportul apei și materialelor provenite din eroziune laterală și din aportul modelării versanților se ajunge la un echilibru, adâncirea văii slăbind până la încetare. Situația favorizează extinderea laterală a albiei, crearea unei lunci dezvoltate, iar prin procesele de versant se produc - retragerea mai mult sau mai puțin rapidă a acestora și modificarea formei din dreaptă sau convexă în concavă sau complexă.

- *la văile cu desfășurare mare* situațiile sunt mult mai complexe. Ele aparțin unor regiuni care în anumite perioade de timp suferă mișcări de ridicare importante și care sunt separate de intervale de stabilitate neotectonică. La acestea în timp se produce o succesiune de faze în care predomină adâncirea (eroziunea lineară este stimulată de creșterea pantei generale) creându-se sectoare de versant cu înclinare ridicată și faze în care râul ajuns în profil de echilibru nu se va mai adânci, favorizând retragerea versanților și formarea de lunci. Situația se complică și mai mult în condițiile unor modificări climatice de esență care se vor reflecta pe de-o parte în schimbarea mărimii debitelor (prin creștere va fi stimulată eroziunea lineară, iar prin scădere slăbirea până la încetarea acesteia), iar pe de alta în modificarea proceselor care acționează pe versanți și indirect în ritmul și specificul evoluției lor. Deci, în aceste situații, în cadrul văii, versanții se prezintă ca o succesiune de tronsoane îmbucate (alcătuite dintr-un segment de pantă netedă și una înclinată), fiecare reprezentând un cuplu de faze de nivelare (echilibru, cu eroziune laterală și retragere a versantului) și de adâncire (dezechilibru, eroziune lineară accentuată).

Evolutiv la primele două situații nivelul de bază general de care depinde modelarea versanților îl reprezintă albia sau lunca râului, întrucât acesta influențează, atât intensitatea adâncirii râului, cât și dinamica proceselor ce au loc pe aceștia. Astfel, prin întreținerea unei pante accentuate și producerea de eroziune în baza lor, versanții sunt instabili, diferitele acțiuni (meteorizare, alunecări, pluviudenudare etc.)

generând materiale ce ajung în albie. Atâta timp cât intensitatea adâncirii este ridicată, panta mare a versanților se va menține, totul fiind subordonat acțiunii râului. Odată cu realizarea luncii, influența proceselor din albie asupra evoluției versanților scade reducându-se doar la intervalele cu viituri. În restul timpului, modelarea va fi mai rapidă sau mai înceată în funcție de caracteristicile climatului, de rocile din care sunt alcătuiți, de gradul de acoperire cu vegetație etc. Astfel, versanții vor suferi o îndepărtare treptată în raport cu lunca ei modificându-și atât altitudinea cât și panta.

- *Caracteristicile climatului*, își pun amprenta în ritmul și specificul evoluției.

- În climatul arid și semiarid cu versanți lipsiți de vegetație, procesele de meteorizare (dezagregarea îndeosebi) și pluviodenudarea (la ploile rare dar torențiale) determină o retragere a lor relativ paralelă cu poziție inițială însoțită de generarea la bază a unei pante de echilibru (glacis, pediment) a cărei înclinare este în raport cu mărimea materialelor ce sunt evacuate gravitațional sau prin pânzele de apă (mai mare pentru cele grosiere și mai mică pentru cele fine).

- În climatele umede, procesele care domină în modelarea versanților sunt altele - alterarea, pluviodenudarea, șiroirea, torenții, alunecările de teren etc. - modul de asociere și importanța fiind în funcție de roci, de gradul de acoperire cu vegetație, de pante etc. Important însă este faptul că evoluția conduce concomitent la scăderea generală a pantei, dar și a altitudinii, proces care în final se încheie cu realizarea unei suprafețe de echilibru slab înclinate acoperită de un strat subțire de materiale alterate.

- *Lungimea versanților* are un rol însemnat. Astfel pe cei cu lungime mare intensitatea proceselor și dimensiunile materialelor evacuate sunt diferite de la un sector la altul (mai active și grosiere în partea superioară și mai slabă cu elemente cu dimensiuni reduse în treimea inferioară), forma acestora din dreaptă se transformă în convexă (panta mai mare necesară evacuării elementelor grosiere), concavă (pantă mai mică suficientă pentru elementele cu dimensiuni reduse). Pe măsura evoluției, în tendința realizării unui echilibru general, partea concavă (a echilibrului) se extinde și ca urmare, locul de îmbinare a celor două sectoare (convex și concav) se deplasează către partea superioară a versantului pentru ca în final să corespundă cu linia de racord cu interfluviul.

Situațiile devin mult mai complexe când *versanții sunt alcătuiți din strate de roci cu rezistență diferită*. Într-o primă parte a evoluției, modelarea se va realiza diferențiat ceea ce va conduce la impunerea în profilul versanților a unor trepte litologice sau structurale, fiecare din acestea căpătând rol de nivel de bază local ce va influența intensitatea modelării sectorului de pantă de deasupra. Ca urmare, profilul general al versantului va căpăta o formă complexă pe care modelarea deși va fi diferită de la un segment la altul va conduce în timp la realizarea unui profil de echilibru.

O situație distinctă este specifică văilor din generații mai vechi la care în evoluție se separă mai multe faze în care la nivelul albiei râului s-a ajuns la o stare de echilibru, dar de fiecare dată relativa stabilitate a nivelului de bază a fost întreruptă fie, datorită unor mișcări de ridicare, fie modificării radicale a climatului, ceea ce a dus la reluarea eroziunii lineare și ruperea echilibrului. Prin această evoluție, versanții au căpătat o desfășurare în trepte, fiecare suprafață cvasiorizontală a acestora devenind un nivel local în funcție de care se realizează modelarea segmentului înclinat de deasupra. Deci, evoluția generală a versantului a devenit tot mai complexă pe măsura adăugării de tronsoane de vale noi în urma adâncirii sacadate. Ea se va caracteriza printr-o *însurmare de modelări secundare la nivelul fiecărui tronson, caracterizate prin mărimi diferite ale retragerii pantelor înclinate și de fragmentare a*

*celor cvasiorizontale*. Acest proces este influențat de caracteristicile acestora îndeosebi ca alcătuire geologică, mărime a suprafeței, tipul și gradul de acoperire cu vegetație etc. Totuși, în timp torențialitatea și alunecările conduc la deplasarea unor volume însemnate de materiale rezultate prin dezvoltarea lor pe suprafețe care depășesc limitele tronsoanelor. Se ajunge la spargerea unității acestora și la cuprinderea treptată într-o evoluție unitară a întregului versant care în final se va transforma într-o suprafață de echilibru slab înclinată, dar ondulată acoperită de materiale rezultate din ultima parte a modelării.

### 3.1.5. *Glacisurile și pedimentele*

*Caracteristici*. La baza versanților, dar adesea și a unor pante accentuate (ex. frunți de terasă) prin retragerea acestora, rezultă o suprafață slab înclinată care se interpune între două forme de relief pe seama cărora se va extinde. Ne este doar o suprafață de racord, ci ea are un rol funcțional - prin faptul că exprimă o formă de echilibru dinamic între două sisteme diferite și care se dezvoltă în detrimentul acestora. În literatură este cunoscută prin doi termeni - *glacis* provenit de la francezi și *pediment* din lucrările anglofone. Uneori, între aceștia se acceptă unele deosebiri în sensul că, primul ar fi legat de roci cu rezistență mai mică, climat temperat și de dimensiuni mai mici iar celălalt de roci dure (cristaline), climat semiarid și dezvoltare mai largă. Desfășurarea lor este variată, de la simple fâșii la suprafețe întinse a căror înclinare este condiționată de puterea de transport a șuvoaielor de apă care se scurg de pe versanți la averse. Uneori, panta de eroziune rezultată din retragerea versantului și pe care se păstrează un orizont subțire de materiale se continuă printr-o câmpie de aluviuni. Alteori, ea este scurtă și acoperită de materiale care formează poale întinse pe suprafața cvasiorizontală din față (luncă, pod de terasă, șes depresionar, câmpie etc.).

*Geneza și evoluția*. Glacisurile și pedimentele sunt frecvente aproape în orice regiune morfoclimatică, dar cunosc amploare în cele aride și semiaride calde sau reci, iar diversitate ca mărime și geneză în regiunile temperate.

În regiunile aride și semiaride, ele rezultă în principal prin acțiunea de eroziune în suprafață realizată pe versanți de către pânzele de apă încărcate cu materiale (dezagregate anterior) în timpul averselor. Pe de altă parte, șuvoaiile de apă care conțin pietriș și bolovăniș exercită o puternică eroziune laterală îndreptată asupra bazei versanților văilor pe care îi erodează creând suprafețele de echilibru dinamic care cresc în lărgime în cursul inferior. Aceste pedimente au la exterior și în mai mică măsură pe ele, materialele transportate de apă.

În regiunile temperate rezultă mai multe forme care pot fi grupate în *glacisuri de acumulare și glacisuri de eroziune*. Primele au o frecvență deosebită, se dezvoltă la baza diverselor pante cu înclinare mare și rezultă prin procese diferite, de unde și separarea ca tip. Între acestea sunt *glacisurile coluviale* (rezultă la baza oricărui abrupt prin acumularea materialelor spălate de pe acesta), *proluviale* (îngemănarea conurilor de dejecție ale torenților), *coluvio-proluviale, deluviale* (glacisuri în fruntea corpului alunecărilor cu dimensiuni mari). Glacisurile de eroziune sunt puțin dezvoltate, întrucât versanții sunt bine acoperiți de vegetație care exercită o acțiune de protecție a lor față de acțiunea meteorizării, șiroirii sau proceselor gravitaționale. Apar la baza unor abrupturi ca fâșii acoperite parțial de materiale.

Sucesiunea pantelor abrupte și line pe versanți impune uneori și o etajare a fâșiilor de glacis (ex. în lungul văilor mari la baza frunților de terasă apar glacisuri coluvio-proluviale ce au caracter etajat).

### 3.1. 6. Văile

- *Caracteristici.* Văile sunt forme de relief negative rezultate preponderent prin acțiunea apelor curgătoare. Râurile prin adâncire dau naștere excavației și o măresc pe verticală și într-o oarecare măsură lateral prin eroziunea exercitată la baza versanților. Configurația văii însă depinde pe de-o parte de evoluția versanților, de ritmul retragerii lor în raport cu intensitatea acțiunii diverselor procese de modelare dar și cu rezistența pe care o opun rocile, structura, vegetația care îi acoperă. Pe de altă parte, un rol însemnat îl au factorii care impulsionează procesele din albia râului (climatul, ridicările neotectonice, coborârea nivelului de bază), de aceștia depinzând mărirea pe verticală a văii cât și impulsul dat direct sau indirect proceselor ce se realizează pe versanți.

Se adaugă factorul timp în funcție de care văile se însușează spațial în sisteme ierarhizate, fiecare ordin având trăsături specifice.

Indiferent de ordin toate văile au două elemente comune - albia râului și versanții care o încadrează. În funcție de stadiul de evoluție la acestea se adaugă lunca, terasele, glacisurile și unele trepte înguste situate la partea superioară a versanților și care de regulă reprezintă mărturii ale modelării celei mai vechi. Deci, într-o vale se pot separa forme ce se succed pe verticală și care aparțin unor faze distincte în evoluția ei. Uneori pe versanții văii există și trepte secundare la nivelul unor strate de roci cu rezistență mare și care au fost scoase în evidență prin eroziune selectivă.

- *Tipuri de văi* Deși agentul ce le creează este râul, văile prezintă caracteristici foarte variate, situație care determină posibilități de grupare diferite în baza a numeroase criterii (fig. 27):

- *după fizionomie* sunt văi *simetrice* (ex. cele dezvoltate în structura orizontală sau în aceeași rocă - calcare, loess) și *asimetrice* (unele văi formate în structura monoclinală, văile la care râul suferă în timp o puternică deplasare spre un versant datorită fie, influenței unui centru de subsidență activ -ex. Argeșul în aval de Pitești, fie împingerii exercitate de un număr mare de afluenți cu debit mare (ex. Siretul, împins spre est de Suceava, Moldova, Bistrița), *văi înguste* (specifice la începutul evoluției sau secționare în roci dure (ex. calcarele) ori realizate în unități de relief care suferă ridicări. La văile cu desfășurare mare, pentru unele sectoare înguste, se mai utilizează apelativele - *chei* - văi înguste, de obicei create în calcare la care versanți, foarte înclinați uneori abrupti, se termină într-o albie strâmtă, cu praguri; *defilee* - vale pe ansamblu îngustă cu versanți povârniți dar, la care se pot separa porțiuni foarte înguste ce alternează cu bazinete depresionare în care sunt terase cu așezări; *canioane* - sunt defilee foarte lungi, cu versanți abrupti ce au înălțimi de sute și chiar peste o mie de metri, cu numeroase praguri impuse de roci mai dure sau de structură). *Văile largi* au lățimea variabilă în funcție de stadiul de evoluție, rocă, unitatea de relief în care se află - munte, deal, câmpie etc.

- *după stadiul de evoluție* în accepțiunea concepției lui W.M. Davis, se separă *văi tinere* (corespund începutului adâncirii râului, sunt înguste, versanții sunt povârniți; se află frecvent fie în regiunile muntoase, în podișurile înalte, fie în bazinele de recepție ale râurilor mari; *văi mature* (sunt largi, albia este încadrată de o luncă extinsă, iar versanții prezintă înclinări moderate; râul se află la profilul de echilibru etc.), *văi în stadiu de bătrânețe* (albia și lunca râului se continuă lateral prin versanți aproape aplatizați cu formă larg concavă aflați în stadiu de echilibru; relieful regiunii în care se află aceste văi este redus la o câmpie de eroziune - peneplenă; este un stadiu extrem de rar de atins); *văi policiclice* (în cadrul lor sunt elemente ce indică mai multe faze de evoluție aparținând unor cicluri care s-au succedat, dar care nu s-au manifestat

în întregime, de cele mai multe ori fiind întrerupte de ridicări neotectonice sau de modificări climatice de esență în stadiu de maturitate; în cadrul lor se disting între versanți și albia minoră mai multe generații de terase, fiecare dintre acestea reflectând realizarea unui echilibru dinamic).

- după unitățile naturale în care se desfășoară sunt văi în munți (înguste, versanți cu pantă mare, praguri în albie etc.), în dealuri (largi, versanți cu pantă mai mică, terase, lunci), în câmpie (foarte largi cu albie meandrate și lunci, mai rar cu terase) etc.; în fiecare dintre aceste unități caracteristicile se modifică în funcție de locul (superior, inferior etc.) pe care îl au în sistemul bazinului hidrografic; la văile foarte mari care străbat mai multe unități de relief se impun elemente specifice la nivelul fiecăruia.

- prin raportare la structura geologică sunt văi în structura orizontală (au caracteristică dezvoltarea simetrică), monoclinală (cele tipice sunt asimetrice), cutată (în lungul sinclinalelor, anticlinalelor), discordantă (tipice sunt văile epigenetice care s-au format în structura superioară impunându-se ulterior în cea inferioară), faliată (văi în grabene, pe planuri de falie, antecedente -dezvoltate transversal într-o unitate care se ridică) etc.

- prin raportare la rocile în care s-au adâncit sunt văi în loess, văi carstice (chei, văi seci, văi în trepte antitetice), văi în granite etc.

- în raport cu caracteristicile contactului cu marea sau oceanul sunt văi liman, văi cu estuar, văi cu delte etc.

### 3.1.7. Captările

- *Elementele unui bazin hidrografic.* Orice râu, indiferent de mărime, își adună apele și materialele pe care le transportă de pe o porțiune a unei unități sau mai multor unități de relief. Aceasta constituie *bazinul de recepție* în cuprinsul căruia în afara râului principal (*colectorul*) există o mulțime de *afluenți* de ordine diferite. La fiecare se disting trei componente - *izvorul* (unde se exercită eroziune regresivă), *cursul* (albia în care au loc procese de eroziune, transport și uneori acumulare) și *punctul de vărsare* (nivel de bază care reglează ritmul și intensitatea manifestării eroziunii din lungul său). Bazinul de recepție este delimitat de *cumpăna de apă* care unește, în cele mai multe situații, înălțimile cele mai mari de pe interfluviile care îl delimitează. Cum într-un bazin hidrografic mare sunt mai multe generații de râuri, tot așa există pentru fiecare în parte câte un bazin cu întindere deosebită care se însumează de la un rang mai mic spre altul mai mare. Cumpenele dintre acestea urmăresc linia înălțimilor maxime de pe culmile care le separă. *Cumpăna nu este fixă*, întrucât procesele care au loc pe versanții a două bazine vecine sunt diferite ca tip și intensitate. O evoluție mai activă a eroziunii pe un versant impune împingerea liniei de cumpănă spre celălalt versant și astfel, primul bazin hidrografic se extinde în dauna vecinului, proces care într-o fază avansată a evoluției poate conduce (determina) la preluarea unor pâraie și chiar a unui sector al colectorului vecin. Deci, *între bazine hidrografice vecine se desfășoară o luptă continuă care se reflectă în procese de extindere a unuia în defavoarea celuilalt.*

- *Captările – condiții, caracteristici.* Captările reprezintă un proces prin care un râu pătrunde în bazinul altuia de unde preia treptat afluenți mai mici sau mai mari ai acestuia, iar în final chiar o parte din acesta. Râul activ poartă numele de *captator*, iar cele încorporate sunt *râuri captate*. Prin acest proces bazinul captatorului se extinde în dauna celuilalt, poziția cumpenei de apă se modifică continuu și apar noi forme de relief.

Efectuarea procesului de captare este favorizată de diverse *condiții* care fac ca un râu să dispună de mai multă energie în raport de altul. Acesta îi asigură exercitarea

unei eroziuni lineare active și putere de penetrare în bazinul celuilalt. Între elementele care conduc la realizarea procesului sunt:

- nivelul de bază (punctul de vărsare) al captatorului să fie mai jos în raport cu ale râurilor vecine;

- panta generală a râului captator să fie mai mare, iar lungimea mai scurtă;

- un debit mai mare al captatorului, urmare a unui bazin extins;

- uneori prezența în bazinul captatorului a stratelor ce au roci cu rezistență mai mică și poate un grad de acoperire cu vegetație mai redus ceea ce facilitează adâncirea.

- *Tipuri de captări.* Sunt diverse *criterii* ce permit separarea lor între care *modul de realizare și vârsta*, fiecare fiind evidențiat de anumite elemente și caracteristici (fig 28).

- *Captările laterale.* Se produc între două râuri a căror direcție de desfășurare este aproape perpendiculară. Captatorul înaintează în bazinul vecin secționând transversal interfluviul; când ajunge în albia râului vecin îl captează preluând sectorul superior al bazinului său. În urma realizării captării rezultă mai multe elemente morfohidrografice care constituie repere în identificarea procesului:

- râul și bazinul captatorului s-au extins paralel cu micșorarea celor aparținând celuilalt;

- în locul unde s-a înregistrat captarea cursului râului se produce o schimbare bruscă de direcție, uneori de  $90^0$  (*cot de captare*);

- pe râul captat, în aval de locul unde s-a produs procesul rămâne o vale largă cu o luncă extinsă prin care se strecoară un curs firav de apă. (în intervalele secetoase seacă); este numită *albie moartă*.

- în sectorul creat prin secționarea interfluviului, valea este îngustă cu praguri și o pantă generală mai mare (*clisură*);

- *cumpăna de apă și-a schimbat poziția* coborând altimetric de pe linia marilor înălțimi în sectoare joase din valea râului captat;

Astfel de captări pot fi indentificate în mai multe locuri din Carpați - ex. Crișul Repede prin captare a preluat mai multe râuri (Iada, Drăganul etc.) care se dirijau din nordul Mușilor Apuseni spre Depresiunea Șimleu; Prahova care a înaintat dinspre Comarnic tăind defileul de la Posada a captat râul care venea dinspre Predeal și trecea înspre Ialomița prin șaua Păduchiosu; la fel Izvoru Dorului și Valea Jepilor au străpuns abruptul estic al Bucegilor captând în două locuri, râul care aparținea Ialomiței etc.

- *Captările laterale din lunci.* Reprezintă un proces destul de frecvent în câmpiile de subsidență și în luncile râurilor mari care au meandre extinse și cursuri vechi folosite de către afluenți (Siret, Prut etc.). Procesul se realizează în diferite moduri.

- *autocaptarea sau captarea de meandru.* Rezultă prin evoluția meandrelor succesive; prin extinderea lor, spațiul dintre ele se îngustează ceea ce face ca la viituri să fie erodat, râul să-și formeze aici o albie nouă, iar bucla meandrului din dreptul său să fie părăsită. Rezultă *belciugul* (meandrul părăsit în care se păstrează ochiuri de apă în sectoarele mai adânci ale fostei albie) și *popina* (martor de eroziune care domină belciugul și albia nouă).

- *captări prin atingerea meandrelor* a două râuri. Se produc în luncile extinse când meandrul unui râu prin evoluție laterală ajunge la albia unui afluent al cărui curs este paralel (Prut și Jijia; Prut și Elan, Mureșul și Târnava la nord de Alba Iulia) trecând în aceasta; rămâne cursul părăsit.

- o altă situație se produce în câmpiile de divagare și cele piemontane între râuri vecine care au patul albiei la înălțime diferită datorită unui proces de aluvionare mai bogat la unul, în raport de celălalt. La viituri, apa din cel cu albia mai ridicată se poate revărsa în celălalt, creând o albie nouă spre acesta (ex. Huang Ho în China, Dâmbovița în Câmpia Bucureștiului). Ulterior, fie că acesta își schimbă în întregime cursul (captare prin deversare) spre râul cu albia mai joasă, iar vechea albie din aval de captare rămâne uscată (vale moartă), fie că își va desfășura două cursuri - cel vechi și cel nou creat la viitură (*fenomen de difluență*) (ex. râuri din Depresiunile Hațeg, Făgăraș).

- *Captările frontale* - Procesul se produce între râuri cu desfășurare opusă. Ca urmare, cumpăna de ape separă obârșiile a numeroase pâraie care curg în sens invers, cele care dispun de energie mai multă, înaintând regresiv în bazinul celorlalte. Se realizează o pătrundere treptată însoțită de o multitudine de captări mici ale pâraielor din bazinul vecin. În timp pot fi înglobate și pâraie mai mari și chiar colectorul. Elementele care dovedesc realizarea procesului sunt - *neconcordanța între linia marilor înălțimi și altitudinile joase* la care se află cumpăna de ape; *șaua* largă de pe cumpănă în raport de care există un versant cu pantă mare cu ravene și torenți adânci spre bazinul captatorului și un versant cu pantă mică cu pâraie firave la bazinul râului care a pierdut spațiu.

În literatura geografică sunt menționate captări de acest tip între râurile care curg spre Depresiunea Brașov (Timiș, Târlung, Lădău Mare etc.) și cele din bazinele Prahovei (la Predeal), Doftanei, Buzăului (în nordul Depresiunii Întorsura Buzăului) etc.

- *Captările în munții și podișurile alcătuite din calcare*. Datorită faptului că, roca este puternic fisurată în aceste regiuni se realizează pătrunderea rapidă a apei favorizând o circulație internă complexă. Ca urmare, în afara unor râuri de suprafață există și unele cursuri la diferite adâncimi care străbat sisteme de peșteri, ieșind la suprafață prin izvoare cu debit foarte mare (izbucuri). Alimentarea cu apă a cursurilor subterane se realizează prin mulțimea fisurilor ce străbat calcarul. Unele dintre acestea se află în patul calcaros al albiilor râurilor de suprafață. Acolo unde densitatea lor este mare se produc pierderi însemnate de apă în urma infiltrării. Treptat prin lărgirea căilor de circulație a apei, râul de suprafață dispare lăsând în față o albie seacă cu bolovăniș. Este un proces de captare (*captare carstică de suprafață*), survenit între cursul subteran și cel de suprafață. Uneori, locul cel mai important al captării este marcat printr-un puț vertical (*sorb* sau *ponor*). În lungul văilor carstice cu o evoluție de durată în fața albiei cu apă la suprafață care se termină printr-un sorb se ridică un perete abrupt continuat la partea superioară printr-o albie seacă. Acestea (peretele și albia seacă) formează o *treaptă antitetice*, adică un tronson de albie veche care după ce apa a fost captată în subteran s-a conservat la aceeași altitudine. Prin adâncirea râului în amonte de sorb între albia activă și cea "moartă" s-a individualizat peretele abrupt. La văile mari există două, trei - nivele de trepte antitetice evidențiind o suită de captări carstice de suprafață. (ex. în Podișul Mehedinți, Podișul Padiș).

Circulația subterană a apei în podișurile calcaroase face posibilă și producerea unor *captări între cursurile subterane* (*captări carstice de adânc*) (ex. în sistemul subteran al râului Topolnița din Podișul Mehedinți).

- *Tipuri de captări după vechime*. În evoluția de milioane de ani a unor regiuni au existat etape când s-au întrunit condiții de realizare a unor modificări hidrografice prin procese de captare. De la acestea au rămas unele elemente care permit reconstituirea procesului între care mai importante sunt:

- cotul de captare însoțit în aval de o șauă largă;

- valea moartă;
- neconcordanța între linia marilor înălțimi și poziția joasă a cumpenei de apă;

- desfășurarea deosebită a nivelelor de eroziune și teraselor (cele superioare șii de captare merg din sectorul captat în valea moartă, iar cele inferioare acesteia sunt paralele cu albia actuală;

- poziția diferită ca înălțime a nivelelor de bază etc.

Cu cât, captarea este mai veche cu atât, unele din acestea sunt înlăturate de eroziune.

Pe baza elementelor indentificate, captările pot fi legate de anumite faze, etape de evoluție a unor regiuni și clasificate în funcție de momentul producerii. Astfel, se pot separa:

-*captări foarte vechi (pliocene)* bănuite prin unul sau două argumente; frecvent se menține sistemul de desfășurare a văilor și raportul dintre poziția cumpenei și linia marilor înălțimi.

-*captări recente (cuaternare)* la care se identifică majoritatea elementelor pe baza cărora se reconstituie procesul;

-*captări iminente* - în regiunile în care captatorul a străpuns linia marilor înălțimi, cumpăna de ape se află la nivelul luncii sau a unei terase inferioare a râului ce va fi captat; uneori există deja o circulație spre captator a apei din pânza freatică (ex. afluenții Jijiei au ajuns la nivelul terasei de 5 m a Siretului; pâraiele Șomuzului Mare au străpuns Podișul Fălticeni pătrunzând în terasa de 5-10 m a râului Moldova.

*Concluzii.* Captările constituie un proces fluvial important în evoluția configurației rețelei hidrografice dintr-o regiune. Se produc în timp îndelungat putând fi deduse pe baza interpretării formelor de relief rezultate. Ele pot fi legate de etape sau faze de evoluție ale reliefului unei regiuni evidențiind sensul desfășurării acesteia, rolul nivelului de bază, al mișcărilor neotectonice. Prin străpungerea culmilor montane, deluroase, ele au creat culoare de legătură între diferite sectoare ale unei regiuni (ex. culoarele văilor Olt, Prahova, Crișului Repede etc.).

### **3.2. Forme de relief de acumulare create de apele curgătoare.**

Apele curgătoare transportă cantități mari de materiale rezultate din eroziunea pe care o exercită asupra patului albiei și malurilor, dar și din aporturile laterale, de pe versanți unde dislocarea și transportarea se realizează prin diverse procese. Transportul presupune o energie ce rezultă din mărimea debitului și viteza imprimată de scurgerea apei pe pantă sub efectul gravitației. În sectoarele unde există energie, transportul va fi bogat, iar acolo unde aceasta scade râul va fi nevoit să depună o bună parte din debitul solid pe care-l duce. Frecvent acumulările cele mai importante se realizează în locurile unde panta generală scade foarte mult. Aceasta se întâmplă îndeosebi fie, la trecerile brusce din unități de relief înalte, fragmentate și unde pantele sunt ridicate ca valoare (munți, dealuri), la unități joase, netede (câmpii, depresiuni) fie, la vărsarea lor în lunci largi, în lacuri, mări cu platforme litorale extinse și la mică adâncime. Rezultă mai multe tipuri de forme de relief de acumulare cu dimensiuni variabile.

**3.2.1. Conurile aluviale** sunt corespondentul conurilor de dejecție ale torenților, dar cu dimensiuni mult mai mari. Sunt frecvente pe rama depresiunilor și rezultă prin acumulări continue de pânze de aluviuni, dar cu accent la viituri când sunt transportate și materiale grosiere. Dimensiunile variază în funcție de mai mulți *factori*:



- *caracteristicile reliefului*, îndeosebi altitudinea, energia, pantele unității de relief de unde râul le dislocă și le transportă (din munți, dealuri înalte va aduce o cantitate mare de pietrișuri, bolovăniș, iar conul va avea extindere; dintr-o regiune deluroasă joasă va căra material mai redus și nisipo-argilos cu care va crea conuri mici aplatizate);

- *climatul* se va impune în specificul proceselor care au loc pe versanți, în mărimea debitului și prin acesta capacitatea de transport a râului care va forma conul.

- *rocile* dominante din bazin facilitează cantități mai însemnate sau mai reduse de materiale în funcție de rezistența la atacul exercitat de apa pâraielor din bazinul colectorului ce formează conul.

- *gradul acoperirii cu vegetație* a bazinului hidrografic etc.

**3.2.2. Deltele continentale.** Constituie conuri aluviale foarte mari, dar cu înălțime mică dezvoltate la ieșirea în câmpii (de divagare) sau în depresiunile cu vatră netedă a râurilor cu debit solid important. Pe suprafața lor pot fi urmărite cursuri părăsite care denotă pendularea frecventă a albiei determinată de înălțarea ei, în urma depunerii de aluviuni; structura tipică este de pânze aluviale suprapuse formate din pietrișuri, nisip, lentile de argilă.

În România, astfel de forme au dezvoltat Buzăul, Prahova, Putna în câmpie; situații relativ similare sunt în Asia Centrală, deltele fiind construite de râuri care coboară din munții din nordul Afganistanului și Iranului.

**3.2.3. Glacisurile aluviale.** Sunt forme de relief de racord între dealuri, munți și depresiuni sau câmpii rezultate din îmbinarea, suprapunerea laterală a mai multor conuri aluviale construite de râuri. Înălțimea lor depinde de dimensiunile elementelor ce alcătuiesc aluviunile (cele grosiere dau conuri înalte), iar extensiunea de volumul de materiale acumulate. Configurația relevă aspectul ondulat și căderea ușoară spre exterior. Sunt străbătute de râurile care le-au creat. Tipice sunt pe marginile depresiunilor Giurgeu, Ciuc, Brașov sau în câmpia Râmnicului (Vrancei).

**3.2.4. Piemonturile.** Sunt câmpii extinse (zeci, sute de kilometri) rezultate la contactul relativ brusc dintre o unitate înaltă (munți) și una joasă, netedă (depresiune întinsă, câmpie lacustră etc.) prin acumularea unor mase imense de aluviuni cărate de către o rețea densă de pâraie și râuri. Evolutiv constituie o formă superioară conurilor și glacisurilor care apărute într-o fază de început s-au extins și îmbinat.

Sunt tipice în Italia de nord, pe marginea Alpilor (regiunea Piemont), în sudul Himalayei dar, și în țara noastră (pe rama sudică a Depresiunii Brașov, iar la începutul cuaternarului la exteriorul Carpaților Meridionali).

- **Condiții de formare.** Formarea piemonturilor solicită existența pe de o parte a unui contact net (brusc), între o unitate de relief înaltă (munți sau dealuri în ridicare), iar pe de alta a unui climat care permite erodarea și transportarea unui volum mare de aluviuni din munți și acumularea acestora la marginea lor (fig. 29).

- *Condiție de natură tectonică* se realizează la exteriorul munților sau dealurilor în care energia tectonică impune o ridicare activă; în aceeași măsură, ea se întrunește și pe marginile depresiunilor tectonice interne (intramontane), dar unde subsidența a încetat sau este slabă. Rezultatul ridicării munților este individualizarea unor versanți tectonici relativ abrupti care domină șesurile limitrofe cu mai multe sute de metri. Altitudinile mari impun pante ridicate care facilitează, creșterea vitezei și de aici, putere de eroziune deosebită a cursurilor de apă, dar și capacitatea de transport deosebită.

- *Condiția climatică* solicită pe de-o parte precipitații bogate, dar cu un ritm de producere torențial, iar pe de altă parte existența unor luni secetoase cu

vegetația slab dezvoltată care să permită expunerea directă a versanților la atacul agenților externi. Astfel de cerințe sunt întrunite în regiunile subtropicale, subpolare dar, în anumite locuri și în cele temperat continentale.

**- *Geneză și faze de evoluție:***

Când cele două categorii de condiții sunt întrunite are loc generarea câmpiilor piemontane. Au loc două categorii de procese opuse ca sens al construcției în cele două unități de relief (munții și șesul din fața lor), între care există o discontinuitate netă. Pe de-o parte în munții aflați în ridicare, râurile exercită o puternică eroziune în tendința de a nivela, iar pe de altă parte pe șesul cvasiorizontal unde pantele extrem de mici frânează viteza apei și forțează depunerea aluviunilor. Sunt două acțiuni contradictorii care solicită un echilibru morfodinamic, tendință care parțial este reflectată de forma care este creată la contactul munte - șes și anume, de câmpia piemontană.

- *Etapa de construire a câmpiei piemontane.* Debutează cu dezvoltarea de conuri aluviale, care prin unire dau glacisuri, iar după o îndelungată evoluție prin extindere în suprafața și atenuarea denivelărilor dintre conuri și pânzele de aluviuni, se ajunge la câmpii piemontane. Caracteristicile acestora sunt:

- constituie o câmpie slab fragmentată și ondulată care înclină de la contactul cu muntele spre periferie;
- este alcătuită din pânze de pietriș, nisip, lentile de argilă suprapuse în unghiuri variate de unde și numele de "structură încrucișată".
- în lungul ei există albiile puțin adâncite ale râurilor care ies din munți, dar și multe albiile părăsite lipsite de apă.
- în fazele avansate ale evoluției acumulative, vârful conurilor de aluviuni pătrund în lungul luncilor în spațiul montan, iar o parte din aluviuni se suprapun pe treapta de eroziune rezultată din retragerea versanților tectonici prin procese de meteorizare, gravitaționale, șiroire, torențialitate. La începutul evoluției, dezvoltarea piemontului se face în detrimentul șesului din față pe care aluviunile se acumulează, ulterior acțiunea va putea cuprinde și marginile munților.

Finalul acestei etape ar putea corespunde dobândirii unui echilibru dinamic când panta albiei râurilor nu va mai putea asigura decât scurgerea apei. Un astfel de moment este greu de realizat întrucât, pot surveni diverși factori care vor impune adâncirea râurilor. Între aceștia importanți sunt: - ridicarea munților și chiar a câmpiei piemontane; coborârea nivelului de bază regional (la exteriorul câmpiei piemontane; modificarea radicală a climei. În primele situații se modifică panta de scurgere, iar în al doilea debitul astfel că, râurile dispunând de energie suplimentară se vor adânci ducând în timp la fragmentarea formei create în etapa anterioară.

- *Etapa fragmentării piemontului.* Începe din momentul întreruperii procesului de dezvoltare a piemontului și se încheie când din acesta nu au mai rămas decât petece, pe unele interfluvii. În cadrul ei în multe tratate de Geomorfologie se separă, prin specificul modului în care se realizează fragmentarea, trei faze și anume:

- *Faza fragmentării longitudinale.* Se caracterizează prin: adâncirea râurilor care vin din munte și străbat piemontul. Ea este asociată frecvent cu înălțarea câmpiei piemontane împreună cu muntele. Adesea procesul este destul de activ, situație în care unitatea geografică se transformă dintr-o câmpie într-un podiș. În aceste condiții pe de o parte, rezultă culoare de vale ce separă interfluvii plate aproape paralele, iar pe de altă parte la exteriorul piemontului se formează o nouă generație de conuri aluviale din materialele ce-au fost erodate și transportate de râuri, inclusiv din podișul piemontan. La contactul cu muntele de pe versanții încă înclinați, apele torențiale se organizează într-o rețea de pâraie care converg spre râul care se

adâncește. Ele vor eroda adânc și repede contactul dintre rocile dure ale muntelui și cele slab consolidate ale piemontului. Ca urmare, aici vor rezulta depresiuni de contact cu dezvoltare paralelă cu muntele, interfluviile se vor îngusta transformându-se local în șei, iar piemontul aproape desprins de munte va dobândi un versant cu pantă accentuată (uneori caracter de cuestă) pe care șiroirea și alunecările vor domina. Prin unirea depresiunilor se poate ajunge la formarea unui culoar submontan, jos cu caracter eroziv sau tectono-eroziv (dacă muntele este ridicat).

- *Faza fragmentării transversale.* Începutul poate fi asociat fie cu momentul în care râurile adâncindu-se, au atins stratele de la baza piemontului cu rezistență mai mare, fie când evolutiv s-au apropiat de un profil de echilibru. Astfel, se produce o schimbare radicală a manifestării eroziunii, pe prim plan trecând modelarea laterală care extinde luncile și îndepărtează versanții; sunt intersectate pânzele de apă din piemont ceea ce facilitează dezvoltarea pâraielor. Ca urmare, mulțimea de torenți și pâraie care sunt pe versanții văilor longitudinale se adâncesc repede datorită pantei mari a acestora. Se dezvoltă o nouă generație de văi separate de interfluvii secundare, piemontul fiind continuu îmbucătățit.

- *Faza fragmentării totale a piemontului din care rămân doar martori de eroziune piemontani.* Se realizează după o îndelungată evoluție când se impun generații noi de văi torențiale. Din piemont nu s-au mai păstrat decât câteva vârfuri (martori de eroziune) alcătuite din pietrișuri. Ele se află peste culmi cu desfășurare foarte variată. Relieful va fi format pe de-o parte din principalele văi cu lunci extinse ce au o dezvoltare longitudinală sau oblică și două-trei generații de văi din ce în ce mai înguste cu caracter secundar. Pe de altă parte acestea sunt interfluvii rotunjite plate sau chiar creste; la contactul cu muntele există un uluc depresionar în care apare și treapta de eroziune realizată prin retragerea versanților la începutul evoluției și care uneori a fost exhumată de sub depozitele piemontului.

În România, în sudul Depresiunii Brașov este în construcție o câmpie piemontană (Sohodol, Timiș-Săcele), în sudul Carpaților Meridionali, câmpia piemontană getică de la începutul cuaternarului a fost înălțată piemontul intrând în etapa fragmentării, din care prima fază s-a consumat; în jumătatea nordică s-a trecut la faza fragmentării transversale. Situații similare se pot urmări la contactul Alpilor cu câmpia Padului.

*Concluzii.* Piemonturile sunt cele mai extinse și complexe forme de relief rezultate prin acumulări fluviatile bogate în anumite condiții tectonice și de climat. Studiul elementelor sale permit aprecieri genetico-evolutive cum ar fi: specificul factorilor genetici, mecanismul formării, etapele și fazele de evoluție, aprecierea rolului nivelului de bază și al raportului eroziune-acumulare, rolul neotectonice și al variației condițiilor climatice vis-à-vis de schimbările de evoluție etc. Piemonturile prin caracteristicile reliefului și alcătuire impun un specific aparte în desfășurarea activităților umane. Mai întâi se remarcă un anumit mod în organizarea folosinței terenurilor (culturi diverse pe podurile piemontane nefragmentate, livezi și păduri pe versanți, așezări, culturi și căi de comunicație în culoarele de vale etc.), apoi o diminuare a degradării solurilor și stabilitate pe podurile interfluviale opusă pantelor cu șiroire, alunecări și surpări de pe versanții cu înclinări accentuate, lipsiți de vegetație și în alcătuirea cărora între pânzele de nisip, pietriș există lentile și strate de argilă. Pietrișurile și nisipurile în pânze groase favorizează infiltrarea apei la adâncime sau cantonarea și circulația ei la nivelul stratelor de argilă. Ca urmare, pe de-o parte pe cea mai mare parte a piemonturilor se constată lipsa apei și ca urmare pe podurile interfluviale, așezările vor fi rare (locuitorii folosesc apa din puțuri de adâncime sau din ochiuri lacustre amenajate – benturi), iar vegetația (îndeosebi arborescentă) va fi

slab dezvoltată. Izvoarele apar la baza versanților văilor principale. Prezența acestora, dar și unele trepte de luncă înaltă sau de terase extinse au facilitat poziționarea majorității așezărilor în lungul văilor (ex. piemonturile Cotmeana, Oltețului etc.)

**3.2.5. Câmpiile de nivel de bază.** Sunt câmpii joase dezvoltate în regiunile de vărsare ale fluviilor în lacuri mari, în mări sau oceane, de unde apelativul "de bază" adică în sectorul ce impune mersul general al eroziunii lineare. Realizarea solicită câteva cerințe - fluviul să care cantități mari de aluviuni, să existe o platforma litorală extinsă care să aibă adâncimi mici, să nu existe curenți și marea care să conducă la împrăștierea materialelor în largul mărilor.

Ca urmare a depunerii aluviunilor care dominant sunt fine (argile, mълuri, nisip mărunt) se dezvoltă suprafețe de uscat formate din grinduri și terenuri mlăștinoase; are loc și o ramificare a cursului de ape ducând la dezvoltarea de delte. În timp de mii de ani, dacă nivelul mării rămâne constant se formează o unitate de relief de acumulare numită câmpie de nivel de bază și care are pante foarte mici (sub 1‰). În cuprinsul acesteia pot fi urmărite albiile secete, mlăștinoase, ochiuri de apă și bălți, albiile prin care apa se scurge, grinduri, terenuri de cultură și diguri, unele așezări. În România, unitatea formată din Delta Dunării și complexul Razim alcătuiește o câmpie fluvio-lagunară în formare.

**Verificări:**

- Precizați legăturile care se realizează în timp și spațiu între procesele fluviatile și consecințele genetico-evolutive.
- Desenați și explicați componentele albiei minore și cele din luncă.
- Care sunt elementele morfologice și structurale ale unei terase.
- Explicați geneza teraselor.
- Desenați și explicați tipuri de terase.
- Desenați o captare laterală și indicați elementele care stau la baza recunoașterii lor acestui tip.
- Care sunt cauzele formării piemonturilor?
- Folosiți dicționarele de specialitate pentru explicarea noțiunilor – eroziune lineară, eroziune regresivă, fluviație, terase acumulative, delte continentale, profil de echilibru, captări etc.

## 6. GHEȚARI ȘI RELIEFUL CREAT DE ACEȘTIA

### Probleme:

- Caracteristici morfogenetice.
- Tipuri de ghețari montani, de calotă; perioade glaciare în istoria Pământului.
- Procese și forme de relief glaciare.

### 6.1. Caracteristici

Ghețarii reprezintă volume de gheață însemnate aflate la latitudini mari (polare) sau în munți la altitudini ridicate, acolo unde temperaturile pozitive se produc rar și nu determină topirea lor, iar precipitațiile dominant solide le asigură creșterea masei.

În general desfășurarea lor este condiționată de *limita zăpezilor veșnice*, adică de acea valoare de latitudine sau de înălțime dincolo de care zăpada se păstrează multianual, ea transformându-se în timp în gheață. Dar, o serie de condiții locale sau regionale pot face ca masa de gheață pe anumite direcții să coboare sub această valoare (la ghețarii cu volume însemnate de gheață rezultate dintr-un aport însemnat de precipitații) sau să se afle cu mult deasupra poziției acestei limite (relief cu pante foarte mari care nu permit acumularea zăpezii sau regiuni cu precipitații reduse).

Ghețarii se întâlnesc frecvent la latitudini mai mari de 60<sup>o</sup>, la care se adaugă petece pe unele creste alpine dezvoltate în zonele temperate și în zona caldă (ex. în Anzi, Kenya etc.). Spre exemplu, în zona ecuatorială limita altitudinală se află între 4600 și 5000 m, la tropice depășește 5000 m, în zonele temperate se află la 3000 m (în cea nordică) și 1500 (în cea sudică), la Cercul polar în jur de 1000 m de unde scade treptat la 500 m. Diversele estimări privind suprafața totală actuală acoperită de ghețari variază între 14,5 și 16,5 mil. km<sup>2</sup>; frecvent este indicată valoarea de 15.861.766 km<sup>2</sup>. După V.M. Kotleakov, 1984, ei reprezintă în Antarctica: -13.979.000 km<sup>2</sup>, Arctica (calota și ghețarii din insule); -2.044.250 km<sup>2</sup>, Europa -19.180 km<sup>2</sup>, Asia; -118.355 km<sup>2</sup>, America de Nord; - 123.700 km<sup>2</sup>, America de Sud 32.300 km<sup>2</sup>, Africa și Oceania 845 km<sup>2</sup> (fig 30).

În aceste valori sunt incluși atât ghețarii care se întind pe suprafața uscatului sub formă de platoșe întinse (calote glaciare) sau ghețari montani, dar și masa de gheață care se formează din apa mărilor situate la latitudini foarte mari (ex. packul arctic, banchiza antarctică etc.). Relieful glaciare este legat însă numai de acțiunea celor aflați pe uscat.

### 6.2. Geneza și dinamica ghețarilor de pe uscat.

Ghețarii rezultă prin acumularea și transformarea în timp a zăpezii care persistă de la un an la altul pe suprafețe slab înclinate sau în depresiuni cu dimensiuni variabile. Căderile anuale de zăpadă formează un strat cu grosime variabilă. La început este o zăpadă pufoasă cu mult aer între cristalele de zăpadă. Cu timpul datorită propriei greutate și a unor topiri parțiale stratul de zăpadă suferă transformări care se concretizează în tasări însoțite de micșorarea până la eliminare a golurilor cu aer și în modificarea formei cristalelor. Ca urmare, în primii ani stratul are înfățișarea unei mase neomogene cu porțiuni de zăpadă parțial transformată care se asociază cu gheață spongioasă (cu bule de aer), raportul dintre acestea modificându-se în favoarea gheții de la suprafață către bază. De la an la an, sub presiunea exercitată de acumulările de zăpadă tot mai noi, în stratele de dedesubt se produce transformarea gheții spongioase (névé) în gheață lipsită de aer, dar care datorită plasticității se deplasează.

- **Dinamica masei de gheață** este diferită de la un sector la altul fiind dependența de mai mulți factori între care, trei au importanță aparte.

- *înclinarea suprafeței* pe care se deplasează (este mare pe pantele ridicate din fața pragurilor; aici masa ghețarului se fragmentează prezentând numeroase crăpături, crevase).

- *mărimea* împingerii exercitată în orice loc de volumul de gheață care vine din partea superioară (aportul însemnat impune creșterea vitezei).

- *bilanțul glaciuar* (reprezintă diferența dintre aportul de masă de gheață dependent de cantitatea de precipitații solide ce se acumulează anual și pierderea gheții prin topire, la limita exterioară a ghețarului; un aport bogat asigură un bilanț pozitiv și împingerea limbilor de gheață mult sub limita zăpezilor veșnice; în situație inversă (bilanț negativ) ghețarul va avea dimensiuni mici și o poziție superioară limitei).

Ca urmare, în desfășurarea spațială și în dinamica unui ghețar se pot separa două areale distincte.

- *aria de alimentare* - ocupă cea mai mare parte din suprafața acestuia; constituie spațiul în care se acumulează zăpada care apoi se transformă în névé (firn) iar acesta în gheață; bilanțul este pozitiv, procesele glaciare sunt intense rezultând o diversitate de forme de relief.

- *aria de topire a gheții (ablație)* - se află la periferia ghețarului, frecvent în vecinătatea limitei zăpezilor veșnice, bilanțul este negativ; procesele glaciare și formele de relief rezultate sunt limitate; extremitatea periferică a acesteia constituie "fruntea ghețarului" ce apare de cele mai multe ori abruptă dar fragmentată de crevase ce o împarte în blocuri amestecate cu materiale morenaice transportate; când ea se află la contactul cu oceanul atunci blocurile desprinse vor pluti pe suprafața acestuia ca aisberguri.

*Contactul dintre cele două areale* corespunde sectorului în care bilanțul glaciuar este nul, el reflectând o anumită stare de echilibru; când ghețarul are o alimentare foarte bogată, linia de echilibru este împinsă mult spre periferia lui, iar în situația inversă ea se retrage către obârșie. În funcție de aceste poziții se diferențiază *ghețarii cu activitate intensă, staționari sau în regres*.

La acestea se pot adăuga crestele, vârfulurile care domină ghețarul prin versanți cu pante mari pe care se produc avalanșe, dezagregări însemnate alimentând ghețarul cu zăpadă și blocuri cu dimensiuni variabile. La contactul dintre masa de gheață și versanți apar două situații opuse - mai întâi acumulări de zăpadă și grohotișuri sub formă de conuri și poale de blocuri și apoi aliniamente joase, prelungite în crevase profunde, în faze în care ablația este intensă.

### 3. Tipuri de ghețari.

Ghețarii se pot grupa după criterii diferite:

- *mediul în care se află* în - ghețari pe continente și ghețari marini.
- *zona climatică* în care există - ghețari polari, subpolari, din regiunile temperate, calde etc.

- *formă și dinamică* - ghețari montani și ghețari de calotă.

Ultima diferențiere este frecvent folosită în cadrul celor două grupe separându-se mai multe subtipuri:

**3.1. Ghețarii montani.** Sunt cantonați în bazinele de recepție, pe văile și uneori pe platourile aflate în munții foarte înalți indiferent de latitudine. În funcție de condițiile climatice care reglează alimentarea și ablația, ghețarii au formă, dimensiuni, o dinamică variată prin care rezultă o multitudine de forme de relief. În multe tratate de geomorfologie sunt prezentate următoarele tipuri de ghețari montani (fig. 32).

- *Ghețarii alpini (de vale)*. - Sunt ghețari complecși, descriși și analizați încă din a doua parte a sec. XVIII, în M. Alpi de unde și numele acordat. Au dimensiuni mari (zeci de kilometri lungime) prezentând o largă arie de alimentare ce cuprinde frecvent bazinul de recepție al văilor situat la altitudini foarte mari. În vatra bazinului de recepție, în care se acumulează masa principală de gheață se formează cercul glaciatic. Bilanțul glaciatic pozitiv asigură o masă de gheață bogată care se înscrie în lungul văii sub forma limbii glaciare care frecvent coboară sub limita zăpezilor perene. Contactul cu versanții este variat, dar adesea între gheață și pereții cercului sau văii se dezvoltă crevase adânci numite rimaye. În dreptul lor versanții au pante abrupte. Masa de gheață se deplasează cu viteze care diferă atât în lungul văii (mai rapid în sectoarele cu pantă mare) cât și de-a latul (mai rapid pe centru) dar și pe verticală. Ca urmare, ea suferă fragmentări reflectate în aliniamentele de crevase, în micșorarea sau creșterea grosimii ghețarului. Un astfel de ghețar creează forme de eroziune (cerc, vale, praguri etc.) dar și de acumulare (morene cu poziție diferită rezultate din depunerea materialelor transportate) etc.

- *Ghețarii de cerc*. Sunt ghețari cu dimensiuni mici. Sunt situați în bazinele de recepție ale văilor aflate în vecinătatea limitei zăpezilor veșnice (perene) unde zăpada acumulată și formată în firn este redusă și ca urmare alimentarea depășește cu puțin ablația. Dar aceștia apar și în loje cu dimensiuni reduse situate pe versanții de deasupra ghețarilor de vale. Aici factorul topografic împiedică realizarea unei acumulări bogate de gheață. Ca urmare, ghețarii nu-și pot dezvolta decât un cerc glaciatic care se termină frecvent prin praguri abrupte de mai multe zeci sau sute de metri, de unde și numele de ghețari suspendați. Au fost studiați în M. Pirinei fapt care a condus la acordarea apelativului de pirenieni.

- *Ghețarii de tip himalayan* sunt întâlniți în M. Himalaya fiind cel mai extins tip din grupa ghețarilor de munte. Are mai întâi caracteristicile ghețarului alpin. Astfel, există un larg bazin de alimentare care asigură o masă de gheață enormă ce umple cercul dar acoperă și cea mai mare parte a versanților trecând prin șeile de transfluență în circurile și văile vecine. Totodată ea asigură dezvoltarea unor limbi de gheață cu lungimi de zeci de kilometri care coboară cu mult sub limita zăpezilor veșnice. Ca urmare, în peisaj se impune în sectorul înalt al munților o masă de gheață aproape generalizată dominată de vârfuri și creste cu porțiuni de versanți abrupti din care pornesc adevărate fluvii de gheață care înaintează pe văi spre baza munților. Această dezvoltare amplă se datorește climatului musonic ce asigură în Himalaya cantități foarte mari de precipitații.

- *Ghețarii de tip kilimandjaro (în stea)* s-au dezvoltat în craterele unor vulcani stinși situate la altitudini superioare limitei zăpezilor veșnice. În faza maximă de dezvoltare, gheața acumulată în crater poate deborda pe versanții exteriori ai conului creând limbi scurte cu dispoziție radială de unde înfățișarea unei stele. Au fost descriși în munții vulcanici din Kenia și Tanzania ale căror cratere se află mai sus de 4500 m, dar și cei din America (Cotopaxi și Chimborazo la peste 6000 m)

- *Ghețarii de piemont (alashian)* sunt întâlniți în munții din lungul litoralului peninsulei Alaska. Au elementele ghețarilor de vale, specificul lor fiind însă dat de forma finală de acumulare a gheții care este amestecată cu blocuri și bolovani pe câmpia litorală. Aici rezultă conuri de gheață, simple sau suprapuse parțial, care formează o treaptă între munte și ocean similară câmpiilor piemontane.

- *Ghețarii mixti de platou și vale (norvegian)* - au două sectoare semnificative unul de acumulare a gheții pe mici platouri reprezentând porțiuni dintr-o peneplenă veche (caledoniană) înălțată la peste 1500 m (formează minicalote de gheață) și mai multe limbi de gheață scurte care se desprind din acestea coborând

pe văi. În prezent, există în nordul Norvegiei, dar în pleistocen au avut o dezvoltare largă și în Scoția, Țara Galilor etc. reprezentând o îmbinare între ghețarii de calotă și cei de vale (fig. 31, 32).

**3.2. Ghețarii de calotă.** Sunt cei mai extinși acoperind suprafețe continentale foarte mari sub forma unor platoșe de gheață cu grosimi de la câteva sute de metri la peste 4000 m. Sunt separate câteva tipuri.

- *Ghețarul antarctic* - este cel mai mare de pe Glob, ocupă 97,6% din suprafața continentului (13.650.000 km<sup>2</sup>), are un volum de gheață de aproape 30 milioane km<sup>3</sup> și o grosime maximă în sectorul Polului sud de 4776 m. Reprezintă o imensă cupolă bombată în sectorul central. A rezultat din unirea maselor de gheață provenind din șapte calote mai mici și care coboară spre contactul cu oceanul planetar și în care *înaintează pe lățimi variabile ca ghețari de șelf*. Relieful subglaciar este format din platouri, depresiuni (unele cu baza sub nivelul mării), creste rotunjite etc. Masa de gheață a calotei este dominată local de unele vârfuri sau creste montane numite nunatakuri (însurează o suprafață de 330.000 km<sup>2</sup>) care sunt concentrate în regiunile periferice. Pe aceștia apar ghețari locali sub formă de limbă ce ajung la lungimi de mai multe sute de kilometri și lățimi de câțiva zeci de kilometri; masa de gheață care înaintează cu viteze de câteva sute de metri pe an ajunge la ocean unde se contopește cu ghețarii de șelf, constituind sursa de alimentare principală a acestora (fig. 33).

Ghețarii de șelf sunt mase de gheață care continuă deasupra șelfului ghețarii de pe continent. Se întind în lungul continentului pe 17.800 km, au o suprafață de cca 1,55 mil. km<sup>2</sup>, un volum de peste 700.000 km<sup>3</sup>, lungimi de mai multe mii de kilometri (mai ales în marile golfuri ale continentului). Din aceștia se desprind blocuri de gheață (aisberguri) care plutesc în derivă până la latitudini de 50<sup>0</sup>.

- *Ghețarul groenlandez* reprezintă o masă de gheață care acoperă cca 83% din Groenlanda, adică peste 1,8 mil. km<sup>2</sup>, având grosimi de câteva sute de metri la periferie și aproape 3000 m în sectorul central. Platoșa de gheață (icefjeld) are o mișcare lentă (câțiva metri/an), un microrelief ondulat cu multe crevase; acoperă în cea mai mare parte un platou bazaltic, aflat la 500-1000 m înălțime; doar la marginile insulei sunt munți granitici cu altitudini de 2500-3300 m. Din calotă și din ghețarii montani se desprind limbi de gheață care se deplasează cu viteză mare (de la câteva sute la câteva mii de metri pe an), spre țărmul Groenlandei generând aisberguri. La procesul de ablație a masei de gheață din vecinătatea țărmului contribuie și praful care o acoperă sub forma unei pelicule.

- *Ghețarul islandez* - este caracteristic insulelor cu activități vulcanice (ex. Islanda) și care sunt situate la latitudini polare. Condițiile climatice favorizează dezvoltarea unei calote glaciare care acoperă o bună parte din insulă; din ea radiază limbi de gheață pe văi. Elementele noi sunt determinate de erupțiile vulcanice sau de geiseri care topesc o bună parte din masa de gheață creând tumultoase cursuri de apă subglaciare.

- *Ghețarul de tip Spitzbergen* - este specific insulelor de la latitudini mari cu un relief variat alcătuit din platouri la altitudini mai mari de limita zăpezilor perene (500-600 m) dar și din munți. Ca urmare, se dezvoltă platouri glaciare mici, iar în munți, ghețari de vale. Limbile glaciare desprinse din acestea ajung la țărm unde topirile din sezonul cald produc șuvoaie de apă și ruperea ghețarului în numeroase blocuri. Astfel de ghețari au modelat Scoția și Țara Galilor.

#### **4. Ghețarii în istoria geologică a Pământului.**

Ghețarii sunt legați de regiunile cu climat rece unde cad precipitații solide ce persistă multianual. De regulă, acestea corespund zonelor polare. Pe



suprafața continentelor există urme ale acțiunii ghețarilor, fie ca forme de eroziune, fie ca depozite, gradul de păstrare al lor fiind în funcție de mai mulți factori, dar în primul rând de vechime. Analiza acestor urme a condus la identificarea unor perioade de timp când clima Pământului a devenit mai rece ceea ce a permis extinderea calotelor glaciare polare spre latitudini mai mici și dezvoltarea de ghețari în lanțurile de munți indiferent de latitudine, dar deasupra limitei zăpezilor veșnice.

- *Cele mai vechi urme glaciare* au fost identificate în Australia, Africa de Sud, Canada, Podișul Braziliei, India. Ele aparțin paleozoicului și sunt reprezentate de depozite morenaice cimentate (tillite); atunci aceste regiuni făceau parte din blocuri continentale desfășurate la latitudini polare și subpolare.

- *Cele mai numeroase* forme de relief glaciare sunt legate de fazele glaciare din pleistocen. În această perioadă geologică s-a produs o evoluție ritmică a climatului caracterizată prin alternanțe de faze de climat rece și faze de climat cald, celor dintâi corespunzându-le expansiuni glaciare.

- *Factorii care pot provoca răcirea climei Pământului* sunt multipli, însă generarea unor faze care să se poată înscrie într-o evoluție relativ ciclică de glaciațiuni, presupune interferarea acțiunii lor. Toți acești factori acționează asupra cantității de radiație solară pe care o primește suprafața terestră, micșorând-o în cazul răcirii sau măbind-o în situația încălzirii. Sunt invocate mai întâi *cauze extraterestre* care la intervale de zeci de mii de ani pot provoca alternativ aceste situații. Între acestea sunt - variația unghiului realizat de axa terestră cu planul orbitei terestre, evoluția oblicității orbitei terestre, evoluția activității solare etc. La acestea s-ar adăuga intervenția unor *factori tereștri* între care orogenezele însoțite de vulcanism intens în urma căruia atmosfera ar deveni opacă, iar energia solară mult diminuată, evoluția plăcilor care ar determina deplasarea spațiilor continentale spre latitudini mari, modificări planetare și regionale ale circulației maselor de aer și ale curenților oceanici reci și calzi, mișcările epirogenetice pozitive care ar înălța sistemele de munți cu mult deasupra limitei zăpezilor perene etc.

- *Glaciațiunea pleistocenă* a lăsat urme evidente pe toate continentele. Ghețarii au acoperit o suprafață de peste 43,5 mil. km<sup>2</sup>, deci de circa trei ori mai mult în raport cu situația actuală. Aceștia au avut o desfășurare deosebită pe continentele nordice (fig. 33).

În Europa a ocupat 5,5 mil. km<sup>2</sup>. Centrele glaciare principale ce-au generat calote care s-au îmbucut au fost în Scandinavia, Urali, Novaia Zemlia și Scoția – Walles. Calota europeană în faza maximă de dezvoltare a ocupat nordul, vestul și centrul continentului coborând în est în Câmpia Rusă până la latitudinea Kievului; se adăugau o mulțime de ghețari în Alpi, Pirinei, Carpați, Balcani etc. S-au manifestat trei, patru faze glaciare separate de faze interglaciare; în unele situații sau separat subdiviziuni numite stadiale glaciare și interglaciare. Acestea au căpătat numele locurilor unde urmele sunt reprezentative (Elster, Saale, Vistula în centrul Europei, Lihvino, Nipru și Valdai în estul Europei, pentru evoluția calotelor; Donau, Günz, Mindel, Riss, Würm pentru sistemul glaciare montan).

În America de Nord calota formată prin extinderea maselor de gheață din cinci centre polare (din Labrador și până în Alaska) a înaintat în faza maximă până la latitudinea de 37°30' (confluența râurilor Mississippi cu Missouri) ocupând o suprafață de 11,5 mil. km<sup>2</sup>. Sunt separate fazele glaciare Nebraska, Kansas, Illinois și Wisconsin.

În Asia centrele glaciare care au generat calote s-au situat în Peninsula Taimâr, Podișul Siberiei, Siberia de est și peninsula Kamciatka, evoluția lor fiind legată de

patru-cinci faze glaciare. S-au adăugat ghețarii din regiunile montane înalte (Caucaz, Asia Centrală, Himalaya etc.).

În emisfera sudică suprafața cea mai mare a fost în Antarctica, apoi în America de Sud la latitudini mai mari de  $42^{\circ}$  și în Anzi; în Tasmania (a existat o calotă care a acoperit o bună parte din insulă) iar în Noua Zeelandă au dominat ghețarii montani.

### **5. Procese și forme de relief glaciare**

Ghețarii reprezintă un însemnat agent modelator al scoarței terestre. Masa de gheață încărcată cu grohotișuri, praf etc. se deplasează cu viteze diferite în funcție de mărimea pantei și grosimea ei. Ghețarul exercită trei procese -eroziunea asupra suprafeței cu care intră în contact, transportul gheții și a materialelor cu care se încarcă și acumularea materialelor în diferite sectoare unde ghețarul se degradează. Importanța celor trei procese în unele situații a fost exagerată (ghețarii aveau un rol în evoluția reliefului la fel ca și apele curgătoare), iar alteori minimalizată (ghețarii acoperă un relief preexistent conservându-i caracteristicile). În realitate, *ghețarii se instalează pe un paleorelief, îl modelează schimbând multe din caracteristicile sale și creează forme de relief care îi aparțin*. Cu cât durata acțiunii ghețarilor este mai mare cu atât rezultatele modelării lor sunt mai numeroase, iar după topirea completă a gheții, peisajul va fi dominat de acestea.

Formele de relief aparțin celor două procese contradictorii - eroziunii glaciare (exarație) și acumulării glaciare. Ele au dimensiuni, înfățișare și alcătuire deosebite de la un ghețar la altul evidențiind specificul modelării locale sau regionale. Eliminând caracteristicile particulare și păstrând elementele comune se ajunge la diferențierea de tipuri. Prima grupare a tipurilor este impusă de procesele care le-au creat, iar în cadrul acestora diferențieri în funcție de tipul de ghețar generator.

#### **5.1. Relieful creat de eroziune.**

*Eroziunea glaciară (exarația)* se manifestă diferit în funcție de mai mulți factori:

- *viteza de deplasare* a masei de gheață (exarația este ridicată la viteze mici întrucât puterea de scrijelire este amplificată de durata mai mare a exercitării procesului);
- *grosimea masei de gheață* care presează rocile subglaciare (cu cât este mai mare cu atât exarația va fi mai intensă);
- *panta suprafeței subiacente* (pe pante mici și contrapante, eroziunea este mult mai activă);
- *rezistența rocilor* din care este alcătuită suprafața subglaciară (rocile moi sunt ușor de dislocat în raport cu cele dure);
- *încărcătura masei de gheață* cu blocuri și grohotișuri (cu cât este mai mare cu atât puterea de scrijelire este mai intensă).

Formele de relief create prin eroziunea glaciară sunt diferite la ghețarii montani în raport cu cei de calotă cu toate că există și numeroase elemente comune.

#### **5.1.1. Relieful de eroziune specific ghețarilor montani.**

Rezultatele procesului de eroziune (exarație) sunt diferite în funcție de mărimea ghețarului impusă de climat și de caracteristicile reliefului preglaciare, durata acțiunii și poziția lui în raport cu limita zăpezilor perene. Cu cât un ghețar are un bazin de alimentare mai larg și o acumulare de zăpadă mai bogată care să se transforme în gheață, cu cât acțiunea lui este de durată. Cu cât aceasta se desfășoară la altitudini mari în raport cu zona de topire cu atât morfologia creată este mai diversificată și are dimensiuni deosebite. Indiferent de tipul de ghețar montan, două forme de eroziune sunt comune - circuri și pragurile din fața acestuia. La cei care au un volum de gheață mare se adaugă valea glaciară, pragurile, bazinele depresionare și

umerii glaciari. Între microforme sunt striurile, rocile moutonate, pereții abrupti (fig. 32).

- **Circurile glaciare (căldări, kar)** sunt excavații în care se acumulează zăpada ce se transformă în gheață. Aceasta acționând asupra ei o lărgeste și adâncește. Ele se pot situa la obârșia unor văi alpine sau în diferite nișe suspendate pe versanții circurilor mari sau deasupra unor pereți abrupti din lungul văilor. Ca urmare, există *circuri glaciare extinse, ce cuprind suprafețe mari din bazinele de recepție* ale unor văi și care sunt rezultatul unei evoluții de durată și *circuri mici* cu caracter *suspendat* în care volumul de gheață este redus.

În *geneza* circurilor se interferează mai mulți factori - unii care au acționat anterior realizării ghețarului, iar alții care s-au manifestat concomitent cu acesta.

În prima grupă se include eroziunea fluvială, torențială exercitată în bazinul superior al văilor la care se asociază îngheț-dezghețul și nivația care au impus retragerea versanților și dezvoltarea la baza lor a unor poale de grohotiș. Prin acțiunea acestora, obârșiile devin mai largi având sectoare cu pantă mai lină (rezultat al retragerii versanților) mai ales în spatele (amonte) unor bare de roci dure ce au o desfășurare relativ perpendiculară pe direcția văii.

În cea de a doua grupă se combină acțiunea ghețarului cu cea a proceselor periglaciare (active pe versanți deasupra ghețarului dar și pe contactul acestuia cu pereții limitrofi). Ghețarul va exercita o eroziune activă asupra pereților ce-l înconjoară dar și asupra suprafeței excavației în care se află. Dacă în circ sunt roci cu rezistență mai mică, aflate în fața unei bare de roci dure, iar masa de gheață este groasă, atunci exarația (eroziunea gheții) va adânci și lărgi excavația și va dezvolta spre vale (aval de circ) un prag (pe aliniamentul rocilor cu rezistență mare). Pe latura opusă pragului, la contactul ghețarului cu versanții se vor dezvolta crăpături adânci (rimaye) între aceștia și gheață datorate deplasării gheții, dar și topirii generate de căldura emisă de pereții circului. Frecvent aliniamentele fostelor rimaye apar la baza versanților circului sub forma unor pante abrupte.

Diferențele locale în alcătuirea petrografică sau în desfășurarea stratelor geologice determină variații în configurația generală a circurilor care pot fi simetrice, asimetrice, cu un contur simplu sau ondulat etc.

În munții înalți (ex. Alpi, Carpați, Pirinei în Europa) în cuaternar s-au produs câteva faze glaciare, iar rezultatul în multe masive este reflectat nu numai de dimensiunile circurilor ci și de existența mai multor generații care alcătuiesc forme complexe cu excavații la altitudini deosebite (ex. în Alpi în afara generației actuale de circuri cu ghețari aflate la peste 3000 m există forme mai vechi la 2000-2500 m lipsite de gheață).

După topirea ghețarilor în circuri, în spatele pragului sau a diferitelor mase de grohotiș (vechi și actual) prin acumularea apei rezultă lacuri numite în România, tăuri, zănoage.

- **Văile glaciare (troghuri)** există doar la ghețari cu dimensiuni mari la care gheața din circuri înaintează pe văile create anterior prin eroziune lineară. Aceasta încărcată cu materiale provenite de pe versanți sau din circ produce erodarea fundului văilor și a bazei versanților (fig. 32).

*Profilul transversal al văii* se va modifica în timp luând forma literei "U". La văile glaciare mari profilul are o înfățișare complexă fiind alcătuit din două-trei deschideri cu aceasta alură (forma de „U”) la care în bază se adaugă cea de "V". Primele sunt rezultatul pe de o parte a modelării realizată de limbile de gheață aparținând la două, trei faze sau stadii glaciare când volumul de gheață s-a micșorat treptat, iar pe de altă parte acțiunii îngheț-dezghețului și nivației care a determinat

retragerea sectorului de pe versantul de deasupra. Secțiunea în formă de "V" aparține eroziunii fluviatile postglaciare. Explicația este simplistă întrucât în natură pot interveni o mulțime de factori care să conducă la multiplicarea formei în trepte (alternanța de pachete groase de strate de roci cu rezistență diferită, structura geologică etc.) ce pot fi create prin procese asociate glaciului (gelivația, nivația) sau la simplificarea ei (prezența unei mase de gheață foarte bogată dintr-o fază glaciară poate duce la eliminarea multor trepte create anterior, inclusiv de către ghețari cu volum mai mic ce-au existat în intervalele precedente.

În lungul văilor glaciare (mai ales la cele cu întindere mare) se disting alternanțe de *bazinete depresionare alungite* cu fund larg, cu morene și lacuri glaciare care alternează cu sectoare înguste în dreptul unor *praguri* cu diferențe de nivel de la mai mulți zeci de metri la peste o sută metri (pe ele adesea sunt cascade, dar uneori sunt secționare de râuri rezultând chei). Această configurație este rezultatul eroziunii glaciare care s-a produs diferit datorită pe de-o parte alcătuirii petrografice deosebite în lungul văii (bazinetele coincid cu prezența unor roci cu rezistența mai mică iar pragurile unor aliniamente de roci dure), iar pe de altă parte acumulării variabile a gheții ceea ce face ca în unele sectoare volumul acesteia să fie mai mare, iar altele mai mic (volumele însemnate rezultate mai ales la confluența ghețarilor, au exercitat aici o eroziune intensă ce-au dus la crearea de bazine). Praguri apar și la confluența unor limbi glaciare secundare cu gheață puțină cu limba ghețarului principal, întrucât primele nu pot exercita o adâncire la fel de rapidă ca cea făcută de ghețarul de bază. Ca urmare, văile ghețarilor adiacenți capătă înfățișarea de "*văi suspendate*" deasupra pragurilor pe care gheața se sfarmă în blocuri

Bazinetul depresionar cu poziția cea mai joasă rezultă prin eroziunea exercitată de limba glaciară în sectorul frontal; evoluția limbii cu faze de înaintare și de retragere determină nu numai extinderea bazinetului dar și o morfologie aparte cu morene frontale, excavații lacustre etc.

- **Platourile glaciare** - se întâlnesc în munții înalți care păstrează petece de suprafețe de nivelare preglaciare. Ele au dimensiuni mici și au permis realizarea unei mase de gheață cu grosimi mai reduse care se continuă la exterior prin limbi de gheață scurte ce coborau pe văi. Ca urmare, în afara unei eroziuni slabe pe platou dar diferită în funcție de volumul de gheață se mai realizează șlefuirea muchiilor versanților pe unde curg limbile de gheață. După topirea gheții, pe platou rămân mici excavații cu ochiuri de apă.

- **Custurile (karlingurile)** sunt interfluvii de tip ascuțit (creste zimțate cu versanți abrupti) care separă circurile și uneori văile glaciare. Sunt rezultatul evoluției prin procese de îngheț-dezgheț, avalanșe și prăbușiri înregistrate pe versanții situați deasupra ghețarilor. Ca urmare sunt creste individualizate prin intersecția versanților care s-au retras prin aceste procese.

- **Șeile de transfluență** - reprezintă sectoare joase la nivelul interfluviilor ce separă ghețarii cu volum deosebit de mare și prin care gheața trece de la unul la celălalt. Deci, ele suferă o eroziune produsă prin scurgerea gheții. Sunt frecvente la ghețarii alpini și mai ales himalayeni.

- **Spinările de berbeci** (roches mountonnés) sunt proeminente formate din roci mai dure situate frecvent pe pragurile glaciare ce au suferit o rotunjire determinată de masa de gheață care le acoperă; au profil convex și sunt grupate.

- **Striurile glaciare** - se păstrează pe rocile dure ale pragurilor apărând sub forma unor șențulețe mai mult sau mai puțin paralele; au rezultat prin scrijelirea suprafeței pragurilor produsă de blocurile de rocă dură conținute de masa ghețarului (frecvent rezultă prin smulgerea lor din circ sau fundul văii).

### 5.1.2. Relieful de eroziune creat de ghețarii de calotă.

Formele de relief sunt la fel de numeroase dar dimensiunile sunt mai mari, ele fiind rezultatul acțiunii în timp îndelungat a unei platoșe de gheață cu grosimi de la câteva sute la mai multe mii de metri (fig. 33).

- **Fjeldul** (câmpiile de eroziune) constituie forma de relief cu dimensiunile cele mai mari. La origine a reprezentat o suprafață cvasiorizontală (câmpie, podiș, munți nivelați etc.) pe care s-a dezvoltat calota glaciară. Deplasarea lentă a masei de gheață spre periferie a impus remodelarea diferențiată a suprafeței subglaciare creând excavații unde rocile au fost mai moi separate de movile și culmi alungite rotunjite axate pe stratele mai dure. După topirea calotei în depresiuni au rezultat lacuri (ex. nordul Canadei, Finlanda).

- **Nunatakurile** sunt vârfuri de munți care s-au situat deasupra calotei glaciare și care au suferit pe de-o parte atacul avalanșelor și îngheț-dezghețului pe versanții neacoperiți de gheață, iar pe de altă parte eroziunea ghețarului care la nivele diferite ale grosimii calotei au tăiat în baza lor "trepte de exarație".

- **Rocile mountonate și striurile** au rezultat în același mod ca și la ghețarii montani numai că identificarea lor în prezent este mai dificilă întrucât după topirea calotei au suferit transformări sau au fost acoperite de depozite, soluri și vegetație.

- **Văile glaciare** sunt frecvente în regiunile înalte, muntoase cu care calota intra în contact sau la marginea munților și podișurilor de la exteriorul calotei glaciare. Limbile de gheață s-au dezvoltat în lungul văilor preglaciare; ele se deplasau cu viteze mari au modificat configurația anterioară creând văi adânci cu bazinete și praguri. În cazul celor care ajung la țărmul mărilor polare, limbile înaintază pe șelf pe care îl erodează. (Groelanda, Antarctica). Situații similare au fost în pleistocen în Labrador, Peninsula Scandinavă, Scoția etc. Aici după topirea gheții și ridicarea nivelului Oceanului planetar, apa acestuia le-a inundat creând un tip aparte de țărm (fiorduri).

## 5.2. Relieful de acumulare

În afara gheții, ghețarul conține și bucăți de rocă cu dimensiuni variabile și care au o proveniență multiplă. O parte rezultă din degradarea versanților de deasupra ghețarului prin procese periglaciare (îndeosebi dezagregări și avalanșe), altele provin din erodarea suprafeței subglaciare (smulgere de bucăți de rocă sau șlefuire); la acestea se adaugă praful antrenat eolian din alte regiuni, dar și bucăți de rocă cărate de șuvoaiele de apă în sezonul cald în zona de ablație. Materialele cad pe suprafața gheții, la marginea ghețarului sau sunt deplasate pe fund. Ca urmare, ele suferă un grad de uzură în funcție de distanța deplasării și de mărimea lor. În general blocurile, pietrișurile sunt puțin rotunjite și destul de heterogene ca alcătuire și poartă numele de *morene*. Sunt diferite ca proveniență și dimensiuni la cele două tipuri majore de ghețari - montani și de calotă.

### 5.2.1. Morenele ghețarilor montani

La ghețarii activi cu dimensiuni mari se disting în funcție de poziția lor în raport cu masa de gheață, câteva tipuri:

- *morene laterale* - aflate la contactul ghețarului cu versanții, materialele provenind de pe aceștia fiind rezultatul dezagregării și avalanșelor, dar și blocuri și pietre smulse de gheață de pe pereții unde intră în contact direct cu roca;

- *morene interne* - reprezintă materiale prezente în masa de gheață; provin din materiale căzute pe suprafața ghețarului dar care fie că au fost acoperite în timp de stratele noi de gheață, fie că au suferit căderi în interiorul lui prin sistemul de crevase;

- *morene de fund* - se găsesc pe suprafața subglaciară și dominant sunt materiale smulse de ghețar din acesta;

- *morene mediane* - prezente în limbile marilor ghețari în aval de confluențe; au rezultat din unirea morenelor laterale ale limbilor de gheață ce au intrat în contact și s-au contopit;

- *morene frontale (terminale)* sunt desfășurate în fața limbii glaciare; provin din materialele împinse de către limba glaciară în faza de înaintare; au formă semicirculară constituind un val de nisipuri și pietrișuri;

- *drumlinurile* - sunt materiale acumulate în spatele morenei frontale sub forma unor movile teșite și slab alungite; provin din morena de fund după retragerea frunții limbii de gheață.

Prin topirea ghețarului materialele transportate sunt acumulate în circuri, dar mai ales în lungul văii unde formează morene laterale, de fund, frontale și drumlinuri. Cele din circuri și laterale sunt înguste, au grosime mică, iar materialele sunt grosiere și puțin transformate (rulate). Morenele de pe fundul văii sunt alungite, au repartiție diferită în cadrul bazinelor depresionare, materialele au dimensiuni mai mici și un grad de rulare mai avansat cu cât sunt mai departe de sursa de proveniență. La multe materialele grosiere sunt acoperite de pânze de pietrișuri mărunte și nisipuri depuse de șuvoaiele de apă subglaciare. Situația este frecventă în bazinetul depresionar terminal mai ales la drumlinuri.

După topirea ghețarilor procesele periglaciare de pe versanți furnizează o cantitate mare de grohotișuri care ajung la baza lor acoperind morenele; ele umplu multe din excavațiile lacustre. De asemenea, râurile care străbat circurile și văile dispunând de apă multă produc modificări multiple în fizionomia reliefului glaciare.

### 5.2.2. Morenele și depozitele fluvioglaciare ale ghețarilor de calotă.

Formele rezultate din acumularea materialelor transportate de către ghețarii de calotă se disting prin: - dimensiuni foarte mari, arealul extins pe care sunt răspândite, alcătuire și geneză complexă. Materialele transportate au rezultat dominant din eroziunea exercitată de calota de gheață asupra reliefului subglaciare moștenit la care se adaugă cele provenite din modelarea periglaciare a versanților munților aflați deasupra gheții, ca și acelea erodate și transportate de șuvoaiele de apă subglaciare dezvoltate la periferia masei de gheață.

Acumularea lor creează un relief specific care se poate observa după topirea calotelor de gheață. În prezent, pot fi văzute în Canada, Finlanda, în nord-vestul Rusiei etc. Cele mai semnificative forme (fig. 32) sunt:

- *morenele de fund* - au cea mai largă desfășurare fiind reprezentate de movile, coline, blocuri și pietrișuri slab rulate dispersate pe toată suprafața ce-a fost acoperită de masa de gheață. Între ele există microdepresiuni mlăștinoase sau cu lacuri.

- *morenele frontale*, numite în Finlanda *salpauselka* - apar ca valuri colinare de pietriș, nisip și blocuri care se întind pe sute de kilometri; au rezultat din materialele împinse de marginea calotei de gheață; în Europa au fost identificate trei aliniamente de morene frontale care reflectă stadii diferite ale poziției limitei calotei glaciare în ultima fază a evoluției sale.

- *drumlinurile* - sunt grupări de coline alungite teșite cu lungimi de până într-un kilometru, lățimi de zeci sau sute de metri și înălțimi de câteva zeci de metri orientate în sensul deplasării masei de gheață; sunt legate de marginea calotei constituind morene învelite parțial de pânze de nisip, pietriș.

- *ösaruri (eskere)* - sunt mase de pietriș și nisip aduse din morenele de fund de către șuvoaiele de apă subglaciare și acumulate la marginile calotei pe măsura retragerii ei. Ca urmare, rezultă niște culmi netede joase cu lungimi foarte mari și lățimi de câteva zeci (sute) de metri.

- *kamesurile* - sunt coline cu formă rotunjită alcătuite din depozite stratificate (nisipuri și argile). Aceste materiale au fost acumulate în cuvete lacustre aflate pe gheață la marginea calotei și în care debușau șuvoaie inglaciare; după topirea gheții, ele s-au depus luând forma de coline sau movile.

- *blocurile eratice* sunt mase de rocă cu dimensiuni foarte mari care s-au prăbușit din nunatakuri peste masa de gheață; deplasarea gheții a dus la transportarea blocurilor către regiuni aflate la periferia calotei, iar după topirea ghețarului, ele au rămas aici. Așa sunt blocurile de granit de Rapakiwi din Karelia și nordul Finlandei care au fost transportate pe sute de kilometri fiind în prezent în Estonia și la nord de Petersburg; blocurile eratice din Labrador au fost cărate până în nordul S.U.A (ex. la Washington).

- *pradolinele (urstromtäler)* reprezintă culoare largi desfășurate între aliniamente de morene frontale fiind paralele pe zeci și sute de kilometri cu acestea. Rețeaua de râuri postglaciare le urmărește pe distanțe mari (ex. Oderul, Elba în Câmpia germano-poloneză)

- *sandrele* sunt câmpii piemontane dezvoltate la exteriorul calotelor glaciare; au rezultat prin suprapunerea conurilor de pietrișuri și nisipuri cărate din morenele frontale de către cursurile de apă formate la marginea calotei prin topirea gheții; constituie principala formă fluvioglaciară.

- *zoliile* - sunt microdepresiuni în câmpiile glaciare sau fluvioglaciare rezultate prin tasarea materialelor ce acopereau blocuri de gheață izolate, proces survenit după topirea acestora.

## 7. Crionivația și rezultatele manifestării ei

### Probleme:

- Crionivația – sistem morfogenetic specific regiunilor cu climat rece.
- Agenți, procese, structuri și forme de relief specific.
- Modul de acțiune a cuplului îngheț-dezghet și a zăpezii în crearea unor forme de relief, depozite și structuri specifice.
- Alți agenți a căror acțiune se combină cu crionivație.
- Diferențieri spațiale și evolutive reflectate în peisajele generate în principal de crionivație.

### 1. Condițiile de manifestare a crionivației

Crionivația reprezintă un termen compus care definește acțiunea complementară a doi agenți frigul și zăpada. Primul se exprimă prin succesiuni de faze de îngheț și dezghet iar cel de al doilea îndeosebi prin tasări și eroziune – transport - acumulări nivale.

*Condițiile* ce facilitează producerea proceselor sunt în principal de natură climatică la care se adaugă caracteristicile rocilor (îndeosebi proprietățile fizice și mecanice), gradul de acoperire a terenului cu vegetație și alcătuirea acesteia, gradul de umectare al rocii sau depozitului etc. ce au rol de diversificare spațială și evolutivă a proceselor.

Dacă acțiunea gerului se produce peste tot pe suprafața Pământului unde temperaturile oscilează în jurul valorii de  $0^0$  cea a zăpezii este concludentă pe pantele ce permit acumularea în volum mare și deplasarea acesteia. Ca urmare, ele vor fi specifice regiunilor polare, subpolare și în munții înalți indiferent de latitudinea unde se află dar a căror creste sunt la altitudini la care temperaturile multe luni sunt negative sau în vecinătatea lui  $0^0$ . Procesele sunt active pe pantele lipsite de vegetație, pe rocile heterogene ca alcătuire și cu multe diaclaze crăpături în care există o anumită cantitate de apă, pe versanții subpolari și alpini expuși ceții sau ploilor reci etc. Astfel de condiții sunt frecvent întâlnite la latitudini de peste  $60^0$  (Siberia, Arhipelagul nord canadian, Alaska, nordul Peninsulei Scandinavia, Patagonia etc.) precum și pe crestele lanțurilor muntoase situate în zona temperată (la peste 2000 m) și zona caldă (la peste 3500 m). La periferia acestora există regiuni întinse în care producerea proceselor crionivale se face sezonier sau pe intervale de timp mai scurte iar rezultatele sunt forme de relief cu dimensiuni reduse care se asociază altora create de alți agenți.

### 2. Agenți, procese, structuri și forme de relief:

În regiunile cu temperaturi negative și zăpadă în cantități moderate acționează în crearea formelor de relief mai mulți agenți și procese dar două (frigul și zăpada) au rol esențial prin durată, intensitate și rezultate.

**2.1. Acțiunile frigului** sunt exprimate prin variații termice în jurul valorii de  $0^0$ . El constituie agentul morfodinamic principal care dă naștere la cele mai multe forme de relief periglaciare și contribuie indirect la acțiunea altor factori genetici din regiunile reci.

- **Gelivația** este o acțiune complexă a frigului asupra atât a rocilor ce intră în contact direct cu variațiile termice cât și a elementelor din depozitele existente pe platouri sau versanți.



*Mecanismul* manifestării gelivației se face prin două procese de natură termică – creșteri și scăderi de volum ale componentelor ce alcătuiesc masa rocilor. Ele sunt urmate pe de o parte de sfărâmarea acesteia (dezagregare) în elemente cu dimensiuni variabile în funcție de diferită condiții locale. Acțiunea frigului este deosebită în raport cu prezența sau absența apei în fisurile sau crăpăturile din rocă. În prima situație prin înghețarea apei crește volumul ocupat de aceasta sub formă solidă situație care generează presiuni asupra pereților crăpăturilor și lărgirea dar și creșterea în lungime a lor. La temperaturi pozitive gheața se topește parțial sau total la baza crăpăturilor acumulându-se materiale desprinse de pe pereții ei. Prin repetarea procesului rezultatele se însumează și conduc la desfacerea rocii în blocuri și bolovani colțuroși (grohotișuri). Procesul de dezagregare a rocilor prin acest mecanism este numit criofracție.

*Procesul este deosebit de activ când trecerea de la îngheț la dezgheț este rapidă iar amplitudinea dintre valorile termice extreme este mare (ex. minimă – 15<sup>0</sup>, maximă 10<sup>0</sup>, amplitudinea 25<sup>0</sup>). În aceeași măsură stimulative sunt macrogelivitatea rocilor facilitată de heterogenitatea ca alcătuire fizică și chimică, de un grad ridicat de stratificare și mai ales de un volum însemnat de goluri umplute parțial sau total de apă.*

*Rezultatele producerii îngheț-dezghețului reflectate în formele de relief și în peisaje sunt condiționate de doi factori esențiali:*

- *adâncimea până la care se înregistrează* ciclicitatea îngheț-dezghețului. Aceasta este dependentă de climat. Se pot distinge câteva situații. În regiunile polare și pe crestele muntoase situate la altitudini ridicate în care temperatura medie anuală este sub 2<sup>0</sup>. Aici se separă la suprafața terenurilor un orizont cu grosimi reduse care în timp de 2-3 luni (vara) se poate dezgheța zilnic sau pe un interval de mai multe săptămâni sub care pe grosimi diferite rocile sunt înghețate permanent. Deci, efectele ciclului îngheț-dezgheț sunt legate de orizontul de la suprafață dar nu trebuie omise nici influențele celui de dedesubt care este puternic înghețat (o masă de rocă și gheață). O altă situație este frecventă în regiunile subpolare și temperate și în etajul subalpin montan unde înghețul este sezonier și pe adâncimi mai mari și unde sunt frecvente zilele de dezgheț total. Se produc efecte importante când dezghețul sau înghețul sunt relativ bruște; sunt frecvente la trecerea sau la ieșirea din sezonul rece. Ultima situație este întâlnită în zonele temperate și pretutindeni unde se produc în sezonul rece înghețuri diurne pe adâncimi mici. Rolul îngheț-dezghețului este redus, el asociindu-se altor procese morfogenetice:

- *prezența apei* care prin îngheț și creșterea volumului generează presiuni urmate de deplasări de masă de rocă. Poziția gheții în raport de rocă sau în depozit conduce la efecte mecanice diferite. Când apa îngheață pe suprafața rocii rezultă o pojghiță de gheață (polei) pe care materialele căzute din partea superioară a versantului alunecă. Apa care îngheață între particulele aflate la partea superioară a unui depozit determină ridicarea individuală a lor pe înălțimi de la câțiva milimetri la câțiva centimetri. Se pot observa coloane subțiri de gheață care susțin particule minerale sau pietricele. În timpul zilei prin topirea gheții pietricelele cad la distanțe diferite. Procesul este frecvent în condițiile unui îngheț brusc. Al treilea caz corespunde apei prezente la adâncimi variabile în golurile din depozitul de pantă. Prin îngheț ea capătă forme diferite (lentile, nuclee, pene, apofize etc.). Dar nașterea lor conduce la tensiune cu mărime diferită și care se exercită asupra celorlalte materiale din depozit. Rezultă cutări, ondulări, crăpături ale orizonturilor de aici. La dezgheț, abundența apei în partea superioară a depozitului poate duce la deplasarea unei părți din acesta pe un substrat încă înghețat rezultând vâluriri (alunecări de tip solifluxiuni).

Procesul depinde de câțiva factori – cantitatea de apă din orizontul dezghețat, grosimea acestuia, gradul de acoperire cu vegetație ierboasă, panta terenului, durata dezghețului.

Frecvența și intensitatea proceselor de îngheț-dezgheț în acest orizont reprezintă condiții esențiale pentru crearea multor forme de relief specifice îndeosebi terenurilor cu pante de  $0 - 20^{\circ}$ . Acestea constituie elementele principale ale peisajului regiunilor periglaciare. Ultima situație se referă la apa ce umple orice gol din roci și care prin îngheț creează corpuri cu volum în creștere, accentuarea fisurilor și producerea desprinderii materialelor (la dezgheț). Deci o fragmentare a rocilor consolidate care poate fi mai rapidă (apă multă în roci macrogelive și frecvente cicluri de îngheț-dezgheț) sau mai redusă (îngheț-dezgheț produs în intervale lungi de timp care asigură „o adaptare” a elementelor din rocă la proces).

- **Structuri gelivale.** Sunt specifice regiunilor polare și subpolare unde frigul este agent primordial (fig. 35). În funcție de intensitatea și durata acestuia se separă două situații:

- terenuri înghețate în sezonul rece și care se dezgheață în cel cald, acțiunea frigului manifestându-se până la adâncimi de 0,5 – 1,5 m adâncime;

- terenuri care se dezgheață parțial în sezonul cald de unde diferențierea a două orizonturi distincte:

- *pergelisolul* (Perenen Tyale, permafrost, merzlota) ca orizont bazal, permanent înghețat este alcătuit din sedimente, roci și gheață cu grosime de la câțiva metri la peste 150 m (se ajunge local la cca 300 m în nordul Canadei și Siberiei); se desfășoară în peste 7,3 milioane km<sup>2</sup> (Canada, Alaska, Groenlanda, Spitzberg, nordul Asiei etc.) în general în regiuni cu o temperatură medie de  $-2^{\circ}$  și cu zăpadă puțină (cad anual sub 300 mm). Genetic s-a format în două moduri. Cel mai adesea prin transmiterea treptată, de la partea superioară a terenurilor în adânc a unei de frig situație prin care a rezultat o rețea de apofizie și „rădăcini” de gheață ce a cimentat elementele minerale (*pergelisol epigenetic*). În regiunile cu delte sau de câmpii subsidente procesul implică înghețarea depozitelor mălo-argiloase umplute de apă apoi afundarea și acoperirea treptată a lor cu noi materiale care se vor congela treptat. Este un *pergelisol singenetic* care în structură are diverse materiale minerale și organice cuprinse între blocuri și vine de gheață.

- *molisolul* – orizontal superior supus ciclului de îngheț-dezgheț sezonier și care are o grosime de la câțiva decimetri la câțiva metri (6-8 în Siberia). În cadrul său funcțional se pot separa un suborizont de suprafața în care se produc cicluri gelivale (îngheț-dezgheț) diurne, mai ales la trecerea de la sezonul de iarnă la cel de vară și invers. Numărul mare de cicluri determină o mobilitate mare a elementelor din depozit în circuitul apei de unde generarea a numeroase structuri cu dimensiuni mici. Restul molisolului constituie un suborizont mai puțin sensibil la oscilațiile termice diurne (se dezgheață doar vara) dar care influențează procesele care se petrec în partea superioară. Contactul dintre suborizonturi se face printr-o suprafață neregulată a cărei poziție este influențată de neomogenitatea materialelor și a gheții în molisol. Deci cele două orizonturi formează o structură majoră în care prin circulația apei și îngheț-dezgheț se impun dezvoltarea de presiuni interne urmate de mobilitatea materialelor și dezvoltarea de structuri cu dimensiuni mici. Între acestea frecvente sunt:

- *penele și vinele de gheață* dezvoltate în lungul crăpăturilor din roci și depozite produse prin înghețuri puternice ale apei. Au formă conică lungimi de 0,5 – 2 m și diametre sub 0,5 m; după topirea gheții materialele din exterior (nisipuri,

pietrișuri) le umplu parțial sau în totalitate. Sunt frecvent întâlnite în molisolul din depozitele din Alaska, Novaia Zemlia, Spitzbergen, Arhipelagul nord-canadian etc.

- *involuțiile* sunt orizonturi de nisip sau pietriș din molisol care au o desfășurare ondulată. Se dezvoltă în condițiile în care într-un depozit neomogen ca alcătuire și grad de îmbibare cu apă rezultă prin îngheț tensiuni repartizate neuniform; acestea provoacă ridicări sau coborâri cu amplitudini deosebite ceea ce conduce în final la o configurație ondulată. Procesul este accelerat de faptul că înghețarea diferită a suborizontului superior din molisol se face de la exterior către interior. Ea va fi însoțită de crearea de apofize de gheață și bombări (cu vârful în jos) ale materialelor înghețate cu dimensiuni variate orientate spre sectoarele labile din depozit.

**Formele de relief impuse de gelivație** sunt numeroase, tipul și răspândirea fiind influențate de trei factori – caracteristicile climatului (au o dezvoltare mare în cele polare, subpolare și alpine), alcătuirea și proprietățile rocilor și depozitelor (maximum pe cele neomogene și macrogelive) și panta (impune deosebire genetică; de evoluție, fizionomie și grupare în forme individualizate pe versanți și pe suprafețe orizontale.

- *Forme de relief gelivale dezvoltate pe versanți*. Sunt rezultatul proceselor de dezagregare și de prăbușire-acumulare pe aceștia sau la baza lor. De aici și separarea în două grupe.

- *Forme de relief rezidual*. Reprezintă formele individualizate pe versanți în urma manifestării gelivației și producerii dezagregării în lungul tuturor fisurilor crăpăturilor și altor goluri prin care apa pătrunde și circulă în roci. Este o dezagregare în masa rocilor diferențiată ca intensitate ca urmare a deosebirilor ce apar de la un sector la altul în cadrul acesteia ca densitate de crăpături, fisuri, diaclaze etc., ca alcătuire mineralogică, ca înclinare a suprafețelor versantului și grad de acoperire cu vegetație etc. Dezagregarea se face lent prin dezvoltarea de pene de gheață în crăpăturile din rocă. Treptat crăpăturile cresc, se unesc iar bucățile de rocă rămânând fără susținere se vor prăbuși sub impulsul gravitației. Căderea se realizează în sezonul cald pe măsura topirii gheții. În timp, pe versanți, între spațiile goale dezvoltate pe măsura repetării dezagregării și prăbușirii de blocuri rămân forme de relief cu profil abrupt, cu muchii evidente. Ele alcătuiesc relieful rezidual. Cele mai frecvente dintre acestea sunt:

- *Crestele ascuțite* – sunt la nivelul interfluviilor și rezultă prin intersecția versanților ce au suferit o puternică retragere îndeosebi ca urmare a gelivației. Frecvent există în regiunile muntoase unde s-au format prin evoluția culmilor situate deasupra ghețarilor sau a izotermei anuale de  $-2^{\circ}$  (ex. Piatra Craiului, Făgăraș, Retezat etc.). Desfășurarea lor, pe întinderi mari este condiționată de relativa omogenitate petrografică. Se pot individualiza și creste pe lungimi reduse (câteva sute de metri) frecvent în câteva situații – prin fragmentarea crestelor ce-au avut o dezvoltare mare, prin distrugerea în cea mai mare parte a unor aparate vulcanice (creasta Cocoșului din M. Gutâi), în lungul culmilor cu structură geologică monoclinală în care stratele sunt aproape verticale (Subcarpații de Curbură) și în condițiile existenței locale a unor formațiuni omogene și compacte în raport cu altele limitrofe ușor de îndepărtat prin gelifracție.

- *Turnurile, coloanele, babele, sfinxii, blocurile oscilante* etc. reprezintă martori de eroziune la nivelul interfluviilor sau pe versanți. Au dimensiuni variabile de la sub un metru la peste 50 m înălțime, diametre sub 10 m și pante abrupte care frecvent se intersectează în vârf. Pot fi grupate când rezultă din fragmentarea unor culmi sau unui vârf de munte heterogen ca alcătuire și intens brăzdat de spații prin care apa poate circula și îngheța (Tigăile Mari și Mici din M. Ciucaș, Apostolii, Moșul,

Pietrele Roșii din M.Călimani). Dar pot apărea și izolat în două situații. Mai întâi pe unii versanți sau culmi unde în masa de roci sunt strate sau blocuri cu duritate mare. Aici îngheț-dezghetul asociat cu alte procese și în primul rând șiroirea și spălarea în suprafață, în timp îndelungat, pun în evidență turnuri, ziduri (când stratele sunt verticale), blocuri rotunjite cu dimensiuni de zeci de metri (M.Igniș pe valea Ampoiului etc.). A doua situație este întâlnită pe versanții abrupti puternic diaclazați și fisurați. Gelivația creează „ace” și turnuri ascuțite care rămân la diferite înălțimi în fața versantului ce suferă un proces de retragere gelivală.

O situație particulară o constituie turnurile care rezultă în roci neomogene ca alcătuire petrografică și ca structură stratigrafică. Aici dezagregarea diferențiată împreună cu alte procese pun în evidență capetele stratelor cu rezistență mai mare și înlătură bolovanii, pietrișul. Ca urmare, iau naștere forme cu polițe și surplombe care au înfățișarea unor ciuperci sau figuri de animale, oameni de unde și frecvența numelor ce le-au fost acordate (Baele din M. Bucegi, Babele la sfat în M.Ciucaș, Căciula Ciobanului din M.Ceahlău, Sfincșii din Bucegi, Ciucaș etc.). Pietrele oscilante corespund blocurilor rotunjite aflate fie pe versanții cu pantă mai mică unde au ajuns prin cădere fie pe platouri aici fiind rezultatul dezagregării complete a stânci, vârf. Le sunt specifice un contact limitat cu suprafața pe care se află situație care face ca la un vânt puternic să sufere mici oscilații.

- *Vârfurile reziduale* au luat naștere printr-o intensă fragmentare a culmilor muntoase însoțită de retragerea versanților dominant prin procese de gelivație. În regiunile alpine din zona temperată dar și în munții din regiunile polare și subpolare rezultă astfel de vârfuri care sunt înconjurate de mase de bolovani cu dimensiuni variabile și cu aspect colțuros. Dacă dezagregările sunt intense și pe durată mare atunci se dezvoltă inselberguri și pedimente gelivale. Se poate ajunge însă la dezagregarea completă a vârfului care este transformat într-o masă de blocuri și bolovani colțuroși care pe ansamblu mai păstrează forma convexă anterioară.

- *Forme de relief de acumulare*. Se află în mai mică măsură pe versanți și predominant la contactul acestora cu suprafețe cvasiorizontale aparținând luncilor și teraselor râurilor sau platourilor petrografice și structurale. Orice formă indiferent de dimensiuni este alcătuită în totalitate sau parțial din blocuri și bolovănișuri provenite din rocile sparte de gelivație; elementele sunt denumite gelifRACTE sau grohotișuri. Mărimea și forma lor depind de tipul de roci (bazaltele, granitele, calcarele dau gelifRACTE cu dimensiuni mari pe când gresiile slab cimentate, morenele, șisturile cristaline favorizează elementele mici), gradul de fisurare al rocilor, distanța parcursă între locul de proveniență și sectorul unde s-au acumulat. Principalele forme rezultate în urma procesului de acumulare sunt:

- *Blocurile* căzute la baza versanților sau oprite în diferite puncte pe aceștia;
- *Comurile de grohotiș* dezvoltate la baza culoarelor de avalanșe sau a râurilor de pietre;
- *Glacisurile și poalele de grohotiș* formate prin acumulări importante de gelifRACTE la baza versanților;
- *Ghirlandele de pietre* – individualizate pe versanții supuși unei intense dezagregări dar care au un profil neregulat pe porțiuni abrupte și altele relativ netede;
- *Potcavele nivale* – mase de grohotiș care închid la exterior microdepresiunile nivale de la baza unor versanți alpini. Au rezultat prin dezagregări intense la partea superioară a versantului și glisarea pe un pat de zăpadă înghețată existent la baza lui. După topirea zăpezii între grohotișurile acumulate și versant rămâne un spațiu negativ (microdepresiunea). Se mai numesc *morene nivale*, sunt

alcătuite din gelifracțe cu dimensiuni variabile (de la praf la blocuri de 0,3 – 0,5 m în diametru) și prezintă un grad diferit de cimentare

- *Ghețari de grohotiș* sunt mase de gheață, zăpadă amestecată cu grohotișuri; au dimensiuni mari (pot ajunge la câteva sute de metri lungime și grosime de câțiva metri) și două poziții în funcție de geneză. Unii se află la baza versanților văilor din vecinătatea limitei zăpezilor veșnice. Au rezultat prin alternanțe de acumulări de zăpadă care se transformă în gheață (în sezonul rece) cu mase de grohotiș provenit de pe versanți (în sezonul cald). A doua situație aparține sectorului terminal al limbilor ghețarilor montani aflat în stadiu de degradare. Fragmentele din masa de gheață sunt acoperite neuniform de grohotișurile provenite de pe versanți. Și într-un caz și în celălalt formele rezultate au o configurație haotică cu valuri de grohotișuri ce acoperă blocuri de gheață separate de microdepresiuni cu gelifracțe mai mici și chiar cu petece de zăpadă sau apă. Sunt frecvenți în Alpi la 2500 – 3000 m, în Cordilieri la 3500 – 4000 m, în Anzi în jur de 3500 m etc.

- *Solifluxurile și blocurile glisante* sunt forme de relief specifice pantelor mai reduse (baza versanților, suprafețe structurale slab înclinate etc.). Primele reprezintă valuri și brazde de alunecare produse în depozitul de versant ca urmare a glisării lui sau a unei părți din el ce s-a dezghețat și înmuiat peste un orizont ori pe rocă din bază înghețată. Apare o râpă de deprindere, materialul deplasat acoperit sau nu de vegetație și uneori roca în loc.

Blocurile glisante sunt grohotișuri desprinse din stânci, abrupturi care au căzut pe suprafață cu pantă mică de la baza lor. Ele se afundă în depozitul de pe aceasta și în virtutea mișcării impusă de cădere dar și de panta pe care ajunge își continuă deplasarea împingând materialele de la suprafața depozitului în față și lateral. Rezultă o microdepresiune pe porțiunea deplasării încadrată de un val semicircular de materiale.

- *Forme de relief dezvoltate pe suprafețe plane.* Se dezvoltă îndeosebi în regiunile de câmpie sau podișuri din zonele polare și subpolare acolo unde există pergelisol și un molisol gros. Unele forme iau naștere și pe platourile alpine. Geneza lor este condiționată de frecvența alternanțelor ciclurilor gelivale (îngheț-dezgheț); amplitudinea diurnă de natură termică, alcătuirea molisolului, volumul de apă și repartiția lui în acesta, gradul de acoperire cu vegetație și tipul ei etc. Gelivația prin repartiția tensiunilor ce le dă naștere și circuitul apei în molisol constituie factorii care determină geneza formelor de relief care în majoritatea situațiilor au un contur geometric de la cercuri la poligoane mai mult sau mai puțin regulate. Ele au dimensiuni, alcătuire, evoluție și vârstă diferite.

- *Solurile poligonale* sunt forme caracteristice regiunilor de tundră cu pergelisol (Arhipelagul nord-canadian, Alaska, Spitzbergen, Laponia, Siberia etc.). Rezultă rețele de crăpături provocate de îngheț-dezgheț care delimitează poligoane cu configurații deosebite (patrulate, pentagoane, hexagoane etc.). Se produc atât într-un molisol neomogen cu elemente grosiere și fine dar și în cele relativ omogene, dar pe suprafețe cu pantă medie de câteva grade (2 – 5°). Ele devin vizibile când s-a individualizat rețeaua de crăpături umplute cu materiale grosiere sau cu gheață. Aceasta este dependentă de variațiile de natură termică îndeosebi prin frecvența, intensitatea și durata lor. Cu cât sunt mai accentuate cu atât sunt mai mari posibilitățile de triere a materialelor, de circulație a apei și de concentrare a ei prin îngheț în diferite sectoare. În general circulația apei se produce din adânc (vecinătatea pergelisolului asigură o densitate mai mare) spre suprafață ceea ce conduce la ușoare bombări. Acestea se accentuează când la mică adâncime (în molisol) rezultă lentile de gheață. La suprafață sunt împinse elementele grosiere care pot aluneca lateral pe

suprafața înghețată. Prin migrarea apei spre anumite sectoare din molisol, lateral se produc crăpături în care de la suprafață se acumulează apă din topirea zăpezii și elemente minerale deplasate gravitațional. Prin înghețarea apei în crăpături se exercită presiuni asupra laturilor acestora ceea ce conduce pe de-o parte la lărgirea și adâncirea lor iar pe de alta la bombări ale materialelor de la suprafață.

Toate aceste procese explică diferențele care se constată în dimensiunile și înfățișarea poligoanelor. Astfel se pot separa:

- *Soluri poligonale concave* pe centru și cu burleți de material grosier pe margini. La acestea concavitatea centrală este legată de tasări în depozitul alcătuit din elemente fine în timpul dezghețului iar bombările laterale de presiunile exercitate de penele de gheață care rezultă în crăpături (fig. 36).

- *Soluri poligonale bombate* pe centru ce apar în depozite grosiere în care se dezvoltă lentile de gheață;

- *Soluri poligonale mari – macropoligoane* (diametre de peste 100 m) dezvoltate în depozite fine, retriate prin îmbinarea rețelei de crăpături datorată gerului și înghețării apei;

- *Soluri poligonale mici* cu diametre de la câțiva decimetri la câțiva metri sunt specifice molisolului cu pietriș, nisip, blocuri mici sau regiunilor cu îngheț-dezgheț mai puțin intens și unde crăpăturile au adâncimi reduse.

- *Soluri poligonale alungite* se dezvoltă pe terenurile cu pantă între 5 și 10°. Deformarea este determinată de modificări în dinamica curenților de convecție a apei impuse de gravitație (laturile poligoanelor conforme cu panta se alungesc mult). La pante mai mari de 10° deformarea conduce la transformarea structurii poligonale într-o suită de *benzi paralele*;

- *Poligoane îmbucate* – când în interiorul unor macropoligoane se dezvoltă o rețea secundară.

- *Cercurile de pietre* sunt forme de relief cu diametre sub 5 m pe suprafețe orizontale; se disting – o parte centrală formată din elemente minerale fine și inelul de pietre; diferențierea este cauzată de îngheț-dezgheț care împinge elementele grosiere din adânc la suprafață și apoi lateral.

- *Cercurile de noroi* sunt petece circulare cu dimensiuni metrice alcătuite din elemente minerale fine; nu sunt acoperite de vegetație.

- *Cercurile de vegetație* sunt inele de ierburi, mușchi pe marginile unor microdepresiuni de tasare (proces determinat de topirea lentilei de gheață din interiorul molisolului). Adesea se transformă în *câmpuri de noroi* (materialele fine îmbibate cu apă) și *petece de vegetație* de unde aspectul pestriț al tundrei.

- *Solurile striate* sunt reprezentate de alternanțe de benzi alcătuite de elemente grosiere și fine desfășurate pe pante ce depășesc 5°. Rețeaua de poligoane alungite dezvoltate inițial suferă în timp transformări. Elementele grosiere se concentrează în crăpăturile laterale iar materialul fin alunecat din partea centrală umplu crăpăturile perpendiculare pe pantă.

- *Câmpuri de pietre (mări de pietre)* se întâlnesc pe suprafețe cvasiorizontale stâncoase cu molisol subțire sau fără acesta. Prin gelivitație rezultă gelifRACTE cu dimensiuni variate în funcție de proprietățile rocilor și de gradul de fisurare a lor. Sunt îngrămădiri de grohotișuri, care apar ca o manta ce acoperă roca din bază.

- *Pavaj de pietre* se realizează tot pe suprafețele orizontale dar cu un sol subțire în care gelifRACTE se afundă pe una din fețele mai mari. Este întâlnit și pe platourile din regiunile montane.

- *Movilele înierbate, marghile* (thufuri) – sunt forme circulare cu diametre de la sub 1 m la peste 1,5 m și înălțimi în jur de 0,5 m. Se întâlnesc atât în regiunile foarte reci polare dar și în cele de trecere la zona temperată. De aici diferențierea mai multor subtipuri. Astfel în regiunile polare ele rezultă fie prin dezvoltarea în molisolul argilo-nisipos a unui nucleu de gheață care ridică (bombează) orizontul de sol cu vegetația ierboasă (mușchi, ericacee), fie prin ascensiunea către suprafață prin îngheț-dezghet a unui bloc de rocă care creează aceeași formă convexă. La latitudini temperate și în munți la altitudini mai mici movilele au dimensiuni sub 1 m în diametru și rezultă prin procese de îngheț-dezghet și de natură biochimică; au nucleu mineral și un covor vegetal dens. Movilele nu rezistă decât câțiva ani după care se degradează treptat.

- *Hidrocolii* – sunt movile cu dimensiuni variate (diametre de până în 20 m și înălțimi ce ajung la 10-15 m) care se dezvoltă în regiunile cu pergelisol în fază de degradare. Abundența apei în anumite sectoare ale molisolului favorizează dezvoltarea de nuclee de gheață care cresc în dimensiuni și mai ales în sus unde produce bombarea și dezvoltarea movilei. Este posibil ca presiunea exercitată de nucleul de gheață asupra stratului de apă și argilă de deasupra să ducă la crăparea acoperișului movilei iar urmarea ar fi o erupție de noroi. De aceea se mai folosește și termenul de *hidrovulcani*.

- *Pingo* – sunt movilele cu nucleu de gheață cu dimensiunile cele mai mari (fig. 35). Se dezvoltă în regiunile cu pergelisol și molisol gros alcătuit din elemente minerale ce permit o circulație bună a apei. Aici temperaturile medii anuale sunt de  $-20^{\circ}$ ,  $-22^{\circ}$ . Diametrele movilelor ajung la mai multe sute de metri, iar înălțimea de câteva zeci de metri. Sunt legate de regiunile mlăștinoase și deltaice (Lena, Mackenzie) cu ochiuri de apă frecvente. Apa din depozitele de pe fundul acestora îngheață, se dezvoltă mai întâi un nucleu care se ridică în centrul lacului împreună cu formațiunile minerale ce-l acoperă. Lacul este transformat într-un inel. Treptat apa din inel este absorbită în întregime de nucleul de gheață din pingo proces care conduce atât la mărirea nucleului, dar și a movilei care progresiv este acoperită cu vegetație. Când pingo atinge dimensiuni foarte mari la partea superioară a lui apar crăpături care favorizează în sezonul cald topirea lentă a gheții din interior, situație care conduce la ruperea și prăbușirea unei părți din acesta rezultând un crater. Din acest moment începe faza de degradare a pingoului întrucât prin topirea gheții din crater rezultă un nou lac care crește în dimensiuni pe măsura extinderii cavității.

- *Palsele* – sunt tot un gen de pingo dar în regiunile cu pergelisol discontinuu; există un nucleu de gheață și strate de turbă. Au dimensiuni de până în 100 m în diametru și înălțimi de mai mulți metri. Prin degradare rămân o masă de turbă cu nuclee mici de gheață cu dispoziție discontinuă.

- *Baidjarksurii* – este numele rusesc pentru movilele cu nuclee de gheață din nordul Siberiei. Sunt înconjurate de sectoare joase mlăștinoase unde pergelisolul s-a degradat.

- *Allasurile* – sunt depresiuni mlăștinoase în Siberia rezultate în sectoarele în care pergelisolul s-a degradat.

## 2.2. Nivația și formele de relief rezultate.

*Nivația* este termenul care definește acțiunea complexă exercitată de către zăpadă pe suprafețele pe care ea se acumulează pe un interval de timp mai îndelungat. Principalele direcții de manifestare sunt presiunea asupra terenului, eroziunea exercitată în timpul deplasării pe pante și protejarea de îngheț.

*Tasarea* este procesul înregistrat pe platouri relativ netede în sectoarele în care zăpada este acumulată pe grosime mare (îndeosebi prin troienire). Prin greutatea masei de zăpadă aceasta exercită o presiune (apăsare) neuniformă asupra materialelor din depozit. Va fi accentuată în sectoarele cu grosime mare unde persistă în intervalele de timp când se înregistrează topiri datorită temperaturilor pozitive. De altfel aici petecele de zăpadă vor fi mult timp sursa principală de alimentare cu apă a depozitului și rocii de dedesubt și din vecinătate favorizând procesele provocate de frig. Prin tasarea materialelor rezultă microdepresiuni cu forme alungite (pe direcția vântului care determină troienirea) sau circulare.

- *Nișele nivale* – reprezintă principala formă de relief rezultată prin acțiunea zăpezii pe suprafețele plane dar pe care există un depozit de materiale dezagregate. Se mai numesc la noi – scochine. Rolul zăpezii este dublu mai întâi ea exercită o presiune asupra materialelor din depozit provocând micșorarea golurilor dintre elementele ce-l compun și prin acestea dă naștere și mărește microdepresiunea. În al doilea rând prin topirea lentă se asigură permanent o cantitate de apă necesară gelivației care se va produce atât în depozit cât și în rocă. Nișele au dimensiuni de ordinul metrilor (diametru frecvent până în 10 m și adâncimi de până la 3 m); în unele prin topirea zăpezii se dezvoltă temporar ochiuri de apă.

Pe cea mai mare parte a suprafețelor orizontale zăpada acumulată formează un strat de protecție a vegetației și rocii față de gerurilor intense. Doar în intervalele în care se topește din el se va asigura apa care pătrunde în depozite; acestea prin îngheț-dezghet diurn repetat va produce o mărunțire a materialelor favorizând dezvoltarea unei scoarțe de alterare gelivală.

- *Avalanșele și formele de relief create* (culoarul și conul de materiale).

Avalanșele constituie un proces complex pe versanți cu acțiune morfogenetică rapidă care conduce la modificări locale în peisaj. De cele mai multe ori sunt însoțite de pierderi de materiale însemnate și chiar de vieți omenești. Sunt specifice regiunilor montane unde se înregistrează căderi bogate și repetate de zăpadă pe pante despădurite care depășesc  $30^{\circ}$  (frecvent  $35-45^{\circ}$ ).

Gravitația determină deplasarea unui volum important de zăpadă când se realizează anumite condiții de natură climatică (o creștere rapidă a masei de zăpadă prin ninsori abundente, topirea bruscă) sau mecanică (presiuni exercitate asupra stratului de zăpadă prin căderea unor stânci și schiat, cutremure și diverse manifestări care provoacă vibrația masei de aer aflată în contact cu zăpada). Prin acțiunea acestora se rupe echilibrul, apar crăpături iar masa de zăpadă se deplasează către baza versantului cu viteze de zeci și chiar sute de kilometri/oră. Dacă la început când viteza este redusă are loc o alunecare a stratului de zăpadă proaspăt pe patul de zăpadă înghețată mai veche, treptat odată cu creșterea vitezei mișcarea se amplifică, se produce un amestec tot mai intens în care sunt antrenate și volume de zăpadă veche, bolovani, arbori etc. Cu această forță ele înlătură construcții, fâșii de pădure cu arbori mai mari, distrug porțiuni de drumuri care se desfășoară pe versanți, rețele electrice, instalații pentru practicarea sporturilor de iarnă iar persoanele (turiști, schiori etc.) surprinse sunt omorâte. Sunt frecvente aceste situații în vecinătatea stațiilor climatice alpine sau în lungul drumurilor de munte.

Se disting mai multe tipuri de avalanșe:

- *avalanșe de zăpadă înghețată* care se produc pe versanții circurilor și văilor glaciare; este un amestec de zăpadă, gheață, grohotișuri ce exercită, datorită vitezei, o acțiune puternică de eroziune asupra rocilor din versanți;

- *avalanșe umede* sunt determinate fie de o încălzire bruscă care provoacă o topire rapidă a stratului superior de zăpadă fie de căderea unor ploi sau



lapoviță; în ambele situații crește greutatea stratului de zăpadă (prin îmbibarea cu apă) ceea ce duce la ruperea echilibrului și la deplasări cu viteze ce pot depăși 80 km/oră;

- *avalanșe uscate (pudroase)* care afectează stratele de zăpadă proaspătă rezultate în urma unor ninsori abundente; deși este un amestec de zăpadă cu aer datorită vitezelor foarte mari (peste 200 km/oră) și volumului însemnat ele sunt extrem de periculoase prin consecințe. Pentru prevenirea și diminuarea efectelor manifestării lor când se întrunesc condițiile favorabile producerii se iau măsuri de avertizare iar în locurile circulate sunt provocate pentru a se înlătura riscul de pierderi de vieți omenești;

- *avalanșe de pietre* se produc în lungul torenților și ravenelor din regiunile alpine unde se acumulează zăpadă, există pante mari iar grohotișurile sunt instabile; se dezvoltă ca limbi de zăpadă puternic amestecate cu blocuri și bolovani care în timpul deplasării evacuează materialele acumulate anterior dar exercită și o eroziune asupra patului văii; la baza versantului se formează conuri extinse.

După topirea zăpezii pe suprafețele pe care s-au produs avalanșele se identifică două componente – *culoarul* (ulucul) secționat în versant, care se impune prin forma lineară și profilul transversal rotunjit ce taie inclusiv roca în loc; *materialele transportate și acumulate* la baza versantului, adesea sub forma unui con heterogen ca alcătuire.

### 2.3. Alți agenți care acționează cu crionivația și rezultatele asocierii lor.

Crionivația este acțiunea specifică regiunilor reci. Dar aici pe anumite intervale de timp (îndeosebi în sezonul călduros) intervin și alți agenți a căror acțiune se însumează mai ales cu aceea a îngheț-dezghețului. Între aceștia importanți prin rezultate sunt:

- *apele curgătoare*, a căror prezență efemeră (2-4 luni) determină eroziune (mai ales laterală întrucât patul albiei este înghețat), revărsări, inundații și acumulări de materiale. Acțiunea lor (numită *geliflviație*) este însemnată nu numai în lungul râurilor dar și pe versanții pe care s-au produs avalanșe, ulucurile acestora reprezentând trasee de concentrare a apei rezultate din topirea zăpezii sau din ploi (procesul este activ pe rocile moi și când dezghețul este de durată);

- *vântul* este un agent intermitent dar a cărui acțiune (eolizația) se manifestă în orice sezon. Efectele acesteia pentru relief sunt condiționate de viteza de propagare a curenților de aer, de încărcătura lor cu zăpadă, cristale de gheață, praf sau nisip, de gradul de acoperire a terenurilor cu vegetație. Pe de-o parte vântul poate exercita acțiuni de eroziune (coroziune) prin izbire și șlefuire când este încărcat cu materiale (mai ales nisip sau cristale de gheață) și transport (deflație) iar pe de altă parte când viteza scade depune nisipul, praful, zăpada etc. Rezultatele activității sale sunt complexe. Prin eroziune, în timp șlefuieste pietrele, blocurile și muchiile stâncilor sau sculpează alveole și nișe în punctele cu rezistență mai mică a rocilor. Depunerea materialelor conduce la forme diferite – troiene de zăpadă, dune de nisip amestecat cu zăpadă, acumulări de praf în strate subțiri iar în timp îndelungat dezvoltare de loessuri. Prin spulberarea zăpezii și a elementelor cu dimensiuni reduse indirect el creează condiții ca rocile, stâncile, blocurile de piatră să fie mai ușor expuse acțiunii gerului.

#### **Verificări:**

- Ce înțelegeți prin noțiunile – gelivație, nivație, gelifracte, eolizație, avalanșe, soluri poligonale?

- Precizați modul în care prin procese de îngheț-dezgheț se realizează evoluția versanților și care sunt formele de relief rezultate.
- Care sunt condițiile și mecanismul dezvoltării formelor de relief gelivale pe suprafețele plane?
- Urmăriți în timpul unei excursii în etajul alpin dintr-un masiv montan formele de relief create prin îngheț-dezgheț și nivație și realizați aprecieri cantitative (altitudinea la care se află, dimensiuni, importanța pentru peisaj).

## 8. Apa mărilor, oceanelor și relieful litoral

### Probleme

- Domeniul litoral; modalități și procese prin care apa din bazinele oceanice acționează asupra uscatului.
- Formele de relief litoral.
- Evoluția liniei de țărm și a litoralului.
- Tipuri de țărm.

**1. Domeniul litoral. Caracteristici morfologice.** Suprafața generală a mărilor și oceanelor Pământului este de 362.330.000 km<sup>2</sup> ceea ce reprezintă cca 71% din întinderea acestuia. Acestea intră în contact cu uscatul continental sau insular în lungul liniei de țărm care în general are o configurație sinuoasă și o lungime de 261700 km. Apa mării care este un mediu extrem de mobil, dinamic exercită sub diferite forme o acțiune directă sau indirectă atât asupra sectoarelor acoperite de ea (au adâncimi reduse) dar și pe porțiunile de uscat pe care se extinde temporar. Această *fâșie de la contactul mării cu uscatul pe care se resimte din plin acțiunea apei mării în crearea unui relief specific alcătuiește domeniul litoral propriu-zis*. La acesta se adaugă fâșii de uscat mai înalte, unde în prezent nu se exercită acțiunea apei mării dar care pe de-o parte păstrează forme de relief marin rezultat din etape, faze de evoluție anterioare iar pe de altă parte se dezvoltă alte forme de relief sau se produc unele procese influențate de mare. Acesta constituie o fâșie externă a domeniului litoral, de trecere spre interiorul continentului. De cele mai multe ori ele sunt contopite în ceea ce se numește „domeniu litoral” și care este evaluat în lățime de la câteva sute de metri la -10, -15 m sub poziția liniei de țărm.

Domeniul litoral în timp poate suferi modificări esențiale. Dacă uscatul se lasă și este acoperit treptat de apele mării el înaintea pe suprafața acestuia sau spre centrul insulelor, pe ansamblu se micșorează. Invers dacă continentul se ridică atunci domeniul litoral crește în lățime porțiuni din acesta ieșind de sub influența directă a mării. La un țărm stâncos cu înălțime mare domeniul litoral este îngust în raport cu altul jos și alcătuit din roci moi.

- *Apa mării devine agent modelator în condițiile în care este pusă în mișcare*. Acest lucru se realizează prin acțiunea vântului, prin deplasarea unor volume de lichid impusă de diferențe locale de potențial termic, salinitate sau de aportul însemnat al fluviilor cu debite importante etc. În funcție de viteza de deplasare a apei mării energia de care dispune aceasta este diferită și în aceeași măsură și forța morfogenetică materializată în modalități deosebite de îmbinare a proceselor de eroziune (abraziune), transport, acumulare.

Există mai multe categorii de factori care pot influența mecanismul morfogenetic al apei în lungul țărmului, majoritatea au caracter local. Între aceștia mai importanți sunt:

- *Rocile* din care este alcătuit uscatul în domeniul litoral prin alcătuire opun un grad de rezistență diferit la izbirea exercitată de apă încărcată cu nisip, bolovăniș. Țărmurile formate din granite, bazalte, roci cristaline, calcare etc. suferă un proces de retragere lent pe când cele din loessuri, argile unu rapid. Ca urmare, în prima situație ele vor fi abrupte pe când în cealaltă domoale.

- Disponerea rocilor în *structuri variate* va conduce local la situații, în care mecanismul va fi accelerat (alternanțe de strate subțiri cu rezistență diferită poziționate orizontal, înclinat etc.) sau slab (corpuri din roci dure eruptive care străpung roci sedimentare; abrupt de falie în roci cristaline etc.) de unde și

desfășurarea de țărmuri abrupte scurte în fața cărora vor fi insule și platforme submerse mai scurte (la cele tectonice) sau mai extinse (pe sensul de cădere al stratelor). Alternanța de situații diferite sub raportul alcătuirii petrografice dar și al poziției structurale face ca în lungul unui țărm desfășurat pe zeci de kilometri fizionomia acestuia să se modifice frecvent iar marginea de ansamblu să corespundă cu asocieri de abrupturi, plăji imense, golfuri, peninsule, insule etc.

- *Mișcările tectonice locale* (lăsări sau bombări ale unor porțiuni de uscat din lungul țărmului) deși sunt lente și apar ca imperceptibile, în timp ridică sau coboară sectoare de uscat care vor suferi o modelare deosebită. În prima situație platformele litorale submerse vor deveni uscat, panta generală a litoralului va fi mică și dinamica va slăbi. În situația cealaltă se vor dezvolta țărmuri cu platforme submerse extinse dacă apa mării acoperă sectoare de câmpii litorale sau se va dezvolta un țărm creat cu golfuri adânci, insule și peninsule dacă va fi invadat un țărm de podiș sau de munți.

- *Caracteristicile locale ale reliefului uscatului*, îndeosebi pantele, gradul de fragmentare prin văi, înălțimile frecvente etc. determină diversificarea manifestării proceselor și a formelor rezultate. Ele sunt net diferite la țărmurile înalte și cele joase.

- *Aportul fluviatil* reprezintă nu numai prin volumul de apă dar mai ales prin debitul solid un factor ce contribuie în multe situații la dezvoltarea de forme de acumulare submerse și apoi emerse (cordoane de nisip) pe platforma litorală aflată la adâncimi mici, apoi la bararea prin cordoane de nisip a golfurilor vecine. Dacă relieful submers se găsește la adâncimi mari atunci nu se produc astfel de acumulări.

- *Construcțiile și amenajările portuare și de agrement* (mai ales diguri, bazine portuare, îndreptarea liniei de țărm etc.) produc modificări esențiale în dinamica proceselor care au loc cu consecințe în schimbarea configurației naturale și impunerea uneia antropice.

Se adaugă și influențele unor *factori cu caracter zonal*, resimțite pe întinderi mari. Ele permit anumite nuanțări în desfășurarea proceselor de eroziune și acumulare și mai ales asocierea lor cu acțiunea altor agenți morfogenetici. Între aceștia se detașează diferențele zonale și regionale de natură climatică. Se pot separa trei situații generale – țărmurile din zonele reci polare și subpolare cu o evoluție în care acțiunea apelor din sezonul cald se completează cu cea a gheții, zăpezii, îngheț-dezghețului în sezonul rece; țărmurile din regiunile calde și umede cu o evoluție supusă combinării proceselor marine cu alterarea rocilor de pe uscat și construcțiile coraligene din bazinele marine; țărmurile din zonele temperate cu diversificarea pe mai multe sezoane a asocierii proceselor apei marine cu cele ale altor agenți. Un alt factor care influențează pe ansamblu și pe distanțe foarte mari intensitatea și ritmul modelării țărmului îl reprezintă *eustatismul planetar* impus dominant de oscilațiile caracteristicilor climei în intervale mari de timp. Coborârea nivelului mării în fazele glaciare a fost însoțită de extinderea uscatului prin încorporarea unor întinse părți din platforma continentală. Acestea au devenit câmpii ceea ce a dus la amplificarea țărmurilor joase cu plăji extinse și la simplificarea morfodinamicii litorale. Invers, în interglaciar, prin ridicarea nivelului oceanului planetar apa acestora acoperă regiunile joase de câmpie, invadează gurile de vărsare ale râurilor și depresiunile transformându-le în golfuri. Ca urmare, linia de țărm capătă o configurație sinuoasă cu sectoare joase, cu desfășurare redusă ce alternează cu sectoare înalte cu golfuri adânci etc. Are loc o diferențiere accentuată a modului de asociere a proceselor marine cu cele create de agenți și de aici multiplicarea formelor de relief create și a peisajului litoral.

## 2. Forme de manifestare dinamică a apei mării și procesele morfodinamice:

Apa mărilor și oceanelor nu este inertă, mișcarea ei fiind determinată de factori care acționează din exterior (vânt, apa fluviilor, seisme, erupții vulcanice etc.) sau din interiorul mediului (diferențe de salinitate, temperatură etc.). Rezultă trei forme specifice principale de deplasare a ei – valuri, curenți și maree fiecare dezvoltând un anumit mod de manifestare a proceselor de eroziune, transport și acumulare dar și anumite forme de relief.

**2.1. Valurile** reprezintă principala formă de mișcare apei fiind întâlnită pretutindeni. Pentru dezvoltarea formelor de relief importanță au valurile care acționează în fâșiile de țărm atât asupra uscatului cât și pe platforma litorală. Adâncimea medie până la care se resimte mișcarea valului este de 10 m dar la furtuni se ajunge chiar la sub – 20 de m. Mărimea spațiului de uscat afectat de forța lor depinde de înălțimea și panta suprafețelor expuse (la un țărm înalt și abrupt este mică iar la altul jos cu pantă mică se poate extinde pe mai multe sute de metri).

Valurile sunt provocate de cauze diverse dar frecvența cea mai mare se leagă de acțiunea vânturilor. La viteze mai reduse rezultă valuri mici dar și efectele sunt reduse. Furtunile puternice (uragane, taifune etc.) le imprimă dimensiuni mari, forță și energie deosebite. În larg deplasarea lichidului în cadrul valurilor se înscrie pe orbite circulare. Pe măsura apropierii de țărm și a micșorării adâncimii la care se află platforma litorală, în condițiile în care talpa valurilor o ating forma acestora se modifică treptat (din cerc devine elipsă) pentru ca în apropiere de țărm să se spargă (apa capătă o mișcare de translație).

Cutremurele și erupțiile vulcanice creează valuri puternice însoțite de consecințe distructive mari. Valurile se propagă pe distanțe foarte mari (uneori în tot bazinul oceanic) dezvoltând amplitudini de zeci de metri și lungimi enorme ceea ce face ca acțiunea lor să afecteze sectoare însemnate de țărm unde devastează sectoare din așezări, căi de comunicație, provoacă pierderi de vieți omenești și modificări însemnate ale configurației reliefului. Sunt frecvente în Oceanul Pacific efectele resimțindu-se atât pe țămurile continentale cât și al insulelor. Poartă numele de *tsunami*, sau de *valuri de translație*.

Valurile se mai pot dezvolta în urma ruperii și prăbușirii blocurilor de gheață din calotele polare sau a căderii stâncilor și a alunecărilor din versanții abrupti ai țămurilor muntoase ori de podiș. Rezultă valuri care se propagă pe distanțe variate în funcție de volumul prăbușit.

**Acțiunea morfologică a valurilor** variază în primul rând în funcție de energia de care dispun ce este condiționată de forța de antrenare a masei de apă impusă de către vânt, seisme, erupții vulcanice etc. În al doilea rând intervin factori de natură locală (rezistența rocilor, panta suprafeței expuse acțiunii lor, încărcătura apei cu materiale solide-nisip, pietriș, blocuri etc.) care pot favoriza sau încetini acțiunea valurilor.

Mecanismul manifestării acestora se concretizează în mai multe direcții în funcție de tipul de țărm (fig 37).

Pe cel înalt se realizează:

- *izbirea* (apa cu încărcătura de nisip, pietriș, scrădiș etc.) *versanților* cu o forță medie de câteva tone/m<sup>2</sup>, proces prin care rocile din care aceștia sunt alcătuiți suferă crăpături, fisurări, slăbirea rezistenței generale urmată de prăbușiri. Este un proces mecanic de eroziune numit *abraziune*.

- *aspirarea* la retragerea apei după izbire, a materialelor cu dimensiuni reduse;
- *antrenarea* materialelor (transport) spre largul platformei litorale;

- *depunerea* (acumularea) pe aceasta la depărtări diferite în funcție de dimensiunile acestora și de energia pe care o mai păstrează.

Pe *țărmurile joase* cu platformă litorală extinsă se produc frecvent două acțiuni – *dislocarea și încărcarea cu nisip de pe platformă a masei de apă* în faza de înaintare spre uscat a valului și *redepunerea* lui în diferite locuri în faza de retragere a apei rezultată din spargerea valurilor.

*Rezultatele* acțiunii valurilor sunt diverse. La baza abruptului *țărmurilor înalte* mai întâi rezultă *firide adânci* (diametre de până la câțiva metri). Prin *prăbușirea* pachetelor de roci de deasupra lor se ajunge la retragerea abruptului versanților și la acumularea, pentru un timp, la baza lui a blocurilor și stâncilor căzute pe platformă. În timp îndelungat la baza abruptului care se retrage continuu rezultă o suprafață slab înclinată cu caracter de echilibru dinamic (platformă de abraziune).

Pe *țărmurile joase*, nisipoase acțiunea valurilor este mult mai simplă și conduce la două rezultate. Mai întâi prin deplasarea într-un sens sau în celălalt a nisipului bolovănișului elementele acestora se vor ciocni și în final rotunji. Al doilea rezultat este acumularea nisipului sub diferite forme pe treptele de plajă.

**2.2. Curenții de apă** sunt deplasări de volume importante de apă pe distanțe foarte mari (zeci, sute, mii de kilometri). Dezvoltarea lor este legată de vânturile regulate care acționează aproape constant pe anumite direcții, de diferențele de temperatură, salinitate, presiune atmosferică etc.

Acțiunea principală a lor este transportul apei încărcată cu materie organică mълuri și aluviuni care se acumulează treptat pe fundul bazinului oceanic.

**Acțiunea curenților** în domeniul litoral este complexă. Astfel *preiau o bună parte din aluviunile aduse de fluvii* pe care le transportă uneori paralel cu *țărmlul (deriva litorală)*, le depun contribuind la *dezvoltarea de cordoane de nisip* paralele cu acesta. Când viteza lor este mai mare exercită o intensă *acțiune de extracție* a materialelor de pe plajele submerse și de *redepunere selectivă* la depărtări mai mari sau mai mici în funcție de dimensiuni. În acest mod curenții *contribuie la o modificare permanentă a micromorfologiei platformei litorale*. În unele strâmtoni unde există diferențe de nivel între bazinele marine pe care acestea le separă (ex. M.Baltică – M.Nordului, M.Neagră – M.Marmara – M.Egee, M.Mediterană-Oc. Atlantic etc.) se produc „*curenți de descărcare*” a căror acțiune se transmite atât prin procese mecanice asupra *țărmlului* dar și prin antrenarea de materiale organice și minerale. La fel de însemnați sunt „*curenții de turbiditate*” care se produc cu predilecție pe pantele submerse la trecerea de la domeniul litoral inferior la cel submarin (început prin povârnișul continental). Aceștia rezultă în momentul în care se rupe echilibrul formațiunilor acumulate fie datorită unei supraîncărcări cu aluviuni aduse de fluvii sau unei sedimentări organice bogate fie producerii unor seisme etc. Iau naștere curenți de apă cu mult mъл și nisip care coboară spre adâncimi cu viteze mari provocând eroziuni intense și prin acestea dezvoltarea unor jghiaburi lungi și adânci numite „canioane submarine”.

**2.3. Mareele** sunt deplasări ale apei din bazinele oceanice și marine determinate de atracția Lunii și Soarelui. La *țărmurile înalte* deplasarea se concretizează în principal în mișcări pe verticală (ridicări la flux și coborări la reflux) dar și înaintări pe câteva sute de metri sau kilometri pe văile principale (la flux) ce alternează cu retrageri (la reflux); când în fața versanților relativ abrupti se desfășoară fășii de platformă stâncoase sau cu acumulări de nisip (se înregistrează acoperirea și descoperirea periodică a lor). Pe *țărmurile joase* cele două sensuri ale mișcării se impun printr-o înaintare largă la flux pe câmpiile litorale și o retragere la fel de importantă când în peisaj pe suprafețele emerse se impun acumulările nisipoase ce

alternează cu ochiuri de apă, cursuri de apă adâncite cu 0,5 – 2 m ce se dirijează spre mare și terenuri mlăștinoase.

Frecvent nivelul mării pe țărmurile unde mările sunt însemnate la flux se ridică cu câțiva metri și se retrage în aceeași măsură. Însă în anumite situații de configurație a țărmului local amplitudinile sunt mult mai mari. Sunt citate în literatură cazurile extreme Baya Fundy cu 19,6 m, Golful Mezen din M.Baltică cu 12 m, Strâmtoarea Magelan cu 18 m.

Producerea mareelor genează la scara Globului un „val mareic” cu înălțime de mai mulți metri care se propagă de la est la vest, se amplifică ca mărime în strâmtoari și în golfurile înguste unde în anumite condiții (asociere cu tsunami), se manifestă intens (aici ajunge la viteze de peste 20 km/oră) având consecințe dezastruoase asupra așezărilor, șoselelor, instalațiilor portuale și uneori producând chiar pierderi de vieți omenești.

*Acțiunea mareelor* în cele două faze, care se succed în medie la un interval de timp de 6 ore, este diferită în funcție de caracteristicile țărmului. La țărmurile înalte valul de flux izbește versanții provocând fisurarea, fragmentarea și căderea de blocuri mai rapid sau mai lent în funcție de rocile care intră în alcătuirea lor. Rezultă un țărm stâncos, cu multe insule și blocuri prăbușite. În lungul fluviilor curentul mareic se propagă pe acestea și se întrepătrunde cu scurgerea fluvială de unde un amestec de ape, modificări în deplasarea apei însoțite pe de o parte de acumulări de materiale organice și minerale sub formă de bancuri iar pe de altă parte de eroziuni asupra malurilor, îndeosebi la gurile de vărsare ale râurilor unde acestea suferă un proces intens de lărgire. La reflux retragerea apei mării se însumează cu forța scurgerii apei fluviului situație care accentuează eroziunea și transportul de materiale care vor fi împrăștiate pe câmpia litorală mlăștinoasă. Pe țărmurile joase atât creșterile cât și scăderea nivelului mării se fac lent ceea ce rar conduce la modificări majore în peisajul general care este dominant de acumulări bogate de nisip, materie organică, terenuri mlăștinoase și canale de scurgere a apei la reflux (ex. câmpiile din vestul Olandei).

*Concluzii* – dinamica apei mărilor și oceanelor se produce prin valuri, curenți și marea provocate de exercitarea unor acțiuni din partea a diverși agenți interni și externi. Aceștia mobilizează masa de apă, îi transmite energie care permite manifestarea a trei procese – eroziune (abraziune), transport și acumulare. Procesele se înregistrează diferențiat de la un sector la altul al țărmului în funcție de intervenția unor factori locali (rocă, pantă etc.) și generali-zonali (climat). Eroziunea impune dezvoltarea pe de-o parte a pantelor mari în proces continuu de retragere iar pe de alta a unei suprafețe de echilibru dinamic (platforma de abraziune). Acumularea este legată de suprafețele submerse cu pantă foarte redusă, și de țărmurile joase unde sunt extinse sectoarele de plajă.

### **3. Alte procese**

Procesele specifice acțiunii apei mărilor se îmbin cu cele provocate de alți agenți externi în fâșiile de țărm și care au un rol secundar.

Între acestea frecvente pe țărmurile înalte sunt prăbușirile, alunecările de teren, sufoziunea care se îmbină îndeosebi cu acțiunea valurilor accelerând retragerea versanților abrupti mai ales când sunt formați din roci cu rezistență redusă.

În regiunile polare și subpolare valurile își combină acțiunea cu dezagregările prin gelivație, izbirea versanților de către blocurile de gheață antrenate de mișcarea apei mării etc..

În regiunile temperate și calde, procesele secundare de pe versanții expuși valurilor și curenților sunt – cele fizico-chimice (provocate de apa ce pătrunde în

fisuri, crăpături, din ceață și spargerea valurilor), dizolvarea, procese biologice (unele animale perforază rocile; o masă organică bogată conduce la diminuarea forței valurilor, curenților etc.).

**4. Formele de relief create prin dinamica apei mărilor și oceanelor.** Nu sunt numeroase ca tipuri specifice dar variază în lungul domeniului litoral prin caracteristici morfometrice, stadiu de evoluție și nivel de asociere cu forme create de alți agenți.

**4.1. Faleza.** Reprezintă un versant abrupt (pante între 40 și 90°) supus continuu atacului apei mării. Baza falezei se află la nivelul mării sau în cazul țărmurilor cu marea ceva mai jos. Evoluția este rapidă în condițiile în care în alcătuire sunt roci moi, panta platformei de la bază este ridicată, apa mării este încărcată cu nisip, pietriș cu care valurile izbesc partea inferioară a falezei unde creează firide. Prin creșterea acestora în dimensiuni, mai ales în condițiile unor furtuni repetate, se ajunge la slăbirea rezistenței stratelor de roci de deasupra urmată de prăbușiri. Prin aceasta abruptul falezei se retrage, la baza ei acumulându-se bolovănișuri, blocuri între stânci, toate fiind supuse unui proces de mărunțire, uzura realizat de valuri. Microrelieful de firide, trepte, polițe, stânci etc. este mult mai complex când faleza este formată din roci dure iar adâncimea apei în vecinătatea ei este mare (fig. 37).

În funcție de originea inițială a abruptului de faleză acestea se clasifică în două grupe, fiecare cu diverse subtipuri.

- **Faleze create prin abraziune.** Sunt țărmuri abrupte a căror fizionomie este impusă de procesele litorale într-o regiune de podiș sau de munte vecină mării. Stadiul de evoluție le separă în trei subtipuri.

- *Faleze active* unde abraziunea este deosebit de puternică iar la bază rezultă a platformă de abraziune cu stânci și acumulări băgate de bolovănișuri; sunt frecvent întâlnite pe țărmurile înalte unde are loc un eustatism pozitiv sau suferă ușoare coborâri.

- *Faleze nonfuncționale* la care abruptul creat prin abraziune este situat la limita extremă de manifestare a valurilor la furtunile cele mai puternice. Suprafața de la baza acestora și pe care se sparg valurile constituie o treaptă de echilibru marin. Se realizează în condițiile unei stabilități de durată a poziției nivelului mării și a unui țărm alcătuit din roci cu rezistență mică situație în care faleza se poate retrage rapid spre un aliniament pe uscat unde valurile să nu mai ajungă și ca urmare atacul lor să devină nul.

- *Faleză moartă* reprezintă sectoare de abrupt creat prin abraziune marină care se află la depărtare mare de poziția actuală a țărmului și unde apa mării nu mai ajunge nici la furtunile cele mai intense. Se întâlnesc la țărmurile regiunilor care după o perioadă de stabilitate când au rezultat faleze, au urmat ridicări epirogenetice cu intensitate mare. Astfel faleza a rămas nefuncțională și la distanță în interiorul uscatului.

- **Faleze care inițial au altă origine.** Includ versanți abrupti supuși în prezent acțiunii valurilor, curenților marini dar a căror fizionomie a rezultat prin alte acțiuni. Între acestea sunt:

- *Faleze tectonice* – dezvoltate în lungul unor abrupturi de falie (ex. Noua Zeelandă).

- *Faleze impuse de dezvoltarea unor insule vulcanice* (în oceanele Atlantic și Pacific).



La acestea abruptul suferă o retragere încetă, platforma de abraziune este scurtă sau lipsește iar adâncimea la care se află relieful submers este de ordinul a sute de metri.

**4.2. Platforma de abraziune** – reprezintă o suprafață slab înclinată ( $3 - 5^0$ ) desfășurată de la faleză spre interiorul mării. Ea a rezultat printr-un proces de retragere a falezelor în urma acțiunii mecanice a apei mării acționând cu intensitate în condițiile în care adâncimile erau mai mari. Pe măsura retragerii falezei la bază se extinde platforma stâncoasă, dar micșorarea pantei pe care înaintează valurile determină slăbirea forței de atac a acestora. Procesul conduce către un final marcat de o platformă largă pe care apa mării are adâncimi reduse iar valurile „sparte” de abia ating baza falezei. Dacă se produc mișcări epirogenetice care ridică platforma atunci va începe dezvoltarea unei noi faleze în cadrul acesteia; în situația în care mișcările coboară platforma abraziunea valurilor va reactiva faleza contribuind la extinderea platformei într-o fază nouă (fig. 37).

Pe țărmurile tectonice afectate de mișcări sacadate au rezultat platforme în trepte (Australia, Noua Zeelandă). Pe cele din regiunile polare procesele ce conduc la retragerea falezei sunt abraziunea valurilor sprijinită de bucăți de gheață în acțiunea de izbire, apoi dezagregările și chiar eroziunea glaciară. De altfel o bună parte din platforme din lungul țărmului norvegian este rezultatul modelării realizată în fazele glaciare de către masa de gheață coborâtă din Alpii Scandinaviei. Situații similare au fost în vestul și nord vestul Marii Britanii în pleistocen. Platforma continentală largă din nordul și nord vestul Mării Negre a rezultat printr-un lung proces de nivelare realizat din apele mării atât la retragerea din pleistocenul superior cât și la revenirea spre cotele actuale în timpul holocenului.

**4.3. Plaja** constituie suprafețe joase cu nisip, pietriș, materie organică (îndeosebi cochilii, alge) situate deoparte și de alta liniei de țărm. Sunt extinse la țărmurile joase (lungimi de zeci de kilometri, lățimi de zeci și sute de metri) și înguste și discontinui la cele înalte. Au material dominant nisipos în sectoarele alcătuite din roci cu rezistență redusă (gresii) sau unde pe platformă litorală (submersă) există multe scoici (nisipul rezultă din sfărâmare cochiliilor la țărmul românesc). Spre deosebire de acestea la baza falezelor stâncoase din roci dure se dezvoltă fâșii cu pietrișuri bine rulate (pe coastele muntoase ale Italiei și din sudul Franței sunt galeți din calcare pe când în Faeroes din bazalte). Și climatul poate influența tipul de depozite din cadrul plajelor. Astfel în regiunile calde și umede pe de-o parte alterarea conduce la transformarea radicală a rocilor (îndeosebi cele eruptive și metamorfice) și ca urmare pe plaje vor predomina materiale argilo-nisipoase, iar pe de altă parte abundența vegetației va da multă materie organică. Opus, la țărmurile din ținuturile reci polare dezagregarea și abraziunea vor impune pietrișuri și blocuri rotunjite cu dimensiuni mari.

În situațiile în care platforma continentală a fost inițial o câmpie litorală ce-a suferit un proces de coborâre fiind invadată de apele mării, cea mai mare parte din masa de nisip deplasată de valuri, curenți provine din stratele de roci sedimentare. În alte cazuri la origine materialele au fost morene ale ghețarilor continentali depuse pe câmpie sau chiar la marginea vechilor calote ale acestora (pe țărmul baltic și al M. Nordului).

*Morfologia plajei* depinde de alcătuirea și dimensiunile ei dar și de forța și durata valurilor. Frecvent în cadrul plajei se separă trei sectoare.

- *Plaja submersă*, constituie fâșia permanent acoperită de apă; are extindere pe platformele cu adâncime redusă; există nisip, pietriș și acumulări de cochilii de scoici sub forme variate. *Cordoanele și bancurile de nisip* sunt cele mai mari acumulări. Se

desfășoară pe lungimi de zeci, sute și chiar mii de metri, au configurație alungită, curbată și de cele mai multe ori sunt asociate. Majoritatea sunt submerse alternând cu spații de mare ceva mai adâncă. Când acumulările sunt bogate se ajung la cordoane emerse care sunt paralele cu țărmul sau care leagă insulele între ele dar și cu țărmul. Nisipul este antrenat de curenți din materialele acumulate de platforme sau don aluviunile aduse de fluvii. Cordoanele de denumiri variate – *săgeți* (sunt foarte lungi și înguste), *perisipuri*, *bare*, *grinduri*. Aici au o dinamică activă, în lungul lor separându-se sectoare în retragere supuse acțiunii valurilor și sectoare liniștite unde domină acumularea. Între cordoanele înguste sau în locurile unde se realizează asocierea lor există, mult timp, canale prin care se produce o circulație a apei mării (așa zisele porțițe).

În lungul unui țărm crestat, cu golfuri, stânci, platformă litorală la adâncime mică și râuri care aduc multe materiale etc., se poate ajunge, prin dezvoltarea de cordoane de nisip, la trei situații – bararea golfurilor și formarea unor lacuri de tip liman fluvio-maritim, și la unirea insulelor cu țărmul prin una sau mai multe acumulări lineare (lido).

Cordoanele submerse care ating lungimi de mai multe sute de metri și care sunt supuse acțiunii valurilor poartă numele de *dune hidraulice*. Mobilitatea cordoanelor se face la valurile puternice create de furturi. În rest valurile de hulă generează o micromorfologie cu „riduri” paralele între ele dar perpendiculară pe direcția de propagare a mișcării apei. Au dimensiuni decimetrice ca lungime și de ordinul centimetrilor ca lățime și înălțime. Mobilitatea acestora este mare și ca urmare durata existenței este redusă

- *Plaja propriu-zisă* – reprezintă sectorul pe care valurile se deplasează în permanență provocând cele mai multe modificări de alcătuire și micromorfologie. Au un profil transversal în două trepte – cea superioară cu stabilitate mai mare afectată doar la valurile mai mari și cea inferioară supusă unei nivelări continue. Este mai aplatizată la țărmurile nisipoase și mai accentuată la cele cu pietrișuri și bolovănișuri. Valurile (mai ales cele mari) crează îndeosebi în sectorul superior, *festoane* de nisip sau pietriș (creste), apoi acumulări sub formă semicirculară (*coarne de plajă*) care se păstrează mai mult sau mai puțin în funcție de alcătuire; pot fi observate și microfaleze.

- *Plajă superioară* – este fâșia de nisip cu înălțimi de mai mulți metri situată fie la nivelul valurilor de furtună fie la cel al fluxului maxim. Ca urmare, rareori este acoperită de apă. Pe aceasta nisipul adus de valuri, dar mai ales spulberat de vânt de pe plaja propriu-zisă în cele mai multe cazuri formează *dune longitudinale*, paralele cu țărmul, asimetrice cu latura abruptă spre mare. Frecvent au înălțimi de câțiva metri, lungimi de mai mulți zeci de metri, între ele existând depresiuni interdunare. Valurile provocate de furtună crează faleze cu pante mari pe care nisipul se năruie. În cea mai mare parte vegetația ierboasă și arbustivă le acoperă dar există și sectoare active care „fumează” la furtuni. Cele mai importante mase de nisip au fost acumulate la finele pleistocenului și începutul holocenului (vestul Franței – la Bordeaux, în M.Britanie la nord de Liverpoole etc.). Aici spațiul cu dune se întinde pe zeci de kilometri, dunele având dimensiuni foarte mari.

**4.4. Estuarele** sunt gurile de vărsare ale fluviilor la care se produc intens marea ce au amplitudini de câțiva metri. Pot fi și la țărmurile joase dar și la cele înalte însă unde platforma litorală este îngustă și prezintă o pantă mare situații care favorizează circulația apei în sensurile impuse de flux și reflux. La marile fluvii efectele mării se simt în lungul acestora până la distanțe însemnate (cca 1500 km pe Amazon, 500 km pe Sf. Laurențiu, 200 km pe La Plata, peste 140 km pe Sena etc.)

fiind însoțite de consecințe. Astfel la flux prin ridicarea nivelului apei mării și pătrunderea lor în albia fluviului se realizează nu numai oprirea curgerii apei acestora dar și crearea unor curenți de sens contrar și decantarea aluviunilor. În timpul refluxului când nivelul mării scade se produce o accelerare a scurgerii (are loc însumarea forțelor impuse de maree și de fluviu) însoțită de deblocarea unei mari părți din materialele acumulate care vor fi depuse pe platforma continentală. Dacă panta acesteia este redusă atunci se ajunge la dezvoltarea de cordoane și formarea de delte.

**4.5. Deltele** sunt forme de relief cu dimensiuni variabile care au luat naștere în regiunea de vărsare a fluviilor unde se întrunesc mai multe condiții:

- râurile trebuie să transporte un volum însemnat de aluviuni iar curgerea să aibă viteze mici;
- platforma litorală să fie extinsă cu pantă mică;
- manifestarea mareelor să fie redusă sau să lipsească;
- să nu existe curenți litorali sau aceștia să acționeze la distanță mai mare de țarm;
- vărsarea să se realizeze în golfuri.

Efectul principal va fi acumularea aluviunilor transportate însoțite de: crearea de grinduri submerse și emerse, dezvoltarea de despletiri și de brațe noi care vor înainta spre mare, ridicarea nivelului platformei și indirect reducerea pantei generale a ei urmată de accelerarea procesului de depunere a materialelor cărate de fluviu, dezvoltarea de insule care se vor acoperi de vegetație.

În condițiile în care vărsarea se face în golfuri cu platformă extinsă la adâncime mică iar în vecinătate sunt curenți litorali slabi, aceștia pot contribui la dezvoltarea unor cordoane litorale aproape paralele cu țărmul; ele pot bara golfurile creând în spate un sistem de lacuri (lagune), brațe principale și secundare separate de grinduri cu dimensiuni variabile.

Înaintarea deltelor în spațiul marin se face prin alternarea în timp a importanței brațelor în procesul de aluvionare. Dar, viteza de extindere slăbește treptat întrucât ieșind din arealul golfurilor vor apărea condiții noi – adâncimi și pante mai mari, puterea de eroziune a valurilor și a curenților marini, diminuarea debitului solid al fluviului ca urmare a acumulărilor ce au loc în deltă. Se poate ajunge în timp la atingerea unei limite extreme de dezvoltare a deltei situație în care se vorbește de o barare naturală a acesteia.

Evoluția spațiului din deltă se realizează în principal în două direcții determinate de raportul dintre procesul de acumulare și gradul de stabilitate a nivelului apei mării. Astfel în condițiile unei aluvionări bogate și a menținerii aproape constante a nivelului mării se produce o colmatare a întregului spațiu deltaic și transformarea lui într-o câmpie litorală mlăștinoasă. Prin diverse lucrări antropice (desecări, diguri, dragaje pe brațele principale etc.) procesul poate fi accelerat și treptat spații întinse din deltă să fie transformate în câmpuri agricole (de tipul polderelor). Deci o evoluție de la fluviu care se varsă în golf, deltă incipientă, golf barat (lagună) cu amplificarea proceselor deltaice-câmpie mlăștinoasă – câmpie de tip polder. Este cazul multor delte din lume (Pad. Rhon, Guadalquivir etc.).

A doua situație poate fi legată de modificarea poziției nivelului mării în plan orizontal sau pe verticală urmare fie a unei coborâri sau ridicări neotectonice locale fie a înregistrării unui eustatism negativ sau pozitiv. Subsidența și ridicarea nivelului mării împiedică dezvoltarea deltelor iar atunci când procesul se produce după ce delta s-a format se ajunge la o evoluție regresivă a ei prin înaintarea apelor mării în spațiile joase și chiar revenirea la stadiul de golf. Ridicarea uscatului sau coborârea nivelului mării conduc la accelerarea transformării deltei în câmpie litorală. Între aceste

extreme sunt multe situații intermediare, diferențierea fiind determinată de condițiile locale de evoluție inclusiv de cele condiționate de deosebirile de natură climatică (deltele fluviilor Lena, Makenzie de regiunile polare în raport cu cele ale Nigerului și Gangelui din zona caldă.

- **Tipuri de delte.** Condițiile regionale au determinat un anumit specific al evoluției deltelor de unde forma pe care au căpătat-o. Cele două componente (forma și evoluția) sunt luate de cei mai mulți geomorfologi drept criterii de bază în diferențierea de tipuri și subtipuri. Frecvent se disting (fig. 37):

- *delte lobate* – la care există două-patru brațe prin care fluviul se varsă în mare unite prin grinduri create de fluviu (paralele cu brațele) și curenții litorali (transversale) prin poziția aproape perpendiculară pe brațele principale. Pe baza poziției și numărului acestora se pot reconstitui faze în evoluția deltei. Între cursurile principale sunt lacuri, brațe secundare, mlaștini. Exemple tipice sunt Dunărea, Volga, Lena, Pecioara etc.;

- *delte triunghiulare* sunt specifice fluviilor mai mici și care nu se varsă în golfuri. Ele înaintază printr-un braț, aluviunile aduse sunt acumulate în grinduri care pornesc de la gura de vărsare spre țarm; între acestea sunt suprafețe restrânse cu lacuri, terenuri mlăștinoase care prin drenare și diguri sunt transformate în câmpuri; este situația Tibului;

- *delte digitate* – sunt caracteristice fluviilor mari care au un debit solid enorm ceea ce face ca înaintarea să fie rapidă (la Mississippi cca 5 m/an) și simultană pe mai multe brațe; își dezvoltă brațe secundare; în spate, între cursurile principale rămân terenuri cu lacuri, mlaștini, ostroave.

- *delte barate* sunt cele la care înaintarea s-a oprit datorită fie a creșterii rapide a pantei și adâncimii platformei (aluviunile se împrăștie) fie intersecțiilor de către brațele a unui curent marin principal (preia aproape tot volumul de materiale transportate); este situația deltelor Nilului și Gangelui.

La acestea se adaugă multe subtipuri care reflectă condiții locale ce intervin în mersul general al evoluției și care se transpun în forme variate fie în situația unei dezvoltări (expansiune) fie în cea de involuție (delte în stadii diferite de înecare, acoperirea cu apă a uscatului și de degradare).

**4.6. Terasale litorale** s-au dezvoltat pe țărmurile regiunilor de podiș sau de munte care au suferit o evoluție în cuaternar caracterizată prin ridicări sacadate ori au fost supuse unui eustatism repetat.

Acțiunea valurilor în timp îndelungat conduce la retragerea falezelor în fața cărora sub apă se dezvoltă o suprafață stâncoasă, mai nouă lângă versantul abrupt și din ce în ce mai veche și mai netedă către interiorul bazinului marin. Aceasta reprezintă o platformă de abraziune și corespunde unei faze de echilibru dinamic. Dacă nivelul mării coboară sau uscatul suferă o ridicare (epirogenză pozitivă) atunci platforma devine uscat iar marginea externă a ei va fi atacată de valuri ce vor crea o faleză nouă. În acest fel veche platformă capătă caracterul unei trepte (terasă) ce domină cu mai mulți metri (uneori zeci de metri) linia de țarm. Întrucât ea este numai rezultatul procesului de eroziune marină i s-a dat numele de *terasă de abraziune*. Pe țărmurile înalte, muntoase ale M.Mediterane unde în cuaternar s-au înregistrate atât epirogeneze pozitive dar și un eustatism însemnat există 3-5 trepte de acest gen.

**4.7. Atolii** reprezintă construcții insulare specifice realizate în timp îndelungat de către milioane de corali. Acestea sunt animale care trăiesc în regiunile oceanice cu climat cald (temperaturi medii lunare în jur de 20<sup>0</sup>) pe platforme insulare (secționare prin abraziune de către apa oceanelor când nivelul acestora era coborât eustatic) care se află la adâncimi de câțiva metri (până la 25 m) unde există o bună oxigenare a apei.

După moartea animalului rămâne doar scheletul calcaros pe care se dezvoltă alte generații de corali. Situațiile cele mai complexe de care sunt legate atoli cu dimensiuni mari pe verticală sunt legate de insulele care suferă un lent proces de lăsare. *Atolii tipici* au ca specific – construcții coraligene cu desfășurare inelară (în centru este o depresiune cu apă de mare și adâncimi de 10-100 m – numite *lagon*; comunică prin porțițe cu oceanul) și care este delimitată de pante abrupte. *Recifele coraligene* sunt construcții mari care leagă mai multe insule iar *barierele coraligene* sunt ansambluri de recife pe distanțe de zeci și sute de kilometri lungime (Marea barieră din estul Australiei).

### 5. Tipuri de țărmuri.

Există o mare diversitate de țărmuri care se deosebesc prin formă, dimensiuni, evoluție, grad de antropizare. La toate aceste aspecte concură diverși factori locali care favorizează sau restricționează acțiunea apei mării ce exercită la contactul cu uscatul acțiuni de eroziune, transport și acumulare generând forme deosebite. Factorii pot fi legați de caracteristicile regiunii continentale la contactul cu marea și cei legați de mobilitatea și forța de atac a valurilor și curenților.

În prima grupă însemnați sunt mai întâi cei *de natură geologică* precum alcătuirea petrografică, desfășurarea stratelor în structuri ce creează condiții de favorabilitate sau de restricționare a acțiunii marine (îndeosebi a valurilor, mișcările de ridicare sau de lăsare tectonică etc.), cei *geomorfologici* (înălțimea uscatului, înclinarea versanților în sectorul de contact cu mare, gradul de fragmentare al marginii continentului de către rețeaua de văi, dimensiunile și forma golfurilor etc.), *climatici* (impun nuanțări în asocierea și intensitatea proceselor ce au loc în lungul țărmului; reflectarea evoluției climei Pământului în cuaternar în asociațiile nivelului oceanic cu consecințe în modelarea țărmurilor de la o fază la alta). În cea de-a doua importanță au frecvență locală a furtunilor, direcția curenților în raport cu linia de țărm și distanța față de acesta etc.

De-a lungul anilor pe de o parte au fost analizate și prezentate numeroase tipuri de țărm ce au desfășurare regională, locală iar pe de alta s-au realizat grupări după diferite criterii, cele mai frecvente fiind cele bazate pe altitudinea, geneza și evoluția lui. În acest sens se pot separa (fig. 38, 39):

- **Țărmuri înalte.** În această grupare se includ țărmurile dezvoltate la contactul mării (oceanului) cu munți, podișuri sau dealuri care se termină prin versanți relativ abrupti cu diferență de nivel de cel puțin câțiva metri. Le sunt specifice falezele și în multe situații platforma de abraziune cu stâncărie, acumulări de bolovănișuri și pietrișuri rulate dar și fâșii de plaje cu pietriș și materie organică (îndeosebi fragmente de scoici). Se impun câteva subtipuri, devenite clasice prin frecvența prezentării în lucrările de specialitate.

• **Țărmurile cu riass** – sunt legate de regiuni unde frecvent se asociază condițiile: alcătuirea din roci rezistente la atacul mării, fragmentarea produsă de râuri cu debite medii, producerea mareelor cu amplitudini de cel puțin un metru. În configurația țărmului se remarcă mai întâi gurile de vărsare ale râurilor deschise sub forma unor pâlnii care la flux au funcționalitate de golfuri iar la reflux se transformă în terenuri mlăștinoase cu insule de nisip, ochiuri de apă și acumulări de material organic (cochilii de scoici, alge etc.). Dacă la flux apele golfului se prelungesc mult în interiorul uscatului permițând navigația la reflux ele se retrag spre largul mării lăsând până la țărm o fâșie exondată, mai mult sau mai puțin lată, din plaja submersă ce are caracter nisipos-mlăștinos. Între golfuri țărmul este abrupt dar la reflux capătă o fâșie de plajă cu pietrișuri și bolovănișuri bine rulate. Prin retragerea generală a țărmului în fața sa rămân fragmente stâncoase care la flux sunt insule iar la reflux martori ce

domină plaja. Construirea de cordoane de nisip poate conduce la unirea lor cu țărmul și realizarea unui subtip de țărm cu lido. Astfel de țărmuri s-au individualizat mai ales în regiunile de podișuri hercinice (Bretagne, Sardinia etc.).

- *Țărmurile cu fiorduri* sunt frecvente la marginea regiunilor înalte muntoase care au fost acoperite de calote glaciare în pleistocen. Masa de gheață care coboară din calotă urmărea văile preglaciare și apoi o parte din șelful exondat în urma coborârii nivelului oceanului a realizat prin eroziune văi adânci cu praguri (în rocile dure) și bazine depresionare adânci în spatele acestora, dezvoltând un profil transversal în forma literei „U” și unul longitudinal în trepte. După topirea calotei și ridicarea nivelului oceanic apele acestuia au inundat o bună parte din sectorul inferior al văilor (uneori cu o lungime de peste 1 kilometru) transformându-le în golfuri încadrate de versanți abrupti și cu adâncime de zeci de metri. Sunt specifice în Norvegia, Labrador, Chile (sud), Scoția etc. Alcătuirea petrografică, structura geologică, înălțimile regiunilor care au suferit o astfel de evoluție ca și volumul de gheață și durata exercitării acțiunii lui au condiționat diversificarea acestui tip de țărm.

- *Țărmul cu canale (tip dalmatic)* – este întâlnit în vestul Croației și Sloveniei. Aici Marea Adriatică intră în contact cu o regiune de uscat muntoasă cu o structură geologică cutată cu sinclinale și anticlinale paralele cu linia de țărm. Ridicarea nivelului mării în holocen a dus la inundarea sectoarelor joase care în majoritatea situațiilor au reprezentat văi și depresiuni pe sinclinale, sectoare faliat etc. Între acestea au rămas insule care corespund anticlinalelor. De aici specificul țărmului cu insule separate de canale paralele.

- *Țărmurile tectonice* sunt cele a căror desfășurare și evoluție au fost puternic influențate de către tectonică. Sunt țărmuri tinere (neogene și cuaternare), faliat și în majoritate cu platforme de abraziune reduse ca dimensiuni. Caracteristice sunt două subtipuri. Primul este frecvent la multe insule din Oc. Pacific (de aici și numele). În cazul lor falierea este relativ paralelă cu linia de țărm. Ca urmare falezele sunt abrupte, n-au șelf iar la cele în care fragmentarea tectonică a fost mai intensă apar aliniamente de insule (horsturi) și canale (grabene) aproape paralele. La cel de al doilea subtip fie liniile de falie ce încadrează horsturi și grabene fie o structură cutată parțial fragmentară sunt orientate perpendicular pe linia de țărm. În aceste condiții țărmul are o configurație sinuoasă cu peninsule și insule (horsturi, anticlinale, sectoare formate din roci dure) separate de golfuri relativ înguste (pe sinclinale grabene sau la gurile văilor adâncite în roci cu rezistență mică). Evoluția este ceva mai rapidă la țărmurile alcătuite din roci sedimentare și unde în golfurile cu adâncimi reduse sunt aluvionări bogate produse de râurile care se varsă în ele. Astfel de țărmuri sunt în nordul Marocului sau în vestul Asiei Mici.

- *Țărmurile vulcanice* sunt legate de regiunile marine unde se produc erupțiile de materie topită. Sunt caracteristice majorității insulelor dezvoltate în lungul dorsalelor oceanice, în ariile de subducție sau legate de faliile de transformare (în oceanele Pacific, Atlantic, Indian). Țărmul este abrupt, lipsit de platforma continentală și ca urmare adâncimile mărilor sunt mari; prezintă golfuri cu dezvoltare limitată încadrate de stânci rezultate din consolidarea lavei. Evoluția lor este rapidă când în alcătuire predomină aglomeratele vulcanice și înceată când au rezultat prin solidificarea lavelor.

- *Țărmurile joase* s-au individualizat predominant la contactul câmpiilor cu marea. Dar sunt și regiuni cu platforme litorale extinse și cu adâncimi reduse unde printr-o aluvionare și sedimentări bogate s-au dezvoltat sectoare cu delte, lagune, limane cu desfășurare largă. Ca urmare, aici prin evoluție, în fața unor faleze devenite nonfuncționale s-au impus diverse tipuri de țărmuri joase. Procesul este accelerat în

regiunile unde au loc uşoare ridicări tectonice ceea ce face ca o bună parte din platforma litorală să devină emersă.

Specificul țărmurilor joase este dat de: prezența suprafețelor joase și netede cu pante generale reduse atât pe uscat cât și la marginea bazinului maritim, o dinamică a apei mării legată de valuri și de curenți cu desfășurarea aproape paralelă cu linia de țărm, acumulări bogate de nisip, argilă și materie organică sub forme de relief variate ca înfățișare și dimensiuni, lipsa sau producerea cu intensitate mică a mareelor. În cadrul acestei grupe se disting:

- *Țărmurile cu lagune* – sunt legate de sectoarele cu golfuri și platforme litorale la mică adâncime unde curenții și valurile creează cordoane de nisip extinse. Treptat, în condiții de stabilitate tectonică cordoanele se unesc, închid golfurile separându-le de mare. Un timp se mai pot păstra legături prin sectoare înguste (portițe) aflate între cordoane. Spațiul acvatic închis (laguna) poate evolua de la lac cu apă sărată, la lac cu apă salmastră, dulce (dacă există un aport prin râuri însemnate) pentru ca printr-o aluvionare bogată să se transforme în terenuri mlăștinoase ce pot fi drenate și să li se dea o valorificare economică. Dacă regiunea suferă o ridicare ușoară procesul poate fi accelerat iar dacă au loc coborâri se poate reveni la stadiul de golf. Astfel de țărmuri sunt în nord-vestul Mării Negre, la Golful Mexic (fig. 38, 39).

- *Țărmul cu limane* – se dezvoltă la gurile de vărsare ale unor râuri cu debit redus cu condiția ca pe platforma litorală curenții de apă să dezvolte cordoane de nisip. Ele barează vărsarea râurilor și ca urmare în spatele limbilor de nisip prin acumularea apei rezultă un lac (liman). Acesta poate evolua la fel ca și laguna, fie spre un mic sector de câmpie fie spre desființare (lăsarea platformei sau modificarea debitului râului). Exemple în nord-vestul Mării Negre.

- *Țărmul cu delte* este specificul fluviilor care au un debit solid bogat și se varsă în golfuri cu platformă litorală la mică adâncime și unde marea lipsesc sau au o amplitudine redusă. În funcție de condițiile locale se produc înaintări pe unul sau mai multe brațe, asocieri de cordoane litorale create de curenții maritimi cu grinduri paralele cu brațele fluviului; ele închid spații lacustre sau mlăștinoase. Prin amenajări porțiuni însemnate din spațiile deltaice au căpătat diverse forme de valorificare economică (deltele Padului, Tibrului, Guadalquivir, Dunării, Volgii, Mississippi etc.).

- *Țărmul cu lido* – rezultă prin dezvoltarea de cordoane de nisip pe o platformă litorală largă situată la adâncimi reduse și unde există insule. Curenții și valurile orientează cordoanele de nisip (lido) de la insule la țărm creând una, două sau mai multe legături între acestea care delimitează spații închise cu apă de mare și sectoare de plaje variate. Apar pe țărmurile Adriaticei, Golfului Mexic, în Sardinia etc. (fig. 38-39).

- *Țărmul cu watt* – aparține regiunilor de platformă puțin adâncă cu acumulări bogate de nisip și cochilii sub formă de bancuri, cordoane. Aici se produc marea cu amplitudine ridicată situație care face ca la flux cea mai mare parte a spațiului să reprezinte insule și canale întortocheate iar la reflux o plajă întinsă cu denivelări (în nordul Germaniei și în vestul Olandei).

- *Țărmul cu skjar* este frecvent la marginile câmpiilor ce-au fost acoperite de calote de gheață în cuaternar. În urma topirii gheții pe de o parte pe suprafața lor au rămas diferite morene, blocuri eratice, culoare de scurgere a apei subglaciare etc. iar pe de alta s-a realizat ridicarea nivelului mării cu mai mulți metri. Ca urmare, a rezultat un țărm cu numeroase insule (porțiuni din morene sau blocurile eratice) și canale. Se pot remarca la țărmul Finlandei sau Suediei.

- *Țărmul aralian* reprezintă o câmpie cu dune de nisip care este parțial acoperită de apele mării (sudul M. Aral). În acest fel dunele devin insule, uneori

orientate pe direcția vânturilor dominante. Se pot vedea și pe țărmul Marocului la nord de Rabat.

- *Țărmul cu mangrove* este specific regiunilor cu platforme litorale cu adâncimi reduse din zona caldă unde se produc marea cu amplitudini ridicate. Aici se dezvoltă o vegetație bogată cu un sistem radicular extins ceea ce face ca vegetația extrem de densă să nu fie afectată de producerea fluxului și refluxului.

- *Țărmul cu estuare* este întâlnit atât la țărmurile înalte cât și la cele joase condiția esențială este realizarea de marea la gurile de vărsare ale unor fluvii. Producerea lor asigură navigația în interiorul uscatului pe distanțe mari dar numai în timpul fluxului și un regim specific de modelare în albiile fluviilor și pe platforma litorală.

### **6. Evoluția liniei de țărm și a litoralului pe ansamblu**

În timp configurația țărmului suferă modificări multiple impuse de atacul valurilor, curenților și influențate mult de numeroși factori locali precum alcătuirea petrografică, structura geologică, aportul fluvial, înălțimea versanților și a adâncimea mării etc.

- La *țărmurile înalte* se realizează erodarea peninsulelor, capurilor și insulelor ceea ce conduce la retragerea falezelor și dezvoltarea de platforme de abraziune stâncoase. Concomitent prin depunerea materialelor cărate de curenți, aduse de râuri sau provenite prin moartea organismelor din apă se formează cordoane, bancuri submerse și emerse care pot închide golfuri sau gurile de vărsare ale râurilor luând naștere lagune, limane etc. Pe ansamblu țărmul va suferi mai rapid (faleze din roci ușor de dislocat, o dinamică accelerată a valurilor etc.) sau mai lent (roci rezistente, lipsa platformei de abraziune sau adâncimi ridicate ale acestuia, cantități reduse de materiale etc.) o evoluție prin corectarea articulațiilor căpătând treptat o configurație aproape lineară pe distanțe mari.

- La *țărmurile joase* și cu platforme extinse evoluția este în general lentă dar ritmul modificărilor și extinderii sau reducerii uscatului va fi condiționat de volumul de materiale ce se acumulează și de intensitatea valurilor, curenților etc.

- *Mișcările neotectonice* de ridicare sau coborâre a țărmului sunt însoțite de schimbări semnificative ale evoluției acestuia, uneori pe distanțe întinse. Când se produc ridicări se înregistrează regresii ale nivelului mării însoțite de exondări ale platformei litorale și dezvoltarea unui relief de câmpie litorală. Dacă țărmul a fost înalt vechile faleze vor deveni nefuncționale, la baza lor va exista o fâșie de platformă stâncoasă în care dacă panta este mai mare și ridicarea rapidă, valurile și curenții pot crea o nouă faleză. Prin aceasta vechea platformă rămâne suspendată căpătând caracter de terasă de abraziune. Producerea procesului la un țărm jos cu platformă submersă întinsă determină extinderea câmpiei litorale prin suprafețe nisipoase ușor denivelate.

- Dacă au loc *mișcări neotectonice negative* rezultatele se pot concretiza în trei direcții:

- un țărm jos de câmpie care se va îngusta căpătând unele golfuri mici la gurile de vărsare ale râurilor iar submers se va continua printr-o platformă relativ netedă;

- un țărm înalt ce-a avut terasă de abraziune sau o plajă stâncoasă va trece într-unul cu faleză activă continuată submers cu o platformă în trepte;

- un țărm înalt (tectonic) sub care adâncimile vor fi ridicate, își va păstra caracteristicile în raport cu acțiunea apelor mării; faleza va fi în continuare activă.

În condițiile existenței unei îndelungate stabilități neotectonice sau a lipsei eustatismului procesele care se produc vor conduce nu numai la modificarea



configurației liniei de țărm și la transformări succesive în suprafață (dinspre mare spre interiorul uscatului). Va rezulta o suprafață de echilibru morfodinamic a cărei lățime și pantă generală depind de alcătuirea litologică a țărmului, de intensitatea proceselor marine. La finele sec. XIX și în prima parte a sec. XX când erau la modă teoriile generale de evoluție a reliefului continental care în condiții de stabilitate tectonică îndelungată ajungea într-un stadiu final de câmpie de eroziune, s-au emis idei și chiar dezvoltat ipoteze privind realizarea unei astfel de forme și prin manifestarea proceselor de abraziune marină.

***Verificări:***

- Comparați procesele care au loc la un țărm înalt și unul jos.
- Interpretați figurile din carte cu tipurile de țărm.
- Încadrați țărmul românesc la tipurile descrise în carte și în Dicționarul fizico-geografic.
- Care sunt modificările antropice principale realizate în zona litorală?
- Comparați modul de realizare al proceselor la țărmurile din regiunile calde și reci.

## 9. Vântul și relieful creat prin acțiunile sale

### Probleme:

- Vântul agent morfogenetic azonal.
- Mecanismul acțiunii eoliene și formele de relief create; raporturile dintre procesele eoliene și de altă natură în peisajul deșertic.

### 1. Vântul agent morfogenetic

Vântul constituie o formă de exteriorizare a deplasării maselor de aer pe suprafețe și perioade de timp diferite. În funcție de condițiile care facilitează mișcarea aerului acest proces se va caracteriza prin viteză, intensitate, direcție deosebite. Unele se vor manifesta permanent pe aceeași direcție, aproape în fiecare lună a anului dar cu viteze variate, altele vor fi de scurtă durată sau periodice. Ca urmare, vânturile sunt prezente aproape peste tot pe suprafața terestră dar au parametri diferiți de manifestare. De aici pe de-o parte specificul polizonal al înregistrării sale ca agent extern iar pe de alta ca factor particular zonal în dezvoltarea anumitor forme de relief (vânturi polare, vânturi de vest, musoni, brize, simun etc.). Totuși prin efectele sale se pot separa două situații – regiuni unde au un rol esențial în geneza și dezvoltarea reliefului impunând pe ansamblu în peisaj caracteristicile sale (deșerturile și semideșerturile calde și reci, crestele munților înalți) și regiuni unde acțiunile vântului se asociază celor manifestate de alți agenți mergând de la stimularea acestora (crearea de valuri, curenți în lungul țărmurilor) până la crearea de microforme proprii care se alătură celorlalte.

Acțiunile morfogenetice ale sale depind însă de mai mulți factori din care unii sunt legați de însăși dinamica lor iar alții de condiții locale, regionale impuse de caracteristicile celorlalți componente geografici ce definesc suprafața activă (mai ales relieful, formațiunile vegetale acoperitoare, roca etc.).

Factorii proprii în principal sunt: viteza, durata și frecvența. Desigur orice vânt poate deplasa particule minerale pe distanțe diferite iar acțiunea cumulată a acestora să conducă la modificări în alcătuirea și înfățișarea reliefului. Însă doar vânturile care depășesc anumite viteze (ex. 30 km/oră), durate (cel puțin câteva zile) și frecvență (repetabilitate) într-un an sunt cele care crează un relief cu specific distinct ce alcătuiește grupa formelor de relief eolian și respectiv peisajul eolian.

Alți factori precum alcătuirea litologică (prin proprietățile rocilor) a suprafețelor supuse izbirii de către masa de aer, prezența sau absența covorului vegetal, gradul de umezeală al rocilor sau depozitelor de alterare, desfășurarea lanțurilor de munți și al culoarelor depresionare în raport cu direcția vântului etc. diversificată local și regional activitățile acestui agent.

### 2. Procese și forme de relief rezultate

În general acțiunea vântului se face prin coroziune, deflație și acumulare, fiecare având consecințe distincte pentru morfologia regiunii.

**2.1. Coroziunea și relieful rezultat (eroziunea eoliană)** se înregistrează pe suprafețele expuse vânturilor puternice și cu mare repetabilitate în timp. Producerea este legată de trei condiții: mai întâi vânturi puternice care pot antrena particule de nisip, praf, gheață etc. care izbesc suprafețe de rocă, stânci aflate pe direcția de propagare și apoi durata de manifestare și repetabilitatea acțiunii (cel puțin 20-40 cazuri într-un an).

Legat de prima cerință importanță are mărimea particulelor pe care aerul le antrenează participând la lovirea și șlefuirea rocilor. Cele mai fine (sub 0,2 mm în diametru pot fi deplasate pe distanțe mari în suspensie dar acțiunea vântului încărcat

cu ele este redusă (produce o șlefuire ușoară). Opus sunt particulele care depășesc dimensiunea de 0,5 mm ajungând chiar la 1 mm care deși sunt transportate pe lungimi reduse (câțiva metri) determină prin izbirea repetată a suprafețelor de rocă expuse vânturilor puternice slăbirea legăturilor diverselor elemente din compunerea acestora proces la care contribuie și dezagregarea, șiroirea etc. Când ele devin libere vântul și gravitația le impun dislocarea în locul lor rămânând goluri. Acțiunea este puternică în munții din regiunile deșertice calde (Australia, Hoggar și Tibesti din Africa, în Peru) dar și în regiunile litorale (Mauritania), în insulele polare (aici participă în actul izbirii mai ales particule de gheață) și în regiunile alpine înalte din zonele temperate (particulele de nisip se amestecă cu cele din gheață).

Procesul de coroziune se produce până la maximum 1,5 m deasupra suprafeței pe care se deplasează masa de aer fiind intens în treimea din bază unde forța vântului este maximă. La înălțimi mai mari viteza acestuia slăbind competența se va reduce treptat la particule sub 0,2 mm.

Prin coroziune frecvent rezultă:

- *alveole (goluri)* cu dimensiuni variate care apar în locul bucățelelor de rocă dislocate de pe suprafețele expuse permanent furtunilor;

- *forme de relief rezidual* de tipul coloanelor, sfîncșilor, babelor etc. – a căror configurație este condiționată de acțiunea combinată a coroziunii (activă în vecinătatea bazei coloanelor) cu alte procese (șiroirea, dezagregarea, alterarea, dizolvarea, deflația, gravitația etc.). La acestea în afara alveolelor create pe suprafețele expuse se adaugă șlefuirea muchiilor, rotunjirea colțurilor și proeminențelor.

- *dreikanterele* (pietrele șlefuite) sunt bolovani care într-o primă fază au rezultat prin dezagregarea stâncilor și versanților și care au fost transportate gravitațional sau prin forța apelor de șiroire sau a pâraielor temporare la diferite distanțe. Asupra lor coroziunea produce în timp șlefuirea muchiilor și suprafețelor expuse. Forma tipică de piatră șlefuită pe trei suprafețe constituie un stadiu avansat al manifestării coroziunii. El se înfăptuiește la pietrele mici care la marile furtuni pot fi răsturnate încât în mai multe faze suprafețele ce le compun suferă șlefuri succesive.

- *yardangurile* – sunt forme complexe rezultate în urma îmbinării acțiunii coroziunii cu deflația. Se dezvoltă în deșerturile lutoase sau grezoase, deci acolo unde rezistența rocii la vânt este mică. Se dezvoltă în lungul crăpăturilor din platouri a căror desfășurare este paralelă cu sensul vânturilor permanente. Prin coroziune și șiroire și crăpăturile sunt lărgite și alungite treptat. Se ajunge la crearea unor șanțuri aproape paralele, adânci de la câțiva decimetri la mai mulți metri și lungi de zeci și sute de metri. Formele evaluate îmbracă două aspecte – primul de microdepresiuni asimetrice (latură abruptă spre vânt și prelungă în sensul acestuia) și alungite separate de platouri și cel de al doilea de șanțuri paralele separate de creste înguste.

## **2.2. Deflația, acumularea și formele de relief rezultate:**

Deflația este procesul de spulberare a particulelor de praf și nisip fin. Se produce pretutindeni unde aerul în mișcare poate deplasa materialele. Puterea de antrenare a vântului este dependentă pe de-o parte de viteza și durata acțiunii lui iar pe de altă parte de dimensiunile particulelor, de obstacolele naturale (culmi muntoase, deluroase, petece de vegetație etc.) și antropice.

Frecvent materialele foarte fine (diametre sub 0,1 mm) nu numai că sunt ușor de dislocat dar ele sunt încorporate în masa de aer și antrenate pe distanțe foarte mari (la furtuni în cazul vânturilor permanente ce afectează suprafețe întinse ajung la sute și mii de kilometri – furtuni de praf). Particulele cu dimensiuni de 0,2 – 0,5 mm sunt antrenate într-un proces de saltare pe zeci și sute de metri cu ridicări (câți metri) și

coborâri succesive. În sfârșit nisipul fin și grosier suferă doar rostogoliri sau ușoare ridicări (câțiva centimetri) pe distanțe scurte.

Capacitatea vântului de a disloca și antrena particulele este mult influențată de starea fizică a depozitelor de nisip, praf, mai ales sub raportul gradului de umezeală (procesul este rapid dacă acestea sunt uscate) și de acoperire cu iarbă, arbuști (dinamica este mare pe terenurile lipsite de vegetație). Pe măsură ce viteza vântului scade, capacitatea de transport se reduce și are loc procesul de *depunere selectivă* (mai întâi elementele mari și apoi treptat celelalte). Deși cele două procese se corelează totuși în regiunile afectate de vânturi puternice ce au frecvență deosebită în cea mai mare parte a anului se detașează areale unde deflația este intensă și areale în care acumularea precumpănește, situații care se reflectă și în alcătuirea peisajului morfologic.

➤ **Câmpurile de pietre din regiunile deșertice (hamade, reguri)** constituie cele mai întinse forme de relief a căror evoluție și fizionomie este influențată de deflație. Inițial acestea au rezultat prin acumulări gravitaționale sau la marginile interne ale pânzelor de materiale transportate de apele de șiroire sau prin spălarea areolară. De aici caracterul heterogen al lor (acumulări de blocuri, bolovani, pietre, nisip etc.). Spulberarea permanentă a elementelor fine a condus la o relativă omogenizare a depozitului în componente cu dimensiuni mari.

Situații similare dar cu caracter mai mult local se întâlnesc în regiunile reci. Aici pe de-o parte la marginile calotelor de gheață vânturile au spulberat permanent praful și nisipul din morenele frontale iar pe de alta în regiunile unde îngheț-dezghețul a produs mase de grohotiș (se întind de la baza versanților pe o bună parte a platourilor structurale sau de eroziune) ce sunt sărăcite continuu de particulele fine prin acțiunea eoliană.

➤ **Câmpurile de nisip** se numesc *erguri* în Sahara, *nefud* în Arabia, *kumuri* în Asia Centrală etc. Constituie cele mai mari acumulări de praf și nisip modelate de vânt și a căror proveniență este legată de mai multe surse din care trei sunt deosebit de însemnate.

Astfel nisipurile din deșerturile tropicale au rezultat fie din acumulările de la marginile munților acestora dar și prin depunerea unor imense conuri de aluviuni de către râurile active din pleistocenul superior. Se adaugă nisipurile spulberate de vânt din câmpurile de pietre sau luncile fluviilor actuale.

În regiunile de țărm jos cu plaje extinse, indiferent de latitudine, vânturile litorale orientate spre uscat produc acumularea pe acesta a materialelor fine care adesea capătă dimensiuni foarte mari (în vestul Angliei, în SV-ul Franței, Maroc etc.).

În regiunile aflate la latitudini medii sursele principale de unde vânturile transportă nisip sunt: luncile râurilor mari, unele câmpii care în cuaternar au fost lacuri ce-au suferit o puternică umplere cu aluviuni aduse de râurile care se vărsau în ele.

Indiferent de situație vântul acționează asupra particulelor de nisip creând, în funcție de viteză și durata manifestării, o multitudine de forme de relief:

- *Riduri* – sunt cele mai simple forme având configurația unor burleți lungi de mai mulți decimetri și înălțime de câțiva centimetri; apar la viteze reduse pe suprafețe cu pantă mică și cu nisip uscat; au o desfășurare perpendiculară pe direcția vântului; se pot observa pe flancurile dunelor în momentele cu vânturi slabe, pe plaja externă cu nisip uscat de la țărmurile joase extinse și în general pe orice acumulare de nisip redusă ca dimensiuni.

- *Movile de nisip*, cunoscute în Sahara sub numele de „*nebka*”; sunt acumulări mici de nisip în spatele unor obstacole (tufe, stânci).

- *Fâșii de nisip, nisip cu praf, nisip cu zăpadă* etc. – întâlnite în regiuni cu materiale puține pe care vântul le depune în sensul propagării sale; sunt efemere în timp, ca poziție și formă; sunt prezente pe trepte de luncă mai înaltă după furtunile produse în sezonul cald, apoi în etajul alpin și în ținuturile subpolare și polare (acumulări nivoeoliene).

- *Dunele* – sunt cele mai frecvente forme de relief create prin deplasarea nisipului de către vânt. Prezintă configurații, dimensiuni și evoluții variate în funcție de modificările vitezei și direcției vântului.

Principalele subtipuri după forma pe care o au sunt:

- *Dune simple* – sunt acumulări sub formă de valuri relativ paralele cu lungimi de mai mulți zeci de metri și înălțimi de 1-2 m; au o latură alungită pe direcția vântului. În funcție de gradul de acoperire cu vegetație este și nivelul stabilizării lor. Ca urmare sunt *dune simple active* lipsite de ierburi sau arbuști, *dune izolate cu smocuri de arbuști* care le asigură o relativă stabilitate, *dune fixate* de vegetație prin proces natural sau plantate cu arbuști sau arbori etc.

- *Câmpuri cu dune paralele sau perpendiculare* pe direcția vântului separate de culoare interdunare în care de regulă fiind umezeală se dezvoltă vegetația.

- *Barcane* – sunt dune cu o frecvență mare în deșerturile din Asia Centrală; au distincte atât forma (semilună, corn) cât și evoluția (direcția vântului este perpendiculară pe fața convexă expusă deflației; acumularea se face mai ales lateral unde dezvoltă brațe). Prin unirea laterală a brațelor rezultă „*barcane în lanț*” ceea ce imprimă peisajului un aspect distinct de șiruri ondulate de nisip separate de depresiuni interdunare; rezultă pe acumulări bogate de nisip pe care s-au înregistrat vânturi intense.

- *Dune cu formă piramidală* prezente în Sahara pe mase importante de nisip uscat în condițiile unor vânturi puternice (vârtejuri); au laturile netede sau răsucite în spirală.

- *Dune parabolice* – sunt forme cu două brațe paralele alungite și dezvoltate mai mult sau mai puțin egal; suprafața concavă este cea supusă deflației. Există pe terenurile din regiunile litorale cu vânturi intense și perpendiculare pe țărm unde apar asociate formând grupări cu brațe inegal dezvoltate. La vânturile puternice partea centrală a dunelor parabolice poate fi separată rezultând un alt tip de acumulări – *dune longitudinale*.

După locul în care se dezvoltă și evoluează sunt:

- *Dune pe marile câmpuri de nisip* - se află în regiunile de deșert și apar sub cele mai variate forme.

- *Dune litorale* – sunt situate pe plaja externă pe care vânturile dinspre mare au acumulat nisip spulberat de pe restul plajelor; izolat apar pe cordoanele de nisip din delte, de la marginea lagunelor, perisipuri etc.; predominant sunt dune simple dar și parabolice, longitudinale.

- *Dune pe terasele unor râuri sau în areale limitate din depresiuni* care au dimensiuni mici și formă simplă; au grad diferit de acoperire cu vegetație.

➤ **Acumulări de loess** – ocupă suprafețe întinse în câmpiile și pe platourile podișurilor din regiunile temperate. Sunt alcătuite din praf (diametrul particulelor nu depășește 5 μ), nisip foarte fin, argilă și carbonați. Depunerea lor este în cea mai mare măsură legată de acțiunea vântului iar locurile de proveniență sunt marginale regiunilor deșertice și semideșertice ca și cele de la exteriorul calotelor glaciare. Loessurile au grosimi variabile (de la câțiva metri la peste 100 m; sunt frecvente în sudul Canadei și nordul S.U.A., Argentina, China etc.), pe ele dezvoltându-se o micromorfologie specifică prin procese de sufoziune și tasare.

### 3. Raporturile dintre vânt și alți agenți.

Vântul acționează peste tot pe suprafața terestră intrând în contact cu alți agenți externi și contribuind mai mult sau mai puțin la crearea peisajului morfologic. Ponderea sa, imprimarea anumitor caracteristici ale reliefului depinde de nivelul raporturilor care se stabilesc între agenți și procesele acestora în funcție de diverși factori regionali, locali care stimulează diferențiat pe unii sau pe alții. În acest sens rolul vântului poate fi urmărit în două direcții:

- *vântul creator de forme de relief* îndeosebi prin procese de acumulare situații prezente în regiunile deșertice, de litoral jos cu plăji extinse sau în câmpiile preglaciare; în multe situații acțiunile sale se situează pe primul plan în raport cu cele ale altor agenți (ape curgătoare, meteorizare etc.).

- *vântul asociat cu alți agenți, stimulează acțiunea altor procese.* Este situația frecventă pe cea mai mare parte a suprafeței terestre. În acest sens sunt:

- crearea frecventă a valurilor și a unor curenți a căror acțiune depinde și de viteza impusă deplasării maselor de apă de către vânt în funcție de care se dobândește și intensitatea proceselor de abraziune și acumulare în fâșiile litorale;

- diversele materiale rezultate în urma dezagregării, alterării, șiiririi spălării în suprafață prin deflație sunt îndepărtate și astfel noi suprafețe de rocă proaspătă sunt expuse atacului proceselor agenților externi;

- realizarea acumulărilor groase de loess conduce la declanșarea proceselor de tasare și sufoziune care crează un relief specific;

- în regiunile polare, subpolare, alpine și în sezonul rece în cele temperate vântul facilitează pe de-o parte spulberarea zăpezii și expunerea terenurilor la procese de gelivație iar pe de altă parte acumularea sub formă de troiene care produc protejarea solului dar și stimulează tasarea și alte procese crionivale.

#### **Verificări:**

- De ce vântul este agent morfogenetic polizonal?
- Care sunt factorii ce diferențiază frecvența și intensitatea acțiunii vântului de la o regiune la alta?
- Analizați prin comparație principalele forme de relief de acumulare create de vânt. Folosiți imaginile din carte și explicații din dicționare fizico-geografice.

## 10. Omul – agent morfogenetic; relieful antropice

### Probleme:

- Omul creator al formelor de relief.
- Influența indirecte ale acțiunilor omului cauzatoare ale schimbării morfodinamice și în peisaj.

Deși existența omului ca ființă este împinsă frecvent cu 1,5 milioane ani în urmă (elementele cele mai îndepărtate îl situează la cca 3 milioane ani), prezența sa ca agent morfogenetic poate fi legată empiric de ultimile patru milenii din care în sensul cel mai apropiat al noțiunii sunt ultimele două secole (dominant din a doua jumătate a sec. XX). Implicarea sa în mediul geografic s-a conturat prin diverse acțiuni ce-au avut consecințe imediate sau ulterioare, local; regional iar în ultimele decenii și globale asupra unor elemente ale acestuia inclusiv a celor din sfera reliefului. Ca urmare, treptat, local și apoi regional s-au realizat medii modificate prin acțiunile umane (antropizate, antropice) de la caracteristicile pur naturale ce-au impus treptat și noțiunea de mediu înconjurător (al omului) în care acesta se situează în centrul sistemului subordonându-și elemente și relații din mediu care îi sunt necesare iar pe de altă parte la modificări locale de ordin calitativ ale lui cu consecințe imediate în viața omului. De aici s-a ajuns la necesitatea urmării cu atenție atât a modului în care se realizează exploatarea resurselor de subsol și sol cât și asigurarea unei cât mai corecte valorificări viitoare.

Pentru relief consecințele activităților omului s-au produs sub două direcții – de creare de forme negative și pozitive de relief și de influențare a dinamicii altor factori care au condus la o anumită dinamică a proceselor agenților externi cu reflectare în peisajul morfologic local sau regional.

- ***Omul creator al formelor de relief.*** Principalele acțiuni sunt excavarea, nivelarea și depunerea (acumularea la alți agenți). Prin acestea a dat naștere voită la multiple forme de relief cu dimensiuni variabile și cu evoluții diferite în funcție de constanța acțiunilor sale.

- *Excavările* s-au concentrat în spațiile locuite (pentru fundații, bazine, pivnițe, subsoluri, gropi), în diverse tipuri de cariere (abrupturi de exploatare la unul sau mai multe niveluri, trepte etc.), în spații agricole (canale de drenaj, irigații), de navigație (amenajarea bazinelor portuare etc.), industriale (șanțuri pentru diverse conducte, excavări pentru instalații, utilaje etc.) și hidrotehnice (secționarea versanților, construirea de albie canalizate și tuneluri etc.). Ele implică operațiuni de derocare, modificarea pantelor, realizarea de forme negative de relief, terasări etc. toate concepute și executate pe bază de proiectări și cu respectarea unor norme tehnice.

- *Nivelările* se fac în scopul preluării terenurilor, îndeosebi pentru diverse construcții. În acest sens sunt modificările realizate în spațiul urban pentru locuințe sau ansambluri cu destinații social-culturale, sportive etc. Se adaugă cele de pe platformele industriale, portuare și chiar unele terenuri cu denivelări produse prin alunecări, șiroire, tasări etc. ce urmează a fi folosite agricol. Procesul se realizează atât prin secționarea formelor pozitive cât și prin umplerea excavațiilor.

- *Depunerea (acumularea)* de volum de rocă, sol și alte materiale se realizează pe suprafețe mici cu un scop dublu fie nivelarea unor microdepresiuni naturale (crovuri, bălți, pânii de sufoziune etc.) sau antropice (gropi, cariere etc.) fie

construirea unor forme pozitive de tipul haldelor, digurilor, iazurilor de decantare, movilelor etc. Au formă geometrică precisă (frecvent trunchi de piramidă) și dimensiuni de ordinul zecilor de metri. Se adaugă barajele din beton și arocamente.

Deci omul realizează acțiuni în concordanță cu scopurile de moment sau de viitor care conduc la individualizarea de forme de relief pozitive și negative, dar și la nivelări.

- **Influențe indirecte în schimbări morfodinamice.** Omul ca parte a sistemului de mediu, legat prin multiple relații de elementele acestuia, ajunge să producă prin acțiunile sale numeroase modificări în dinamica multor procese generatoare de relief.

Între acestea semnificative sunt:

- *îndepărtarea vegetației* arbustive și arborescente de pe versant urmată de o accelerare a proceselor de spălare în suprafață, șiroire, torențialitate, alunecări de teren, surpări etc.;

- *secționarea versanților* și crearea unor pante locale mai mari conduce la ruperea imediată a relațiilor dinamice echilibrate și la declanșarea de procese care tind să restabilească ceea ce s-a pierdut;

- *plasarea unor diguri* cu desfășurare întinsă într-un bazin marin influențează regimul de propagare al valurilor și curenților și prin aceasta specificul modelării în diferite sectoare ale țărmului (abraziune, acumulări) și chiar evoluția lui;

- *realizarea unui baraj hidroenergetic* produce modificări însemnate în sistemul văii pe care a fost construit (se dezvoltă un loc cu procese specifice lui; dispar eroziunea și transportul fluvial iar acumularea capătă caracteristici noi la coada lacului; oscilațiile de nivel ale lacului determină dezvoltarea de microterase etc.);

- *folosirea unei agrotehnici neadecvată pe versanții* dealurilor face posibilă declanșarea de procese geomorfologice (șiroire, alunecări etc.) care conduc la scăderea rapidă a potențialului solurilor terenurilor respective;

- *plasarea unor construcții* (ex. diguri, poduri etc.) la parametrii inferiori limitelor de producere a scurgerii din albiile râurilor favorizează revărsările și de aici inundații pe spații extinse în luncile râurilor.

#### **Verificări:**

- Analizați modalitățile de acțiune a omului asupra mediului în orizontul local și descrieți formele de relief rezultate.

- Extrageți din dicționarele geografice definițiile principalelor forme de relief antropic și le comentați.



## 11. ROCILE ȘI RELIEFUL SPECIFIC (MORFOLITOLOGIA)

### Probleme

- Locul rocilor ca agent în geneza și evoluția unor forme de relief aparte.
- Relief specific diferitelor tipuri de roci.

### 1. Morfolitologia – caracteristici generale

Agenții externi acționează asupra rocilor de la partea superioară a scoarței cu care intră în contact. Prin natura lor rocile sunt eruptive, sedimentare sau metamorfice și au în funcție de tip, subtip, o anumită alcătuire ceea ce se răsfrânge în caracteristicile lor.

Prin proprietăți se stabilesc, în timp dar și local, regional diverse categorii de relații cu agenții care acționează asupra lor. Ca urmare, diferitele componente ale rocilor vor fi mai "sensibile" sau nu la acțiunile unui agent sau a mai multora. Deci din ansamblul legăturilor (relațiilor) unele vor avea rol esențial, ele fiind impuse pe de-o parte de una sau două proprietăți ale rocilor, iar pe altă parte de unul sau anumiți agenți. Rezultatul se va reflecta în dezvoltarea mai întâi a unor forme de relief specifice, individualizate numai pe o anumită grupare de roci ce au comun proprietățile care au impus un anumit mod de acțiune al agenților externi iar în al doilea rând dezvoltarea pe ansamblu a unui tip de relief distinct care se impune în ansamblul peisajului unei regiuni. Acesta este numit *relieful petrografic*. *El reprezintă un ansamblu de forme create de agenții externi pe anumite tipuri de roci în funcție de proprietățile acestora. Partea de geomorfologie care studiază mecanismul genezei și evoluției, precum și caracteristicile lor se numește morfolitologie.*

#### - *Proprietățile rocilor ce au importanță pentru relief.*

Rocile au numeroase proprietăți fizice și chimice dobândite în procesul formării și evoluției lor. Între acestea unele au un rol esențial pentru mecanismul agenților externi facilitând anumite acțiuni și un rol specific.

- *Porozitatea și permeabilitatea.* Prima se referă la volumul golurilor existent într-o rocă, iar cea de a doua la accesibilitatea aerului, apei etc. în ea. Cu cât rocile au o porozitate mai mare cu atât permeabilitatea crește, iar posibilitățile de atac pentru procesele de alterare se multiplică. Rocile impermeabile reacționează mai slab la alterare, dar sunt intens afectate de eroziunea apei, ghețarilor etc.

- *Duritatea* rocilor exprimă rezistența acestora la atacul agenților externi. Există unele scări de apreciere a ei, valoarea cea mai mică fiind acordată rocilor necoezive (nisipuri), iar cea mai mare, rocilor compacte cu porozitate și fisurare reduse (ex. granite, bazalte etc.). Duritatea depinde de gradul de heterogenitate al rocii (rocile omogene opun o rezistență mai mare decât cele heterogene; ex. calcarul în raport cu conglomeratul), de climatul în care se află (în climatul cald și umed comportamentul oricărei roci este diferit în raport cu cel din climatul cald și uscat sau rece continental etc.) etc. Frecvent se pot diferenția *roci cu duritate (rezistență) mare* ( cuarțitele, bazaltele, calcarele etc.), *roci cu duritate (rezistență) medie* (conglomeratele, gresiile etc.), *roci cu duritate (rezistență) mică* (roci slab cimentate - argile, marne, pietrișuri și nisipuri ușor cimentate etc., loessurile etc.) și *roci cu duritate (rezistență) extrem de mică* (rocile necimentate).

- *Omogenitatea* se raportează fie la caracteristica fizică (elementele ce compun roca au dimensiuni apropiate - ex. gresiile) fie la cea chimică (alcătuire din elemente puține - ex. calcarul, creta, dolomitul etc.). Reacția rocii omogene sau heterogene va fi diferită în funcție de climat (ex. calcarul în climat cald și umed este

intens afectat de dizolvare pe când în climatul periglaciuar pe primul plan se produce dezagregarea).

- *Solubilitatea* este o proprietate care se referă la un grup restrâns de roci (sarea, gipsul, calcarul etc.) la care prin contactul cu apa se produc dizolvări și realizarea de forme de relief caracteristice.

- *Plasticitatea* este specifică îndeosebi rocilor argiloase, marnoase la care prin înmuierea bogată cu apă devin impermeabile și permit deplasări de teren sub formă de alunecări.

În acord cu acestea reacția rocilor la atacul agenților este dependentă de caracteristicile climatului (sub raportul variațiilor de temperatură și aportului de apă prin precipitații); de condițiile locale de pantă, grad de acoperire cu vegetație, grosimea depozitului aflat pe ele etc.

## **2. Tipuri reprezentative de relief petrografic**

### **2.1. Relief dezvoltat pe calcare și dolomite**

Acestea sunt roci sedimentare omogene chimic dar heterogene fizic (prezintă o rețea deasă de fisuri ceea ce asigură o circulație activă a apei), au o duritate mare și nu sunt plastice. Deși, dizolvarea este procesul cel mai însemnat care conduce la realizarea unui relief specific, comportamentul rocii este diferit în raport de condițiile climatice. În regiunile polare, subpolare și alpine dizolvării i se alătură dezagregarea rezultând creste și mase de grohotiș, în regiunile calde și umede alături de dizolvare stau diverse procese de alterare chimică etc. De aceea în afara unui ansamblu de forme de relief strict legate de dizolvare (relief carstic) se adaugă și altele care au rezultat prin acțiunea a diverși agenți și procese (acestea alcătuiesc relieful calcaros sau dezvoltat pe calcare și dolomite - ex. abrupturi, văi, creste etc.).

#### **2.1.1. Relief carstic**

Constituie formele de relief specifice acestor roci. De altfel, denumirea de *carst* derivă de la Podișul Karst (Slovenia) unde au o largă dezvoltare și au fost studiate amănunțit încă de mai bine de un secol.

Realizarea acestor forme este condiționată de prezența unor mase de calcar, gros și bine fisurat, apoi de precipitații bogate și pante cât mai mici.

Procesul este dizolvarea realizată de apa din precipitații în care este încorporată o cantitate de dioxid de carbon. Împreună formează un acid slab, care prin circulația în lungul fisurilor din masa de calcar preia ionul de calciu și favorizând lărgirea acestora. Cu cât precipitațiile sunt mai bogate, iar conținutul în CO<sub>2</sub> al apei mai mare cu atât agresivitatea acidului carbonic sporește iar dezvoltarea reliefului carstic devine mai rapidă.

Circulația apei în masa de calcar este dependentă de sistemul de fisuri, diaclaze, goluri etc. În cadrul acesteia se disting două orizonturi:

- *superior* (aerat, epicarst) în care apa este prezentă doar la precipitații și un interval relativ scurt după producere; aici există o tubulatură foarte complexă ce ajunge în masa de calcar la sistemul galeriilor și sălilor din peșteri;

- *inferior* de la nivelul activ al apei din peșteri spre adânc până la stratul impermeabil din baza calcarului. Fisurile din calcar sunt umplute cu apă sub presiune. La partea superioară apa circulă la nivelul cel mai coborât din peșteri ieșind în versanții văilor sub formă de izvoare. În unele situații izvoarele au un regim de activitate intermitentă cu faze de manifestare tumultuoasă și faze de stagnare. Se numesc *izbucuri*, activitatea lor fiind determinată de existența în masivul calcaros a unui sistem de cavități și galerii care permit mai întâi acumularea apei până la un anumit nivel și apoi sub efectul presiunii aerului comprimat în cavități, aceasta este eliminată brusc (sistem de sifonaj). Cele două faze (acumularea apei și evacuarea) se

succed la interval de câteva ore în funcție de regimul precipitațiilor și capacitatea de concentrare a apei în golurile carstice.

Între circulația apei în masivul calcaros și cea din lungul văilor carstice există diverse legături. Izvoarele carstice alimentează cursurile râurilor, iar o parte din apa acestora se pierde în unele locuri prin *sorburi (ponoare)* în circuitul subteran. Dar adâncirea văilor este însoțită și de coborârea nivelului circulației din interiorul masivului ceea ce face ca etajul superior să se extindă prin încorporarea galeriilor fostului activ (acesta devine un nivel fosil).

Relieful carstic este alcătuit din două grupe de forme - unele sunt concentrate la suprafața masivului calcaros (exocarst) iar altele se află la adâncime (endocarst).

- **Exocarstul** frecvent este reprezentat de lapiezuri și doline, dar în regiunile cu evoluție de durată și de uvale, polje etc.

- *Lapiazurile* sunt șențulețe cu dimensiuni variabile (de la câțiva centimetri lungime și câțiva milimetri adâncime la mai mulți decimetri lungime, 5-10 cm adâncime), au formă lineară, tubulară, ramificată etc. Sunt separate de microcreste ascuțite. Suprafețele calcaroase slab înclinate pe care acestea au o frecvență mare alcătuiesc "lapiazurile".

Unele lapiezuri sunt umplute cu material argilos sau sol adus de apele de șiroire. Pe seama lor se dezvoltă plante ierboase.

- *Dolinele* - sunt depresiuni carstice cu dimensiuni mici (frecvent câțiva metri în diametru, dar maximele ajung la peste 100 m), au formă circulară și adâncimi de la sub un metru la mai mulți zeci de metri. În profil transversal se disting versanți drepecți dar frecvent concavi cu roca la zi și o bază plată rezultată din acumularea materialelor argiloase produse prin alterări și a solului spălat de ape la ploi. Dolinele sunt rezultatul combinării în timp a acțiunii dizolvării cu spălarea în suprafață și șiroirea. În dolinele foarte mari unde stratul impermeabil este gros se pot dezvolta lacuri - unele permanente (ex. Vărășoia în M. Apuseni), altele temporare (fig. 41).

- Din doline prin rețeaua de fisuri, apele din precipitații pătrund în interiorul masivului calcaros. În unele situații, apa lărgeste mult unele fisuri ducând la dezvoltarea de puțuri verticale.

- *Avene*le sunt puțuri dezvoltate de la suprafața masivului calcaros spre diferitele nivele de carstificare, atingând adâncimi de mai multe sute de metri. Au desfășurare verticală urmărind sistemul de crăpături ce-au fost inițial lărgite prin dizolvare pentru ca ulterior să se adauge și spălarea în suprafață și șiroirea. Astfel, lățimea puțului poate fi de câțiva metri; la partea superioară se află o dolină care concentrează apa dirijând-o spre puț. În lungul puțului există trepte, iar la bază materialul prăbușit. Uneori capătul inferior se termină în galerii de peșteră, iar altele în versanții cheilor (fig. 41).

- *Uvalele* sunt depresiuni carstice mari rezultate prin unirea mai multor doline. Apar frecvent pe platourile carstice prin evoluția laterală a dolinelor; au contur festonat, versanți concavi calcaroși și fundul plat acoperit cu soluri de tipul rendzinelor; au lungimi de mai multe sute de metri, chiar peste un kilometru și adâncimi de mai mulți zeci de metri. În cele mici se pot observa încă porțiuni mai înalte care au rămas din platoul ce separa inițial dolinele. Uneori acestea apar sub forma unor mici vârfuluțe (humuri). Pe fundul unor uvale se pot distinge o nouă generație de doline izolate. Există și uvale care s-au individualizat tectonic (prin coborârea unui compartiment faliat) sau tectono-eroziv (un graben umplut cu sedimente și golit prin îndepărtarea prin eroziune a materialelor acumulate (ex. Podu Dâmboviței).

- *Poliile (polje)* sunt cele mai mari depresiuni carstice, atingând lungimi și lățimi de mai mulți kilometri; sunt înconjurate de masive calcaroase, au fundul plat sau neregulat pe care se păstrează unele cursuri de apă ce se pierd (întră în circuitul subteran) la contactul cu versanții abrupti în sorburi (ponoare). Vatra poliilor mari este formată din rocile impermeabile aflate la baza stratelor de calcare ale masivului.

Originea poliilor este diversă - pot rezulta prin: prăbușirea tavanului sălilor unor peșteri foarte mari; în urma coborîrii tectonice a unui bloc calcaros dintr-un masiv în lungul unor linii de falie; prin unirea și adâncirea mai multor uvale etc.

Sunt polii fără curs de apă permanent dar și polii în care acestea există. În perioadele cu precipitații bogate râul se revarsă acoperind parțial sau total vatra poliilor. La poliile rezultate prin prăbușirea peșterilor există martori de eroziune (*humuri*) și sectoare de peșteri încă active.

- *Poduri naturale și arcade* - mărturii ale prăbușirii unor sectoare din peșteri (Podul de la Ponoare, arcadele din cheile Runcului, Piatra Craiului etc.)

- *Văi dolinare* - sunt văi rezultate prin unirea dolinelor pe diferite aliniamente de curgere subterană.

- *Cheile* - sunt sectoare înguste de vale dezvoltate în calcare. Versanții abrupti se intersectează la nivelul albiei. Rezultă prin adâncirea cursurilor de apă în masivul calcaros (dizolvarea se îmbină cu eroziunea mecanică) sau prin prăbușirea tavanului sălilor și galeriilor prin care există un curs de apă activ, acesta apărând astfel la exterior. În versanții cheilor se disting goluri ale intrărilor în peșteri, guri ale rețelei de tuburi de dizolvare din interiorul masivului calcaros, mase de blocuri prăbușite etc.

- *Treptele antitetice* - reprezintă porțiuni de albie vechi ale râurilor ce străbat un masiv calcaros. Ele au rămas suspendate deasupra albiei actuale adâncită în amonte de un sorb însemnat. În profilul longitudinal al văii se separă albia actuală, sorbul, peretele abrupt din aval de sorb, albia veche seacă rămasă în aval suspendată (sunt frecvente în Podișul Padiș din Munții Apuseni).

- ***Endocarstul*** este rezultatul dizolvării la care se asociază precipitarea chimică, prăbușirea blocurilor și eroziunea mecanică a cursurilor subterane. Rezultă mai multe forme cu dimensiuni variabile.

- *Peșterile (Grotele)* constituie cea mai reprezentativă formă dezvoltată în interiorul unui masiv calcaros. Sunt rezultatul îmbinării tuturor proceselor menționate, dar cu un accent deosebit pe dizolvarea efectuată prin circulația apei din precipitații în orizontul superior al masei de calcar și pe eroziunea cursurilor de apă subterane. Au dimensiuni variabile (lungimi de la câțiva metri la zeci de kilometri, diferențe de nivel în funcție de numărul de etaje) care au rezultat în urma evoluției. În peșterile mari (fig. 41) se separă:

- *sălile* - spații largi cu înălțime mare în care se întâlnesc numeroase blocuri prăbușite dar și o mulțime de forme de precipitare.

- *galeriile* - coridoare înguste săpate de cursurile de apă active aflate, sub presiune, în lungul unor linii de crăpături slab înclinate; au lungimi variabile și înălțimi sub 2 m; se disting marmite de eroziune săpate în pereți, acumulări de pietriș, nisip cărate de cursul de apă.

- *formele de precipitare a calciului din soluția supraconcentrată* sunt numeroase și au poziție diferită. Unele se află pe tavanul sălilor (*stalactite* - sub forma unor conuri cu vârful în jos; au pe centru un canal de scurgere a soluției; *draperii* - concrețiuni ondulate dezvoltate din tavan la contactul cu pereții sălilor etc.) sau pe podea (*stalagmite* - concrețiuni sub formă de con cu vârful în sus; *coloane* rezultate din unirea stalactitelor cu podeaua sau cu stalagmitele; *domuri și*

*stalagmați* - stalagmite mult amplificate ca volum; *goururi* - mici bazinete pe podea delimitate de ziduri mici de precipitare în care există apă și bucăți de calcar rotunjite numite *perle de peșteră* etc.); *cruste de calcit* acumulate pe pietre dar mai ales pe acumulări de nisip și pietriș.

**2.1.2. Relieful calcaros** - este alcătuit din forme care sunt comune și altor roci dar care capătă unele trăsături aparte în masivele calcaroase. Între acestea sunt: *platourile interfluviale* ciuruite de doline, uvale; *versanții* abrupti cu denivelări de sute de metri cu *râuri de pietre*, *poale de grohotiș*, *conuri de grohotiș*; *văile* în general înguste cu caracter de chei; *umerii de eroziune și terasele* care pun în evidență adâncirea sacadată a râurilor etc. Aici pot fi încadrate și *depresiunile de contact* dezvoltate între masive calcaroase și regiuni cu roci sedimentare sau metamorfice. Dizolvarea care se propagă în calcare se combină cu eroziunea fluviatilă și alte procese care acționează pe suprafețele de contact. După o îndelungată evoluție rezultă depresiuni alungite încadrate de versanți alcătuiți din cele două categorii de roci; șesul depresiunii este neted, iar în spațiul dezvoltat pe calcare prezintă doline, sorburi etc. (ex. depresiunile Ponoare, Zăton din Podișul Mehedinți).

**2.1.3. Relieful carstic și climatul.** Evoluția carstificării depinde de caracteristicile climatice (îndeosebi de regimurile de temperatură și de precipitații), gradul de acoperire cu vegetație etc.

- În regiunile cu climat cald și umed (ecuatorial, tropical musonic). Aici temperaturile ridicate, precipitațiile mari, acizii rezultați din descompunerea materialului vegetal foarte bogat asigură apei un grad avansat de agresivitate. Ca urmare, evoluția endocarstului este rapidă rezultând sisteme de peșteri polietajate, turnuri conice cu dimensiuni mari, polje, văi adânci și împădurite etc. Regional au denumiri variate- *carst mamelonar (magoten karst)* în Cuba, Mexic, Indonezia, *Kegelkarst, carst cu pinacles (China etc.)*.

- În regiunile deșertice tropicale - evoluția este slabă datorită lipsei apei; apar doar platouri și diverse lapiezuri.

- În regiunile mediteraneene - cu un sezon umed (iarna) și unul cald și uscat (vara) - relieful carstic este reprezentat prin peșteri, uvale, polje; este un carst golaș (*holocarst*), polietajat (Grecia, Italia, Franța, Croația, Slovenia etc.).

- În regiunile temperate apar unele diferențe între nuanța oceanică umedă și răcoroasă, cu vegetație bogată și cea continentală mai uscată și cu variații de temperatură mai mari. *Carstul este de tip tranzitoriu* mai evoluat în spațiul cu influențe oceanice. Se adaugă *merocarstul* (un carst incipient întrucât calcarele sunt acoperite de roci sedimentare necarstificabile și de vegetație) și *carstul fosil* (ascuns), prezent în stratele de calcare aflate în regiunile de platformă la adâncimi mari (ex. în Dobrogea de sud, carstul din formațiunile mezozoice ce a fost acoperit de depozite sarmațiene).

- În regiunile polare și subpolare temperaturile coborâte asigură o capacitate ridicată de reținere a dioxidului de carbon. Aici însă sezonul cald este scurt și nu permite dezghețul decât a unui orizont nu prea gros din masele calcaroase. Ca urmare, carstificarea deși există este redusă ca amploare.

**2.1.4. Evoluția regiunilor carstice.** Ea diferă de la o regiune la alta fiind condiționată de mărimea masei de calcar, climat (îndeosebi regimul precipitațiilor), acoperirea cu vegetație. De aceea nu se poate concepe un model unitar al evoluției carstice. Există în geomorfologie o teorie a ciclului carstic imaginată de W.M.Davis. El separă patru faze evolutive care se remarcă prin anumite forme de relief.

- *Faza de tinerețe* - cu forme de relief de suprafață; se încheie când se conturează o circulație internă care conduce la captarea râurilor de suprafață.

- *Faza de maturitate* - cu o puternică dezvoltare a endocarstului paralel cu cea a exocarstului; se încheie când evoluția carstică atinge contactul dintre masa de calcar și rocile impermeabile de dedesubt;

- *Faza de bătrânețe* - peșterile se prăbușesc, cursurile de apă revin la suprafață, se desfășoară polje imense cu humuri;

- *Faza de stingere* - o prelungire a fazei precedente când se ajunge la o suprafață de eroziune la nivelul rocilor necarstice; pe ea din loc în loc se mai păstrează martori calcaroși, ce amintesc de masivul de la care s-a plecat. Ea poate fi privită ca o imagine generalizată a multor situații.

### 2.1.5. Relieful dezvoltat pe sare și gips

Sarea și gipsul sunt roci sedimentare omogene chimic și în mare măsură și fizic (există orizonturi subțiri de argilă și de sare impură), cu plasticitate ridicată și ușor solubile. Sunt legate îndeosebi de cutele diapire situându-se la adâncimi variabile. În crearea reliefului, dizolvarea este procesul principal, dar frecvent ea se asociază cu acțiunile altor agenți - spălarea în suprafață, șiroirea, excavațiile antropice. Acestea pot să premeargă dizolvării (când sarea și gipsul se află la adâncime) sau pot fi simultane (rocile se află la suprafață).

În prima situație apa ajunge cu greu la stratele de sare sau gips unde provoacă dizolvări pe spații restrânse. Stimularea pătrunderii apei se face prin realizarea de crăpături în masa de roci acoperitoare (îndeosebi prin seisme, explozii în cariere) sau în urma exploatării în subteran a sării. Prăbușirea stratelor de roci de deasupra ocnelor părăsite favorizează scoaterea la zi a sării. Din acest moment dizolvarea și alte procese acționează concomitent. Scoaterea la zi a masivelor de sare ori a stratelor de gips se realizează și în urma unor alunecări de teren, curgeri noroioase, eroziunii în suprafață (când grosimea depozitelor acoperitoare este redusă).

Prin dizolvarea sării și gipsului rezultă diferite forme de relief asemănătoare celor de pe calcar, dar apariția și evoluția lor este mult mai rapidă, iar fizionomia și dimensiunile destul de variate.

- *Lapiezurile* apar sub două forme - șențulețe scurte și adânci sau excavații tubulare. În prima situație scurgerea apei conduce la o dizolvare rapidă pe pantă, iar în a doua, stagnarea apei și penetrarea pe fisuri. Dar, frecvent cele două forme se combină, spațiul dintre ele se îngustează foarte mult și se transformă în creste ascuțite cu configurație ondulată;

- *Dolinele* sunt depresiuni circulare cu diametre ce pot ajunge la peste 20 m. La cele mari, dizolvarea se îmbină cu tasarea; pereții de sare sunt tapetați cu lapiezuri; frecvent în dolinele adânci (peste 2 m) drenajul apei se face prin puțuri verticale rezultate prin dizolvare la contactul sării cu intercalațiile de argilă;

- *Avene*le sunt puțuri cu diametre de la 0,5 la 2 m și lungimi variabile. Cele dezvoltate în sare pură sunt mai rare și au dimensiuni mici întrucât această rocă este plastică și nu are crăpături. Cele mari sunt legate de sarea impură și mai ales de sectoarele unde stratul de sare este în contact cu unul argilos sau de pietrișuri. Apa circulă rapid în lungul contactului, dizolvă sarea, iar prin șiroire dislocă elementele din stratul cu pietriș, bolovăniș, argilă. În acest mod se produce o lărgire treptată a lor. Procesele sunt mult mai active când la partea superioară a puțului se află baza unei doline sau depresiuni;

- *Uvalele, văile dolinare și sufozională* - rezultă prin îmbucarea dolinelor desfășurate în lungul unui aliniament corespunzător unui drenaj subteran (dolinele au legătură cu acesta). Prin prăbușirea fundului dolinelor tunelul subteran rezultat din dizolvare și curgerea apei, este scos la zi rezultând o vale sufozională în lungul căreia pot fi sesizate resturi din doline, poduri, praguri;

- *Peșterile* - frecvent au dimensiuni mici, sunt formate în lungul contactelor dintre sare, gips și rocile cu care sunt în contact. Au formă de galerii lungi legate cu săli mai largi dar cu diametre mici. Ele prezintă o evoluție rapidă în urma căreia tavanul se prăbușește;

- *Formele de precipitare* au o largă dezvoltare atât pe pereții formați din sare, în galeriile și sălile de subteran cât și pe orice suprafață din exterior unde se produce evaporarea soluției concentrate (saramura); uneori pot fi urmărite chiar pe pietre, bolovani la marginea masivului de sare.

Prin precipitare rezultă acumulări sub forma unor mici buchete de sare sau pojghițe subțiri de câțiva milimetri.

În unele săli pe tavan se dezvoltă *stalactite, coloane* cu lungimi de 1-2 m, iar în condițiile unui mediu aproape omogen în micile bazine cu saramură supraconcentrată se pot forma *crystale de sare*.

## 2.2. Relieful dezvoltat pe argile

Argila este o rocă sedimentară slab consolidată, cu rezistență mică dar care în condiții de umectare accentuată devine plastică favorizând deplasarea stratelor de roci de deasupra. Plasticitatea este maximă la argilele de tipul caolinului și scade la cele de tip illit, montmorilonit sau unde conținutul în oxizi de fier este bogat. Ca urmare, pe versanții unde există strate de argilă, acestea influențează dezvoltarea câtorva tipuri de forme de relief:

- *Alunecările de teren* care au dimensiuni, configurație și evoluție diferită; sunt superficiale, de mică adâncime și profunde; comun la toate sunt râpa de desprindere (lineară, semicirculară), corpul alunecării (de la vălurele la valuri și trepte separate de microdepresiuni), patul de alunecare (la partea superioară a stratului de argilă); cele mai mari alunecări se dezvoltă pe bazine torențiale (au formă lineară) sau pe versanți (îi afectează aproape în întregime rezultând trepte; ex. glimeele).

- *Curgerile noroioase* - sunt mase de argilă și alte roci slab consolidate care au fost îmbibate cu apă încât s-au deplasat sub forma unor limbi de noroi pe traectul unor ravene, ogașe, torenți.

- *Pământurile rele (badlandsuri)* reprezintă ansambluri de forme de șiroire (șanțuri, șențulețe) cu densitate mare dezvoltate pe suprafețe de versant alcătuite din strate de argilă groasă (mai ales când au și un conținut bogat în oxizi de fier); spațiile dintre șențulețe sunt reduse la creste cu pante mari.

- *Văile* dezvoltate în regiunile cu strate argiloase sunt largi și umplute parțial de deluvii rezultate din alunecări sau curgeri de noroi; interfluviile sunt teșite, cu puține denivelări; ele sunt încadrate de versanți pe care alunecările sunt frecvente.

## 2.3. Relieful dezvoltat pe gresii

Gresiile sunt roci sedimentare rezultate prin cimentarea nisipului. Ca urmare, ele sunt omogene fizic (dimensiunea granulelor este apropiată) dar relativ omogene din punct de vedere chimic (cimentul care leagă particulele de nisip poate fi silicios, carbonatic sau argilos). Grosimea mare a stratelor din gresie și alcătuirea cimentului (îndeosebi silicioasă, carbonică) impun o rezistență mai mare. Alternanța de strate de gresii la care rezistența este diferită favorizează eroziunea diferențiată. Ca urmare, rezultă diverse forme de relief dar și aspecte aparte în configurația văilor și interfluviilor.

- *Vârfuri și creste ascuțite* - individualizate în lungul unor strate groase de gresii cu poziție aproape verticală încadrate de strate de roci cu rezistență redusă;

- *Pereți și jgheaburi*- dezvoltate pe versanți cu frecvente alternanțe de strate verticale de gresii bine cimentate și strate de argile, șisturi argiloase; pereții apar

pe gresii, iar jgheburile în lungul stratelor moi; uneori dimensiunile sunt foarte mari rezultând creste secundare abrupte;

- *Martori de eroziune* de tipul *coloanelor*, *sfinxilor* - apar la partea superioară a interfluviilor, uneori și pe versanți pe capetele stratelor dure dar nu prea groase;

- *Versanți abrupti* - individualizați la nivelul unor state de gresii bine cimentate cu poziție verticală sau puternic înclinate; eroziunea de versant a îndepărtat stratele cu rezistență mai mică care le acoperă;

- *Interfluviile* - alcătuite dominant din gresii au înfățișare diferită în funcție de grosimea și gradul de cimentare al gresiilor dar și de modul de alternanță al acestora cu stratele cu rezistență redusă. Când stratele de gresii compacte sunt dominante interfluviile se impun prin masivitate, altitudini mari și versanți cu pantă mare. Când cele două tipuri de strate au dezvoltare egală atunci la nivelul crestei apare o succesiune de vârfuri pe gresii și de șei adânci la nivelul stratelor marno-argiloase. În a treia situație cu predominarea stratelor cu rezistență mică marno-argiloase interfluviile apar sub formă de culmi rotunjite dominate local de vârfuri grezoase tocite.

- *Văile* au caracteristici diferite în funcție de ponderea stratelor grezoase cu grosime mare și alcătuirea lor. Dacă precumpănesc gresiile silicioase, calcaroase, văile sunt înguste, în albie există praguri, iar pe versanți trepte structurale; dacă stratele sunt subțiri, iar gresiile slab cimentate atunci văile sunt largi.

Alte aspecte sunt legate de gresiile calcaroase. Dizolvarea poate determina dezvoltarea unor *lapiezuri*, *nișe* circulare sau alungite sau chiar *peșteri* cu dimensiuni reduse (M.Grohotiș).

#### 2.4. Relieful dezvoltat pe conglomerate

Conglomeratele sunt roci sedimentare rezultate prin cimentarea pietrișurilor și bolovănișurilor. Diferențele care apar sunt determinate pe de o parte de natura elementelor care intră în alcătuirea lor (de natură cristalină, magmatică, sedimentară), iar pe de alta de tipul de ciment care le leagă. În prima situație predominarea elementelor provenite din roci dure impune rezistență la atacul agenților externi. De asemenea, cimentul silicios asigură o rezistență mai mare decât cel calcaros sau argilos. Deci, neomogenitatea rocii se resfrânge în rezistența diferențiată a elementelor și stratelor la atacul diverșilor agenți externi. Ca urmare, unele elemente vor fi mai repede îndepărtate, iar altele se vor menține. Acesta este sistemul care conduce pe de o parte la realizarea de către agenții externi a unor forme de relief specific rocii, iar pe de altă parte la impunerea unor trăsături distincte în configurația văilor, versanților și interfluviilor.

- **Formele de relief specific** sunt - *turnurile*, *babele* și *sfinxii*.

Acestea au înfățișare aparte cu multe proeminente (la nivelul stratelor alcătuite din blocuri, bolovani, pietrișuri rezistente) și excavații verticale sau orizontale (rezultă fie pe contactele dintre strate cu rezistență diferită fie prin dislocarea unor bolovani). Agenții care se manifestă sunt - apa prin spălare și șiroire, vântul prin coroziune și deflație, *îngheț-dezghețul* și în mai mică măsură unele specii de plante sau animale. Acțiunea lor se îmbină în timp. La ploi, *apa* produce, prin șiroire, eroziune pe contacte, slăbește și înlătură elementele cu rezistență mai mică; *îngheț-dezghețul* apei care pătrunde pe fisuri, pe planurile de stratificație provoacă lărgirea fisurilor, crăpăturilor și măcinarea cimentului ce leagă diferitele elemente din strat; *vântul* spulberă praful și nisipul, îngrămădește zăpada în unele excavații, izbește și șlefuieste cu boabe de nisip, suprafețele expuse; unele *plante*, *animale* calcifile dizolvă mici porțiuni din rocă, își dezvoltă sistemul radicular în fisuri lărgindu-le etc.



- **Influența rocii asupra formelor de relief majore** este diferențiată în funcție de alcătuirea conglomeratelor și de tipul de structură în care sunt cuprinse stratele.

*Interfluviile* axate pe mase de conglomerate bine cimentate și la care precumpănesc elementele dure se remarcă prin altitudini mari și masivitate. Opus, la cele unde există variație ca alcătuire se detașează vârfuri și coloane separate de și adânci, linia de creastă căpătând configurație de "lamă de fierăstrău".

*Văile* dezvoltate în conglomerate sunt înguste, au caracter de cheie, au versanți abrupti și albi înguste cu mare bogăție de aluviuni. De multe ori albiile sunt seci sau au apă puțină, întrucât ea se infiltrează rapid.

*Versanții* au în general, pantă ridicată, caracteristicile lor fiind influențate de structură. În structura monoclinală sau pe sinclinalele suspendate se impun în peisaj pe de o parte versanții abrupti din lungul fronturilor de cuestă, ei tăind stratele în cap, iar pe de altă parte versanții cu pantă mai mică dezvoltați în lungul stratelor. Pe aceștia adesea apar alveole cu dimensiuni variabile rezultate prin eliminarea blocurilor din rocă.

Caracteristicile suplimentare sunt determinate de abundența elementelor sau cimentului calcaros. În acest caz se asociază și dizolvarea. Rezultă excavații cu diametre diferite, lapiezuri, chei și chiar peșteri.

### **2.5. Relieful dezvoltat pe nisip.**

Nisipul este o rocă sedimentară necoezivă alcătuită dominant din particule de cuarț; se adaugă un procent variabil de particule argiloase.

Ca urmare, există o mare mobilitate îndeosebi când nisipul se găsește în stare uscată. Prin înmuierea particulelor argiloase, acestea asigură aderența dintre elementele silicioase limitând mișcarea lor.

Formele de relief dezvoltate pe nisip sunt numeroase și majoritatea legate de acțiunea vântului. Acesta dislocă particulele de nisip, le transportă pe distanțe variabile în funcție de viteza și durata lui și le depune dezvoltând diferite forme de acumulare.

- *Ergurile, kumurile* - reprezintă câmpuri de nisip cu dimensiuni foarte mari (Sahara, Arabia, Asia Centrală) pe care se află numeroase forme mici.

- *Dunele de nisip* au dimensiuni și evoluție variabile. După formă sunt: longitudinale, parabolice, barcane etc.; între dune sunt depresiuni alungite. În regiunile temperate unele dune sunt fixate cu vegetație. În depresiunile cu baza în vecinătatea stratului freatic sau unde abundă elementele argiloase s-au dezvoltat ochiuri de apă sau mlaștini. O situație aparte o au oazele dezvoltate în depresiunile din deșerturi unde există pânză freatică bogată sau izvoare la baza unor culmi.

- *Văile* în regiunile cu nisipuri sunt largi, puțin adâncite și fără apă. În situațiile în care pânza freatică este aproape de suprafață, iar alimentarea râurilor se realizează din alte regiuni cu precipitații bogate (Nilul), atunci albia minoră este activă dar cu variații de debit în timpul anului; versanții sunt teșiți și afectați nu numai de vânt ci și de pluviudenudare și chiar șiroire la ploile rare care se produc.

### **2.6. Relieful dezvoltat pe loess și depozite loessoide**

Loessul este o rocă sedimentară slab coezivă, în alcătuirea căruia intră în proporții aproape egale praf, argilă și carbonați. Depozitul loessoid are aceeași alcătuire, dar cu predominarea unuia din componenți.

*Loessul* ocupă aproape 10% din suprafața uscatului având o desfășurare deosebită pe continentele din emisfera nordică la latitudini de 40-60°. Aici atinge grosimi foarte mari (în jur de 20-40 m în Europa și America de Nord, și maximum în

China – peste 100 m). Originea sa este complexă; frecvent este legat de acumulări eoliene sau transformări ale depozitelor deluviale (fig. 43).

Proprietățile principale ale rocii care influențează mult individualizarea formelor de relief sunt: porozitatea mare, permeabilitatea accentuată, coeziunea redusă a particulelor ce-l alcătuiesc, circulația verticală a apei etc. În aceste condiții loessul întreține două categorii de pante - maluri abrupte și poduri (câmpuri) cvasiorizontale.

- *Forme de relief*. Cele specifice rocii sunt legate de tasare și sufoziune; la acestea se adaugă văile și interfluviile care au trăsături aparte.

- *Tasarea* creează depresiuni cu dimensiuni variabile care au o frecvență deosebită în câmpiile de loess; *crovurile* sunt cele mai mici și au caracter izolat; *găvanele și padinele* constituie stadii de evoluție superioare rezultate din unirea și adâncirea crovurilor; văile de tasare (tip furcitură) se constituie pe aliniamente influențate de drenajul pânzei freatice.

- *Sufoziunea* realizează un relief complex determinat de circulația apei pe verticală în masa de loess și pe suprafața slab înclinată, impermeabilă de la baza lui. Rezultă la suprafață *pâlnii de sufoziune*, iar în interiorul masei de loess *hrube, hornuri, tunele sufozionate*.

Pe versanții în pantă adesea se stabilesc legături între văile de tasare (din unirea crovurilor) și tunelele sufozionate. Când tunelele devin mari iar loessul de deasupra se prăbușește rezultă *văi sufozionate* în trepte.

*Văile râurilor* care străbat regiuni în care există o pătură groasă de loess, au albia largă încadrată de versanți abrupti pe care se produc șiroiri, desprinderea și prăbușirea de pachete de loess, hrube de sufoziune, izvoare sufozionate. La baza versanților materialele acumulate formează glacisuri coluvio-proluviale.

*Interfluviile* sunt plate, dar presărate cu numeroase forme de relief create prin tasare.

## 2.7. Relieful dezvoltat pe roci metamorfice

Rocile metamorfice sunt destul de diferite ca alcătuire și grad de metamorfozare de unde rezistențe variate la atacul agenților externi. Șistuoziitatea permite pătrunderea cu ușurință a apei situație care favorizează producerea pe de o parte a alterării rapide a mineralelor din roci în climatele calde și temperate, iar pe de altă parte, dezagregarea prin îngheț-dezghet în regiunile subpolare și alpine. În prima situație rezultă o scoarță de alterare, iar în a doua, mase de grohotiș frecvent sub formă de lespezi. Văile dezvoltate în aceste roci sunt înguste, iar versanții au pată mare în climatul rece și umed și mai largi cu versanți mai lini și acoperiți de depozite de alterare sub climatele calde și umede.

Între rocile cristaline cuarțitele care au o duritate foarte mare impun culmi înalte, creste ascuțite și versanți cu pantă mică. Comportamente similare au gnaisele.

Alterarea diferențiată facilitată de heterogenitatea rocilor sub raportul alcătuirii mineralogice ca și de gradul deosebit de fisurare favorizează dezvoltarea de *nișe* (cu dimensiuni și configurații diferite) separate de creste întortocheate.

## 2.8. Relieful dezvoltat pe roci eruptive

Rocile eruptive diferă în funcție de conținutul chimic, mineralogic dar și de condițiile în care s-a realizat consolidarea topiturii. Se pot separa mai întâi *forme de relief primare* rezultate în urma solidificării topiturii. În acest sens *conurile vulcanice* care au o dezvoltare mare la erupțiile lavelor acide și *platourile* rezultate din revărsările de lave bazaltice la care se adaugă *craterile, conurile secundare* și întreaga

suită de *văi* (barancosuri) și *interfluvii* (planeze), neckurile, sillurile, dykurile care sunt puse în relief de către eroziune.

A doua categorie mare de forme este legată de *corpurile magmatice* consolidate în adânc și care sunt scoase la zi de eroziunea care îndepărtează rocile acoperitoare timp de zeci de milioane de ani. Între acestea se impun *batoliții* și *lacoliții* de granit, pe aceștia rezultând forme secundare inedite. Individualizarea lor este determinată de câțiva factori - unii de natură internă - alcătuirea microgranulară sau macrogranulară, rețeaua de fisuri care se întretaie și alții de origine externă (îndeosebi regimul termic și precipitațiile). Ca urmare, pe corpurile granitice se dezvoltă:

- *arene granitice* - depozite grăunțoase, silicioase (angulare) rezultate prin dezagregarea și alterarea granitului.

- *blocurile sferice* - grupate sau izolate în două faze - în prima se produce desprinderea blocurilor și căderea lor la baza pantei, iar în cea de a doua alterarea și atenuarea muchiilor și colțurilor (fig. 44);

- *căpățâniile de zahăr* - sunt culmi și vârfuri de granite rotunjite. Procesul presupune ca lacoliții sau batoliții să fie supuși unei intense alterări selective în condiții de climat cald și umed; alterarea este rapidă în lungul fisurilor, diaclazelor unde apa caldă circulă și realizează procese de hidroliză; ploile frecvente îndepărtează materialele alterate lărgind fisurile care devin crăpături. Procesul de alterare continuă atât pe suprafețele crăpăturii, cât și în adâncime. În acest mod pe măsură ce golurile cresc între acestea rămân *coloane și blocuri rotunjite* de unde numele de căpățâni de zahăr. Sunt specifice în Brazilia, India, Madagascar, Guyana etc.

- *crestele granitice îmbrăcate în poale de grohotiș* se dezvoltă în climatul rece subpolar și alpin.

- *taffoni* - sunt alveole (au diametre de câțiva decimetri și adâncime de până la un metru) cu poziție verticală dar și orizontală, individualizate pe granitele macrogranulare cu o frecvență deosebită a fisurilor. Rezultă prin alterare în sectoarele cu granule mari sau intens fisurate; materialele fine sunt îndepărtate prin spălare sau vânt.

#### **Verificări:**

- Stabiliți reacția rocilor la acțiunea agenților externi în funcție de proprietăți și climat.
- Diferențele dintre relieful carstic și cel calcaros (exemple din România).
- Prezentați relieful de eroziune din gresii, conglomerate, loessuri folosindu-vă și de informațiile din capitolele anterioare.
- Cum se formează căpățâniile de zahăr și tafonii?
- Explicați diferitele peisaje morfologice individualizate pe categorii de rocă.

## 12. STRUCTURILE GEOLOGICE ȘI RELIEFURILE SPECIFICE

### Probleme:

- Cunoașterea importanței structurii geologice în crearea unor forme de relief.
- Diferențierea mediului de acțiune a proceselor agenților externi în geneza reliefulor structurale.
- Relieful individualizat în structuri alcătuite din roci sedimentare.

### 1. Structurile geologice și rolul lor morfogenetic.

Rocile, în procesul genetic capătă anumite proprietăți dar și un anumit mod de desfășurare spațială, adică o structură specifică. Aceasta se prezintă în situații variate atât ca mod de grupare a rocilor cât și ca extindere pe verticală sau în suprafață a complexelor petrografice. De aici rezultă diverse caracteristici care vor influența direcționarea acțiunii proceselor agenților externi ducând în final fie la crearea unor forme de relief distinct fie la impunerea unor trăsături particulare în fizionomia componentelor de bază ale reliefului – sistemele de interfluvii, văi, versanți. De aici definirea dată *reliefului structural ca ansamblu de forme distincte pe care agenții externi le creează pe diferite tipuri de structuri geologice.*

Afirmarea influențelor structurale se leagă de mai mulți factori între care unii specifici structurii (îndeosebi extensiunea spațială a acesteia, gradul de fragmentare tectonică etc.) iar alții de natură petrografică (structurile în care precumpănesc rocile cu rezistență mare se modelează mai greu dar trăsăturile căpătate se păstrează mult timp și invers), climatică (determină gruparea diferită a agenților exogeni și ca urmare efecte diferite ale modelării) etc.

Structurile geologice sunt numeroase dar în funcție de modul în care influențează impunerea unor forme de relief și chiar trăsături de ansamblu în peisaj, pot fi separate în trei grupări – structuri specifice rocilor sedimentare, cele aparținând rocilor magmatice și vulcanice și acelea care au caracter complex rezultat al unei evoluții tectonice în mai multe faze în care pe prim plan s-a situat modelarea agenților externi.

### 2. Relieful dezvoltat pe structuri sedimentare

Rocile sedimentare precumpănitor s-au format în bazine lacustre, marine sau oceanice unde s-au produs acumulări succesive de materiale aduse de râuri sau provenite din scheletele animalelor acvatice sau precipitarea diferitelor săruri. Ca urmare, aici au rezultat strate cu alcătuire și grosimi variabile. Exondarea lor este determinată de factorii tectonici care fie că ridică pe ansamblu regiunea determinând o poziție ușor deranjată a stratelor în raport cu ceea ce a fost inițial fie că le impune o cutare mai largă sau mai strânsă. De aici cele patru tipuri de structuri simple specifice unităților sedimentare de care se leagă și forme de relief distincte. Acestea sunt:

- structura orizontală (tabulară) la care stratele sunt nedeformate;
- structura monoclinală – unde stratele sunt înclinate de la câteva grade la verticală;
- structura cutată – cu strate ondulate mai larg sau mai strâns;
- structura în domuri cu strate boltite din loc în loc.

Pe fiecare dintre acestea acțiunea combinată a agenților externi a determinat dezvoltarea unor reliefuli caracteristice. Amplasarea și păstrarea lor sunt condiționate de grosimea stratelor care opun rezistență și de alternanța lor cu altele mai puțin dure. Ca urmare, punerea în evidență a anumitor caracteristici va fi legată de manifestarea diferențiată a proceselor de modelare.

## 2.1. Structura tabulară (orizontală) și relieful dezvoltat pe ea:

➤ **Caracteristici generale.** Structura se remarcă prin două trăsături-stratele sunt orizontale sau foarte slab înclinate și grosime și alcătuire diferite. Acestea au o desfășurare deosebită în regiunile de podiș și de câmpie și doar local în cele de munte. Ca urmare specificul reliefului dezvoltat în această structură este impus de trei lucruri – simetria formelor, energia de relief relativ redusă și un grad de complexitate diferit determinat de frecvența alternanței stratelor dure și moi (fig. 45).

➤ **Forme de relief.** Prin fragmentarea unei regiuni cu structură tabulară de către o rețea hidrografică se ajunge la dezvoltarea de interfluvii, văi și versanți care au caracteristici determinate de structura orizontală. Adâncirea acestora va fi rapidă în roci cu rezistență mică, grea în cele dure și sacadată în condițiile unei alternanțe de strate cu caracteristici diferite, unde se va manifesta primordial eroziunea selectivă.

- *Văile* sunt astfel:

- *simetrice și înguste în strate din roci dure și omogene*; rezultă chei, defilee, canioane etc.;

- *simetrice și largi în strate alcătuite din roci moi*;

- *simetrice cu versanți în trepte* în structura cu strate ce au rezistență diferită.

- *Interfluviile* – vor fi *plate* în regiunile de podiș când precumpănesc stratele groase din roci dure (Podișul Dobrogei de Sud) și *rotunjite* când abundă cele cu rezistență mică (nordul Podișului Getic). În cazul câmpiilor unde fragmentarea este redusă specifice vor fi cele *plate* (câmpurile); când acestea abundă se folosește termenul de câmpie tabulară (ex. Bărăganul). Tipice pentru această structură, la nivelul interfluviilor sunt:

- *platourile structurale* extinse pe strate din roci dure care se termină prin cornișă abruptă;

- *platouri structurale plate sau rotunjite pe strate din roci cu rezistență mai mică* pe ele apar martori de eroziune aplatisați;

- *platouri la nivelul unui strat dur și martori de eroziune* dacă stratul superior este alcătuit din roci moi.

- *Versanții*, în roci omogene dure sunt abrupti (taie stratele) în roci omogene moi sunt lini (drepti sau ușor concavi) iar, dacă alternează strate dure cu strate moi au caracter complex. În lungul lor eroziunea diferențială a creat: *trepte structurale* (brâne, terase), pe stratele dure; *surplombe* – în dreptul stratelor moi cuprinse între strate dure și glacisuri pe strate moi groase aflate la bază. Stratele dure groase la partea superioară a versantului și abundente celor moi către bază imprimă un profil abrupt sus cu cornișă și a unuia ușor concav (glacis) în sectorul inferior. O structură inversă va conduce la o pantă convexă sus și una abruptă jos.

## 2.2. Structura monoclinală și relieful dezvoltat pe ea:

**2.2.1. Caracteristici generale.** Structura este alcătuită din strate care înclină într-o direcție, căderea acestora variind de la câteva grade până la verticală. Prin fragmentare de către rețeaua hidrografică sunt puse în evidență două tipuri de pante – cele din lungul suprafeței stratului (predominant cu valori mici) și cele de pe capul de strat (în general mai accentuate). De aici și asimetria formelor majore ale reliefului principal. În amănunt intervin și alți factori precum alternanța de strate de roci moi și dure, desfășurarea rețelei de pâraie în raport cu sensul căderii stratelor, energia de relief etc. care diversifică caracteristicile reliefului și multiplică formele cu dimensiuni reduse.

**2.2.2. Forme de relief** – Sunt specifice podișurilor monoclinale unde au dimensiuni mari; local pot fi identificate și în regiuni deluroase, de câmpii monoclinale înălțate, în unele masive muntoase (pe flancurile unor sinclinale fragmentate etc.). Se găsesc în stadii diferite de evoluție (cu cât sunt mai vechi cu atât sunt mai fragmentate) și au o configurație variată în funcție de alcătuirea, grosimea și frecvența stratelor ce intră în structură.

➤ **Cuesta (coasta)** este interfluviul specific structurii monoclinale, el punând cel mai clar în evidență *asimetria* – drept principală caracteristică a reliefului dezvoltat în această structură (fig. 46).

• *Elementele cuestei* sunt:

- *suprafața structurală*, adică podul interfluviului la care suprafața topografică coincide cu suprafața stratului; este netedă și slab fragmentată pe rocile dure;

- *fruntea de cuestă* – reprezentând versantul care taie în cap stratele; este cu atât mai înclinată cu cât rocile sunt mai dure. În funcție de alcătuirea petrografică configurația este deosebită – abruptă când este formată din roci dure, prelungă și cu înclinare mai redusă pe roci moi și în trepte când alternează strate cu rezistență diferită. De asemenea alcătuirea condiționează dinamica și tipul proceselor morfogenetice și în final configurația și stadiul de evoluție. Frecvent pe cele heterogene ca alcătuire se produc alunecări, șiroiri, torenți și rezultă cea mai variată înfățișare morfologică.

- *muchia cuestei* – linia care realizează racordul dintre cele două suprafețe; poate fi continuă, arcuită sau în zigzag în funcție de alcătuirea geologică și gradul de fragmentare; este elementul care suferă cele mai multe modificări în timp.

• *Tipurile de custe* sunt numeroase, gruparea realizându-se după diferite criterii:

- după înclinarea stratelor – *sunt apropiate* (stratele sunt înclinate puternic) și depărtate (stratele au înclinare mică);

- după dezvoltarea pe verticală corelată cu desfășurarea și grosimea stratelor formate din roci dure. Sunt custe simple și custe etajate;

- după geneză sunt – *tectonice* (în lungul unor falii), *de eroziune* (pe flancurile sinclinalelor suspendate), *pe văile subsecvente* versanții care taie capetele stratelor etc.).

- după extinderea lineară sunt *fronturi de cuestă* (versanți pe capete de strat cu dimensiuni foarte mari având lungimi de kilometri și diferențe de nivel de mai multe sute de metri), custe locale (zeci sau sute de metri lungime).

- după gradul de fragmentare care reflectă atât nivelul evoluției cât și rezistența la atacul agenților externi dependentă de alcătuirea petrografică sunt *fronturi de cuestă*, *custe fragmentate*, *custe în retragere* cu martori din faze mai vechi.

➤ **Văile în structura monoclină.** Se disting mai multe tipuri condiționate prin raportarea direcției lor de desfășurare la cea a înclinării stratelor (fig. 46).

- *văile consecvente* (cataclinale) la care sensul desfășurării văii coincide cu cel al căderii stratelor; sunt simetrice, largi și rareori cu praguri în talveg;

- *văile obsecvente* (anaclinale), au direcția de dezvoltare opusă sensului căderii stratelor; se află pe frunțile de cuestă și ca urmare sunt simetrice, înguste (mai ales dacă taie capete de strat dure) scurte și cu praguri;

- *văile subsecvente* (ortoclinale), au sensul dezvoltării perpendicular pe direcția căderii stratelor; este o vale asimetrică cu un versant cu pantă mare (frunte de cuestă)

și un versant domol (pe suprafața structurală); reprezintă tipul specific acestei structuri.

➤ **Hogbackul** – este o cuestă aparte, un interfluviu structural relativ simetric. Situația este determinată de înclinarea mare a stratelor (peste  $60^{\circ}$ ) ceea ce face ca atât suprafața structurală cât și cea care retează stratele să înregistreze căderi similare. Forma de relief este evidentă când stratele sunt alcătuite din roci rezistente și au o desfășurare importantă în lungime (ex. cuestă Pietrei Craiului).

➤ **Depresiunea subsecventă** – se dezvoltă în structurile monoclinale în care stratele de roci mai dure și mai depărtate au între ele strate moi cu grosimi mari iar înclinarea lor este redusă. Prin retragerea frontului de cuestă favorizată de rezistența mai mică a pachetului cu roci moi se ajunge la detașarea unei forme negative (depresiuni) asimetrice. Procesul este accelerat când eroziunea laterală a râului trece pe primul plan (dacă albia râului se află la nivelul unui strat gros cu rezistență ridicată sau dacă râul a ajuns la profil de echilibru).

➤ **Alte forme de relief legate de structura monoclinală.** Sunt condiționate de direcția de desfășurarea văilor în raport cu cea a înclinării stratelor, de o dublă cădere a suprafețelor de strat, de contractul exhumat al unei structuri vechi cu una nouă sedimentară acoperitoare, de existența unor versanți care retează capetele de strat și care au ca revers suprafețe cvasistruclurale etc. Rezultă pe distanțe reduse forme de relief asemănătoare care în literatură sunt fie înglobate la cele specifice structurii fie considerate ca secundare, derivate sau chiar ca pseudocueste etc. În prima situație sunt sectoare de versanți cu trăsături de frunți de cuestă care pot sau nu (cueste false) să se continue ca suprafețe structurale, în a doua există, limitat ca întindere, cueste cu dublă orientare sau cueste false, în a treia se poate susține denumirea de cuestă numai dacă versantul în întregime se dezvoltă pe capetele stratelor sedimentare iar în ultima se poate vorbi doar de versant structural (cuestă falsă).

➤ **Geneza și evoluția formelor de relief în structura monoclinală.** În lucrările clasice de geomorfologie, plecând de la analize regionale ale reliefului de cuestă s-a ajuns și la interpretări evolutive pe mai multe etape. Astfel pentru a se putea ajunge la un relief în structură monoclinală era necesară exondarea unei platforme litorale prin înălțarea uscatului, mai intensă spre continent. Ca urmare stratele sedimentare căpătau o anumită înclinare. Același lucru era legat de înălțarea unei câmpii piemontane sau a unui sinclinal suspendat. Într-o nouă etapă se produce dezvoltarea formelor de relief specifice structurii. Ea începe prin realizarea mai întâi de văi consecvente. Prin adâncirea și dezvoltarea lor se ajunge la individualizarea văilor subsecvente și indirect la detașarea de interfluvii de tipul cuestelor; frunțile de cuestă sunt fragmentate de râuri rezultând văi obsecvente. În final prin evoluția tuturor acestor forme se produce fragmentarea reliefului, retragerea fronturilor de cueste și nivelarea generală.

### 2.3. Structura cutată și relieful dezvoltat pe ea.

#### 2.3.1. Caracteristici generale.

Cutele sunt ondulări mai largi sau mai înguste ale stratelor sedimentare care au fost realizate de către mișcările tectonice. Elementele specifice sunt: *anticlinalul* (bucla cutoi orientată în sus), *sinclinalul* (bucla orientată în jos), *axul cutoi* (linia care trece prin centrul boltirii convexe sau concave și care corespunde planului cutoi), *flancurile* (sectoarele laterale ale cutoi), *înălțimea* (amplitudinea dezvoltării măsurată între creasta anticlinalului și talpa sinclinalului) etc. Există o mare varietate de cute plecând de la cele simetrice, simple (flancuri egale și ax pe centru) la cele asimetrice (flancuri inegale). În funcție de desfășurare cutole pot fi largi (flancuri slab înclinate,

amplitudine redusă) și înguste (înălțime mare și flancuri înclinate accentuat), cute faliate, cute solzi, cute diapire etc. (fig. 45)

Formele de relief dezvoltate în ansamblul unei structuri cutate au dimensiuni, desfășurare și evoluție diferite impuse fie direct din caracteristicile structurii fie indirect prin fragmentarea acesteia. În ambele situații un rol important îl au rocile din care sunt alcătuite stratele ele accentuând sau diminuând influența structurii în fizionomia reliefului rezultat.

*Formele de relief* sunt numeroase întrucât există și o diversitate de aspecte pe care structurile geologice cutate le au și în care agenții externi acționează selectiv. Se separă forme dezvoltate pe structuri cutate simplu, pe domuri, pe ansambluri structurale cutate de tipul pânzelor de șariaj, pe structuri cutate vechi, nivelate și reînălțate (tip appalassian).

**2.3.2. Relieful dezvoltat în simple structuri cutate.** Este numit în lucrările clasice de geomorfologie ca *relief jurasian* întrucât în acești munți el are o dezvoltare mai mare. Structura este alcătuită din sinclinale și anticlinale largi, bine dezvoltate și în mică măsură faliat.

Formele de relief dezvoltate sunt influențate astfel de stilul cutării impus de tectonică și de alcătuire petrografică a stratelor care determină o eroziune diferențială. În timp rezultă o multitudine de forme de relief ce pot fi încadrate în două grupe în funcție de rolul pe care l-au avut tectonica și eroziunea.

- **Formele de relief de concordanță directă** – sunt cele care au rezultat în principal prin intervenția tectonice. Ca urmare, configurația acestora este o reflectare a tiparului tectonic. Cele mai importante sunt:

- *Valea de sinclinal* (în terminologia franceză „val”) – este axată în lungul sinclinalului; ca urmare în profil transversal are desfășurarea cutoi (simetrică sau ușor asimetrică) iar în cel longitudinal o pantă relativ mică.

- *Depresiunea sinclinală* – este un culoar dezvoltat în lungul unui sinclinal larg sau a unui sinclinoriu (Cracău, Tazlău). Evoluția laterală a versanților ce coincid cu flancurile cutoi conduce la extinderea depresiunii în detrimentul culmilor vecine (la racord apar glacisuri). Depresiunea se păstrează în condițiile în stratul din vatra ei este alcătuit din roci dure și are grosime mare. Invers, când precumpănesc rocile moi tiparul general intersectează diverse strate din versanți (de pe flancurile structurii) iar în vatră se dezvoltă terase și lunci extinse.

- *Ruzurile* sunt văi dezvoltate pe versanții (flancuri ale cutelor) culmilor înscrise pe anticlinale. Ca urmare, ele sunt văi consecvente dezvoltând un profil transversal simetric mai îngust sau mai larg în funcție de rezistența rocilor.

- *Culmile de anticlinal (mont)* – sunt interfluvii desfășurate în lungul unui anticlinal sau a unui anticlinoriu; sunt simetrice și au partea superioară netedă sau convexă. În funcție de înclinarea stratelor și rezistența lor versanții vor avea pante mai mari (în Culmea Pleșu) sau mai mici (Culmea Pietricica din Subcarpații Moldovei).

- *Șaua de anticlinal* – reprezintă sectoare transversale joase din lungul unor culmi de anticlinal care nu se datoresc eroziunii ci tectonice.

- *Cluse* – sunt sectoare înguste aparținând unor văi care traversează aceste și trecând dintr-o structură sinclinală în alta.

- **Formele de relief derivate** rezultă în timp prin acțiunea eroziunii. Se ajunge ca structura inițială impusă de tectonică să fie modificată radical încât formele de relief pozitive să se înscrie pe cutele sinclinale și invers (se vorbește de *forme de inversiune*).



- *Butoniera* (*combe* în franceză) reprezintă o depresiune creată în lungul axului culmilor de anticlinal. Ele corespund bazinului de recepție, ale văilor de tip ruz unde prin adâncirea ogașelor și ravenelor (de obârșie) se produce așa numitul proces de „golire” al anticlinalului și de extindere a formei negative, situație favorizată de existența unor strate de roci moi. Dacă „combe” definește o depresiune alungită pe creasta anticlinalelor mai strânse, „butoniera” care are o formă mai rotundă apare pe anticlinalalele mai largi și mai puțin pronunțate. În unele situații depresiuni de tip combe se pot dezvolta pe flancurile (versanții culmei) anticlinalului, dar ele vor fi asimetrice (*combe de flanc*). Prin evoluția butonierelor, vatra acestora poate ajunge la strate de roci mai dure. Eroziunea se va manifesta diferențiat (mai rapid în rocile mai laterale și mai slab pe cele dure din mijloc). Ca urmare, în timp va rezulta o depresiune cu aspect inelar în jurul unei creste centrale. Atât la butoniere cât și la combe se dezvoltă pe flancuri *frunți de cuestă* ce au o desfășurare simetrică și au o poziție „față în față”. În funcție de alcătuirea stratelor versanții cuestelor vor avea înclinări și vor suferi procese de alunecare, șiroire etc. diferite ca intensitate. De asemenea pot apărea trepte la nivelul unor strate rezistente. Dacă înclinarea stratelor este mai mare se poate ajunge la individualizarea unor creste secundare pe marginile depresiunilor.

- *Valea de anticlinal* – este o vale dezvoltată în lungul axului unui anticlinal sau anticlinoriu. Se impun prin largime, simetrie și versanți cu caracter de frunți de cuestă. Rezultă prin dezvoltarea și unirea mai multor butoniere situație însoțită de captări și realizarea unui râu colector principal. De asemenea se dezvoltă prin înscrierea în regiunile cutate și nivelate de eroziune a unor râuri în lungul axului cutelor anticlinalale. Se mai pot forma prin individualizarea și extinderea pe axul cutoi a unor afluenți ai râurilor care traversează culmile anticlinalale. Prin adâncirea rapidă ele „golesc” anticlinalul dând văi largi (dacă rocile sunt moi) sau înguste (dacă precumpănesc rocile dure).

În situația structurilor retezate de eroziune se poate ajunge la diverse adaptări ale rețelei de râuri în acord cu panta și litologia și de aici dezvoltarea unor reliefuluri noi. Astfel, dacă stratele de roci din miezul anticlinalului formează un areal dur iar lateral de aceasta se află capetele stratelor mai moi atunci talvegurile râurilor de pe suprafața de eroziune pot urmări fie benzile de roci moi fie să treacă relativ perpendicular pe ele. Rezultatele vor fi în primul rând dezvoltarea unor văi *longitudinale* pe flancurile anticlinalului ce vor fi paralele cu miezul acestuia care va fi detașat în culme secundară. În a doua situație valea transversală pe anticlinal va fi îngustă în sectorul central (dur) al anticlinalului căpătând caracter de (*clisură, cluse*).

- *Sinclinalul suspendat* constituie un interfluviu individualizat pe o cută sinclinală largă sau pe un sincliniu. Partea superioară va fi alcătuită din *suprafețe structurale* (platorii structurale) iar versanții vor avea caracter de frunți de cuestă. Dacă acestea au o dezvoltare mare capătă caracter de fronturi abrupte sau de cueste polietajate (dacă există o alternanță de strate dure și moi – ex. în M. Bucegi). Dacă tectonica deformează cuta ridicând mult un flanc al ei încât stratele ajung aproape vertical se ajunge la individualizarea unor creste de tip hogbaks cu lungimi de mai mulți kilometri.

Formarea sinclinalului suspendat este condiționată de adâncirea și lărgirea văilor de anticlinal încât spațiul dintre ele (pe cuta sinclinală) devine un interfluviu. Se ajunge frecvent la această evoluție în regiunile cutate ce-au suferit nivelări. Reînălțarea acestora conduce la dezvoltarea unei rețele hidrografice noi care poate crea văi în lungul stratelor mai puțin rezistente din axul anticlinalalelor care vor fi încadrate de interfluvii secundare pe structuri sinclinalale.

Ca urmare a acestei evoluții se ajunge ca văile ca forme negative să se desfășoare pe cute convexe (anticlinale) iar interfluviile să se înscrie pe cute concave (sinclinale). Acestea definesc așa zisele „inversiuni de relief”.

Fragmentarea tectonică și o mare varietate petrografică produc o diversitate de modalități de manifestare a eroziunii urmate de individualizarea de forme cu dimensiuni variate. De aceea în ansamblul reliefului dezvoltat pe structuri cutate formele primare sunt tot mai puține în raport cu cele derivate din evoluția acestora.

**2.3.3. Relieful dezvoltat în structura în domuri.** Domurile constituie boltiri largi ale stratelor pe areale extinse care uneori se impun în peisaj prin *culmi bombate* cu desfășurare circulară între care există spații negative. De cele mai multe ori sunt reflexul la suprafață al jocului pe verticală (ridicări, coborâri) al blocurilor ce alcătuiesc baza (fundamentul) unei suprastructuri sedimentare sau ascensiunea unor sămburi de sare (diapiri) aflați în adânc (Podișul Transilvaniei).

Pe un astfel de relief primar se instalează o rețea hidrografică care inițial are două componente – pâraie pe flancurile domului care dau văi cu dispoziție radială și râuri colectoare care urmăresc spațiile joase dintre domuri (fig. 45).

- *Culmea boltită și văile* de pe flancurile ei – *ruzuri* – constituie *forme de concordantă*. Evoluția ulterioară determină individualizarea altor forme de relief între care:

- *butoniere* – depresiuni circulare sau alungite realizate prin „golirea” boltirei domului de către ogașele de la obârșia ruzurilor;

- *cueste circulare sau „față în față”* pe flancurile butonierei;

- *martori de eroziune* în mijlocul butonierei individualizați de eroziune pe strate mai dure;

- *butoniere duble* dezvoltate în condițiile în care în centrul structurii domului eroziunea râurilor intersectează strate dure. Aici selectiv pe stratele dure se va dezvolta o culme interioară iar lateral prin adâncirea râurilor se vor crea depresiuni butoniere inelare;

- *Domul cupolă* – reprezintă un interfluviu pe o structură de tip dom alcătuită din roci moi. Pe flancurile sale nu se dezvoltă ruzuri ci complexe de alunecări ce-și fixează râpele la partea superioară a domului.

Când într-un podiș structurile de acest gen nu sunt accentuate și ele nu se reflectă în forme de relief specifice (culmi, dealuri, măguri) dezvoltarea rețelei hidrografice poate conduce la crearea de văi care taie parțial sau în întregime domurile. În acest caz se ajunge la punerea în evidență a unor *forme de relief secundar* (cueste, versanți structurali, polițe structurale etc.).

#### **2.3.4. Structura șariată și relieful dezvoltat pe ea.**

Mișcările tectonice determinate de deplasarea plăcilor tectonice produc nu numai cutarea simplă a formațiunilor sedimentare din depresiunile de tip orogen dar și fragmentarea și bascularea lor uneori pe distanțe de zeci de kilometri. Prin acest proces tectonic se realizează atât deformarea structurilor inițiale dar și încălcarea unora de către altele. În acest mod a rezultat o structură complexă cu cel puțin două componente – structura din bază (*autohtonul*) și una care o acoperă (*pânza*). Cele mai importante structuri de acest gen se realizează în intervale lungi de timp (zeci de milioane de ani) și cuprind atât formațiuni cristaline și magmatice cât și depozite sedimentare vechi (în Carpații Meridionali există Pânza Getică peste Autohtonul Danubian). În formațiunile sedimentare flișoide pânzele au o extindere mare dar încălcarea este redusă (câțiva kilometri).

Fragmentarea acestor unități duce la conturarea a *două tipuri de forme de relief*. Astfel există relieful major individualizate la nivelul pânzei, autohtonului și mai ales în lungul contactului dintre ele și forme de relief secundare, derivate din fragmentarea unor sectoare ale pânzei sau autohtonului (fig. 45).

În prima situație la marile șariaje (Carpații Meridionali, Podișul Mehedinți) fragmentarea și înlăturarea unei părți din pânză de către eroziune relevă uneori aspecte diferite. Astfel unitatea autohtonă compactă cu înfățișarea de podișuri și munți mai joși, unitatea cu caracter de pânză este redusă la martori (din roci mai dure) sau culmi muntoase mai înalte. Adesea contactul dintre ele este relevat de versanți abrupti pe care morfodinamica este activă. În regiunile de fliș unde sunt mai multe unități structurale șariate pe distanțe diferite, evidente sunt: aliniamentele pânzelor sub formă de culmi relativ paralele (mai ales când în alcătuire intră roci cu rezistență mai mare), contactul dintre unitățile structurale (liniile de încălecare) reflectat de sectoare de văi și uneori depresiuni de eroziune diferențială (Carpații Orientali), înlăturarea locală a unor porțiuni din pânză și scoaterea la zi a autohtonului (așa numitele ferestre tectonice – vezi flișul extern al Carpaților Orientali) situație reflectată în peisaj printr-un relief de culmi mai joase, uneori depresiuni și concentrări de rețea hidrografică.

Formele de relief derivate au desigur în general redusă și o dispoziție izolată. Astfel pe flancuri de cute apar versanți structurali, cuate cu dimensiuni variabile, mici sinclinale suspendate, martori de eroziune (din roci calcaroase, granitice) de tipul klippelor și olistolițelor, creste simetrice și asimetrice etc.

### **2.3.5. Structura appalassiană și formele de relief individualizate pe aceasta.**

Structura este specifică munților vechi (frecvent hercinici) care au suferit o intensă modelare ajungând uneori la stadii de câmpii de eroziune (peneplene sau pediplene). În acest fel s-a ajuns la miezul structurii cutate unde ondularea stratelor este foarte strânsă încât acestea au o poziție aproape verticală; se adaugă unele corpuri magmatice vechi de tipul lacoliților sau batoliților. Ca urmare, o astfel de câmpie se va caracteriza printr-o succesiune de benzi petrografice mai late sau mai înguste ce au rezistență deosebită la atacul agenților externi. Mișcările neotectonice pozitive pot ridica câmpia la altitudini variate creând podișuri și masive. Pe acestea se va dezvolta o rețea hidrografică specifică iar procesele diferiților agenți se vor manifesta selectiv (în funcție de rezistența rocilor) rezultatele conturând un relief aparte. Se impun aliniamentele de creste și platouri la nivelul interfluviilor separate de văi asociate în rețea dendritică cu sectoare înguste (chei, defilee) și sectoare largi (culoare de vale cu terase, lunci extinse sau depresiuni)

Evoluția începe prin instalarea unei rețele hidrografice în sensul pantei generale dar se vor adânci și extinde mai repede râurile de pe faciesurile moi sau din lungul faliiilor. În timpul aceasta și afluenții se vor dezvolta diferit în funcție de concordanța sau neconcordanța ca poziție în raport cu benzile de roci cu alcătuire deosebită. Văile primordiale își vor păstra în cea mai mare măsură direcția inițială tăindu-și sectoare înguste în cele mai dure și largi în cele cu rezistență mică. Afluenții acestora însă se vor dezvolta cu predilecție perpendicular și oblic pe aliniamentul rocilor vecine facilitând impunerea unei rețele cu caracter dendritic. Între acestea vor rămâne interfluvii sub formă de creste (pe rocile dure), culmi rotunjite (pe rocile moi), platouri (unde stratele rezistente au grosime mare și extindere), aliniamente de vărfuri și șei (pe fâșii cu alternanțe de strate cu durități diferite), versanți abrupti sau cu trepte structurale în defilee etc.

Deci relieful appalassian (numele provine de la sistemul montan hercinic din America) rezultă pe o structură cutată, erodată, înălțată și pe care rețeaua de văi și

*modelarea s-au adaptat la particularitățile litologice. Pe ansamblu constituie un sistem de văi și interfluvii în rețea rectangulară pe care se înscriu numeroase forme structurale cu dimensiuni mici.*

### **3. Relieful dezvoltat pe structuri magmatice și eruptive**

Relieful dezvoltat pe materie consolidată cea provenită din topituri provenite de la adâncimi diferite din scoarța sau astenosferă constituie o categorie aparte ce dezvoltă peisaje inedite. Repartiția lor pe suprafața Pământului este legată de sectoarele labile dezvoltate îndeosebi la contactele dintre plăci (rifturi, subducții), în lungul unor fracturi ce ajung la bazine magmatice din scoarță sau în depresiunile tectonice orogenetice. Evoluția îndelungată a Pământului a fost însoțită permanent de consolidări de materie topită care au condus la crearea pe de o parte în scoarță a unor structuri cu dimensiuni și formă variate iar pe de alta la suprafața acestora de aparate și platouri vulcanice, de lanțuri de munți emeși sau submeși și prin ele la extinderea bazinelor oceanice ori a continentelor. Suprafețele continentale vulcanice supuse modelării au fost erodate diferențiat în timp astfel încât relieful vulcanic a fost redus la diverse forme-mărturii ale unor erupții din diferite epoci. În aceeași măsură erodarea profundă a masivelor muntoase (frecvent cristaline paleozoice sau mezozoice) este însoțită de scoaterea la zi a diverselor structuri magmatice consolidate în adânc și care datorită rezistenței mai mari la atacul agenților externi ajung să se impună ca forme de relief pozitive.

Deci, dublul specific genetic al formelor de relief vulcanic (unele rezultate prin acumulări suprapuse în timp de produse de erupție și altele derivate create de eroziune în acestea sau prin scoaterea la zi a corpurilor magmatice din adânc) le impune cu o categorie de relief structural distinctă. Se adaugă influența rocilor din care sunt alcătuite, care prin proprietățile fizice și chimice influențează specificul proceselor de modelare urmat de impunerea anumitor forme de relief.

#### **3.1. Magmatismul și corpurile create în scoarță. Relieful de eroziune dezvoltat pe acesta.**

Magmatismul constituie un ansamblu de procese care se realizează la diferite adâncimi în scoarță și care conduc de la generarea de magmă (materie topită cu temperaturi de la câteva sute de grade la peste 1000 grade) până la consolidarea ei în loc sau pe diferite traiecte cu poziție diferită în raport de bazinul de proveniență. Există un magmatism în zonele de rift dominat de acumulări – consolidări de magme bazice (bazalte, ofiolite), un magmatism în zonele de subducție și în spațiile continentale cu acumulări – consolidări de magme acide (granite, riolite) sau neutre (andezite).

- *Corpuri magmatice* rezultate prin solidificarea magmei în interiorul scoarței au dimensiuni și forme variate. Între acestea se impun:

- *batoliții* – sunt cele mai mari (zeci de kilometri pătrați) corpuri rezultate din consolidarea magmei în regiunile de orogen; frecvent sunt alcătuite din granite; granodiorite și au formă generală de cupolă; din ei pornesc consolidări tubulare cu dispoziție radială. În țara noastră batoliții sunt masa cristalină a M. Retezat;

- *lacoliții* – sunt mase de topitură frecvent granitică consolidată la o oarecare distanță de bazinul magmatic de care de leagă printr-un canal de alimentare frecvent cu desfășurare verticală (fracturi). Au o formă specifică impusă de consolidarea magmei între strate de unde baza relativ orizontală și partea superioară larg convexă. Are dimensiuni diferite, cei mai mari având diametre de câțiva kilometri. În România au fost identificați în Munții Măcinului;

- *filoane* sunt frecvent structuri magmatice alungite cu grosimi variabile (diametre maxime de mai mulți metri) care se desprind din batoliți, lacoliți sau alte corpuri magmatice și străpung pe diverse fracturi masa de roci care le acoperă pe acestea;

- *apofize* – sunt pătrunderi lineare de magmă în rocile care înconjoară un corp magmatic cu dimensiuni mari;

- *dykuri* – reprezintă corpuri magmatice cu mărimi variabile (grosimi frecvent de zeci de metri și lungimi de sute de metri) care au rezultat prin consolidarea magmei în crăpăturile formațiunilor pe care le străbate aproape vertical (exemplu între cele ale unui con vulcanic);

- *neckuri* – constituie corpuri formate prin consolidarea magmei sau a unui amestec de piroclastite cu lavă pe coșul vulcanic. De aici desfășurarea verticală sau de altă natură; au dispunere cvasiorizontală și dimensiuni variabile.

- **Formele de relief individualizate pe corpurile magmatice.** Prin specificul genetic corpurile magmatice se află la adâncimi variate în cuprinsul diferitelor masive muntoase, podișuri, vulcani etc. În urma erodării rocilor acoperitoare acestea sunt scoase la suprafață. Datorită rezistenței mari a lor în raport cu rocile vecine se ajunge la crearea unui relief distinct în care corpurile magmatice constituie forme pozitive iar în formațiunile limitrofe se dezvoltă depresiuni, văi largi etc.

În funcție de caracteristicile corpurilor magmatice (dimensiuni, desfășurare, alcătuire, grad de fisurare) și de climatul în care se produce modelarea lor rezultă forme de relief diferite. Între acestea frecvente sunt: *masive și culmi* relativ compacte cu dezvoltare pe o bună parte a batoliților sau lacoliților exhumați, *monticoli* cu dimensiuni variate dar cu partea superioară convexă și versanți abrupti; *ziduri și creste* ascuțite cu versanți abrupti (mai ales pe dykuri), *platouri* mărginite de versanți cu pantă mare dar care au dimensiuni mari pe lacoliți și mici pe silluri, ansambluri de *coloane rotunjite și blocuri sferice* (în climat cald și umed) sau de *vârfuri cu muchii și colțuri* înconjurată de mase de grohotiș (în climat rece); *jghiaburi* și văi înscrise pe aliniamente de crăpături etc.

### 3.2. Vulcanismul și relieful dezvoltat.

**3.2.1. Vulcanismul** este un ansamblu de procese care implică scoaterea materiei topite și a gazelor însoțitoare din locurile de formare (astenosferă sau vetre din litosferă) la suprafața scoarței (pe uscat sau în bazine marine și oceanice) unde va da naștere pe de o parte la consolidări de lave și acumulări de diverse produse solide iar pe de altă parte la emisii de gaze și vapori de apă. Dacă transferul topiturii și gazelor din adânc spre suprafață se realizează în lungul unor fracturi profunde, ieșirea lor se concretizează punctiform iar uneori pe aliniamente.

Vulcanismul este legat dominant de zonele de rift unde sunt efuziuni de materie bazaltică (lave bazice) și de zonele de subducție unde sunt lave acide precumpănitor andezitice. Se adaugă vulcanismul asociat „zonelor fierbinți” dezvoltate în diferite sectoare din interiorul plăcilor continentale sau oceanice. Aici ca urmare a concentrării la partea superioară a mantalei a unui volum însemnat de materie cu temperaturi foarte mari se produce crăparea scoarței și ascensiunea ei (D.Rădulescu 1976). De toate acestea sunt legate erupții care au generat în diferite etape ale evoluției Pământului munți și platouri vulcanice a căror urme se regăsesc atât în interiorul continentelor cât și în bazinele oceanice. Desigur că formele cele mai bine dezvoltate sunt cele impuse de erupțiile care s-au produs în pliocen și mai ales în cuaternar. Ele sunt răspândite pe mai multe aliniamente care reflectă cele trei situații genetice. Se află în lungul rifturilor din oceanele Atlantic și Pacific, în cele din estul Africii, Marea Roșie, Oc. Indian sau în unele care au avut funcționalitate în ere

geologice vechi (ex. în Europa de vest). Vulcanism activ se produce în ariile de convergență a plăcilor (Cercul de foc Pacific, Marea Caraibilor, Indonezia, bazinul Mediteranei iar în trecut centrul și estul Europei). Pentru cel impus de „zonele fierbinți” exemplele de manifestări actuale și recente (vezi D.Rădulescu 1976) sunt legate de Oc. Pacific (mai multe aliniamente de insule vulcanice și munți vulcanici submerși-Hawai-Midway-Kamciatka; Arh. Marshall – Gilbert Samoa; Touamotou – ins. Paștelui), placa africană (din golful Guineea-Camerun-bazinul Ciad-Tibesti cu vulcani vechi și recenți), Europa centrală (Eifel-valea Rinului-Boemia-Silezia cu activități în neozoic) etc. (fig. 48)

**3.2.2. Manifestările eruptive.** Deși au forme diverse exprimate atât prin intensitate, durată și rezultate, totuși pot fi reduse la câteva tipuri ce au ca modele unii vulcani analizați în detaliu în ultimile secole. Prin sinteză manifestările pot fi în spațiul continental dar și în cel oceanic, apoi lente (îndeosebi când erupțiile se produc cu lave bazice) și violente explozive (când acestea sunt legate de lave acide). Prin combinarea în timp a unor elemente (manifestarea, lăvele emise, forma rezultată etc.) rezultă câteva tipuri.

- **Manifestările vulcanice cu lave dominant bazice.** Ele au (D.Rădulescu, 1976) o fluiditate mai mare ce determină viteze de curgere ridicată (6-7 km/oră) o răspândire spațială însemnată și crearea unor forme de relief de tipul platourilor și depresiunilor de explozii sau de implozie. Se disting două tipuri importante:

- *Tipul hawaian* – separat prin analiza vulcanilor din arhipelagul Hawai (Kilauea, Mauna Loa, Mauna Kea etc.). Se caracterizează prin erupții de lave bazaltice fluide dar uneori explozive (dau așa numitele fântâni, jerbe de lavă), acumulări bogate de lavă (lacuri) în unele depresiuni cu durată variabilă, rezultă aparate vulcanice extinse în care se impun platouri (rezultate prin consolidarea pânzelor de lavă cu pante mici, conuri scunde de produse vulcanice rezultate prin explozii (zgură) și cratere largi din care curg șuvoaie de lavă și se elimină gaze, vapori de apă etc. (fig. 47)

- *Tipul islandez* specific unor vulcani din insule aflate în zonele de rift între care și cei din Islanda. Lava bazaltică foarte fluidă iese prin mai multe locuri înșirate în lungul unor fracturi profunde ale scoarței și se împrăștie pe distanțe mari creând platouri. Se pot forma și conuri cu dimensiuni reduse care sunt acoperite de noi pânze de lavă. În multe lucrări acest tip de erupție este asociat și cu procesul de consolidare a lavei sub calota de gheață de pe insulă. În această situație o parte din gheață se topește iar solidificarea lavei se face într-un mediu cu apă și vapori. Rezultă monticoli cu partea superioară plan convexă și versanți relativ abrupti alcătuiți din pilow-lavă.

- **Manifestări vulcanice cu lave dominant acide**, frecvent andezite, dacite, riolite. Deplasarea acesteia pe coșul vulcanic se realizează încet ceea ce conduce la consolidarea parțială sau totală a lavei relativ rapid pe aceasta sau la exterior. Acumularea de gaze sub presiunea la baza materialului solidificat determină sfărâmarea lui și expulzarea de materie fierbinte formată din produse solide, lichide și mai ales gazoase cu temperaturi care uneori depășesc mai multe sute de grade. Rezultă corpuri vulcanice cu formă, altitudine și structură variată. Se pot separa câteva tipuri:

- *Tipul vulcanian* – caracterizat pe baza analizei aparatului Vulcano din arhipelagul Lipari din nordul Siciliei. Procesele specifice sunt – erupții repetate de lave andezitice, formarea de cruste subțiri de materie solidificată ce este expulzată prin explozii provocate de gazele aflate sub presiune în coșul aparatului. În urma acestora rezultă blocuri, cenușă și lave care se acumulează pe flancurile aparatului

rezultând conuri în care există o structură cu alternanțe de strate din aceste produse (fig. 47).

- *Tipul vezuvian* stabilit prin evoluția aparatului complex al vulcanului de la sud de Napoli. Există o activitate în care alternează la intervale mari de timp erupții puternice, violente cu perioade și calm relativ. În prima situație din vulcan sunt eliberate cantități importante de produse solide (cenușe, bucăți de rocă etc.) ceea ce conduce la distrugerea unei părți din el. Se adaugă efuziuni de lavă vâscoasă (andezite) care se revarsă pe marginile conului și în acest mod realizarea unei structuri stratificate (lave, cenușe, bombe etc.). Totodată solidificarea lavei în craterul și coșul acestuia conduce la astuparea și încetarea acțiunii eruptive. Din acest moment începe o fază nouă caracterizată prin acumularea în coș și în adânc a unei mari cantități de gaze care vor exercita o puternică presiune asupra materialelor care le astupă ieșirea. Când limita de rezistență este depășită se produce o nouă explozie care în situațiile cele mai violente poate distruge cea mai mare parte din construcția vulcanică anterioară (ex. în 1883 a fost desființată cea mai mare parte din ins. Krakatoua sau în 79 î.e.n. o bună parte din anticul Vezuviu) sau poate crea depresiuni circulare largi.

- *Tipul peleean* este bazat pe manifestările de la începutul sec. XX ale vulcanului Mont Pelée din insula Martinica. Specificul este dat de câteva elemente. Mai întâi prin solidificarea lavei, frecvent andezitice, la partea superioară a coșului vulcanului rezultă un corp cu formă cilindrică pe care gazele sub presiune din adânc îl împing lent în exterior determinând creșterea în înălțime a vulcanului. Al doilea element important îl reprezintă așa numitele avalanșe fierbinți formate din gaze, lavă pulverizată blocuri și cenușă care ies și se revarsă pe flancurile conului pe distanțe mari când rezistența „dopului” este eliminată și se produce explozia.

- *Manifestări vulcanice mixte* în care fazele cu erupții de lavă acidă vâscoasă (andezite) alternează cu cele cu lave bazice fluide (bazalte). Sunt caracteristice vulcanului Stromboli de unde și numele acordat acestui tip (strombolian). În timpul erupțiilor se elimină cantități mari de gaze, vapori de apă și fragmente solidificate de lavă (bombe). Aparatul vulcanic are un crater în care lava clocotește continuu.

- *Manifestări vulcanice care produc numai erupții de gaze* sunt legate de degazificarea rapidă a lavei în fazele explozive la tipurile prezentate anterior (odată cu acestea sunt expulzate și produse solide rezultate din distrugerea aparatului vulcanic) sau prin eliminarea violentă a vaporilor de apă rezultați la contactul unei mase de magmă din interior cu apa care s-a infiltrat din exterior. Se produc geisere (Islanda, Kamciatka, Yellowstone, Noua Zeelandă etc.) sau formarea unor depresiuni circulare (cratere de explozie) fără conuri. Sunt numite în Germania (în bazinul Rinului) *maare*.

- *Manifestările vulcanice submerse* se înregistrează în bazinele oceanice și mări și sunt în mai mică măsură cunoscute în detaliu. Se pot separa (D.Rădulescu, 1976) două tipuri care sunt condiționate de adâncimea la care se produce emisia de materie vulcanică. Cele care au loc în lungul rifturilor și fracturilor din zonele de subducție datorită presiunii mari pe care o exercită masa de apă de deasupra au caracter liniștit, iar lava se acumulează și prin consolidare creează aparate vulcanice submerse care cresc deopotrivă în înălțime dar și în suprafață (ex. în lungul riftului atlantic). Când craterele ajung la înălțimi mici datorită presiunii reduse se realizează o formă de manifestare violentă cu expulzare de gaze, vapori de apă, cenușe, zgură, lavă etc. ce poate conduce la construirea de insule vulcanice. Din acest moment se trece la unul din tipurile caracteristice regiunilor de uscat.

**3.2.3. Produsele activității vulcanice.** Prin erupțiile vulcanice sunt expulzate în exteriorul scoarței trei categorii de produse.

- *Gazele și vaporii de apă* rezultă mai ales prin degazeificarea lavei sau din contactul acesteia cu apa, au pondere variată atât în timpul erupției cât și de la un tip la altul. Ele se constituie în amestecuri cu compoziție și temperaturi variate ce poartă diferite denumiri. Frecvente sunt *fumarolele* (sunt amestecuri de gaze cu temperaturi mari de la 300<sup>0</sup> la 1 000<sup>0</sup> și conținut cu N, H, CO, NH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, etc. în proporție variată), *solfatarele* (conținut bogat în SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, vaporii de apă cu temperaturi diferite) ce însoțesc erupțiile. Se adaugă *mofetele* (amestec de gaze în care precumpănește CO<sub>2</sub> și care au temperaturi sub 100<sup>0</sup>) specifice manifestărilor postvulcanice în așa zisele „*aureole mofetice*” ce înconjoară edificiile vulcanice) unde se produc ca gaze libere sau încorporate în apa carbogazoasă.

- *Lavele* care după conținutul chimic sunt bazice (temperaturi mari și fluiditate accentuată) și acide (temperaturi mai mici și vâscozitate ridicată) participă în măsură mare la realizarea edificiilor vulcanice. Ele se revarsă pe suprafețele limitrofe centrelor de erupție cu viteze diferite situație care se transmite în procesul de solidificare și se reflectă în tipul de acumulare rezultat (*pahoehoe* – cruste frecvent bazaltice; netede, lucioase și pe întindere mare; *lave cordate* – cruste vâlvurite rezultate prin acumularea lavei bazice în spatele unor obstacole; *aa* – masă de lavă fluidă care prin răcire se fragmentează în blocuri cu dimensiuni diferite și între care rămân goluri; *block-lava* – lava vâscoasă care în procesul consolidării prin răcire se rupe în blocuri paralelipipedice cu fețe netede; *coloane prismatice* rezultate prin dezvoltarea de fisuri de contracție în procesul de răcire a lavei – D.Rădulescu 1976, N.Atanasiu și colab. 1998).

- *Produsele solide* rezultă fie din particule de lavă care se solidifică brusc în aer în fazele de erupție fie din elemente de natură vulcanică ce provin din fragmentarea edificiului vulcanic în timpul exploziilor. Cele mai importante sunt: - *cenușa* (particule cu diametre sub 4 mm rezultate din distrugerea conului sau expulzarea violentă a produselor solide ce înfundă coșul vulcanului), *lapili* (bucăți de lavă consolidată cu diametre sub 30 mm; rezultă în timpul exploziilor puternice), *bombe vulcanice* (bucăți de lavă consolidată în aer la erupțiile violente; diametre de peste 10 cm și înfățișare fusiformă), *piatra ponce* (fragmente de lavă vâscoasă solidificate în aer care datorită pierderii rapide a gazelor devine poroasă), *scorii sau zgură* (fragmente de crustă bazică fragmentată printr-o degazeificare rapidă a lavei); *tufuri* (cenușe vulcanică slab cimentată; pot fi în funcție de natura elementelor constitutive – t. andezitice, riolitice, dacitice, trahitice etc.), *aglomerat vulcanic* (amestec cimentat de cenușe și bombe, lapili etc.); *lahar* (depozit la poalele conurilor vulcanice care a provenit din acumularea materialelor transportate de curgeri de apă cu cenușe, lapili, scorii etc.). (D.Rădulescu 1976, N.Atanasiu și colab. 1998).

**3.2.4. Relieful vulcanic.** Au rezultat fie prin activități vulcanice (acumulare de produse dar și explozii) fie prin acțiunea agenților externi. De aici, pe ansamblu caracteristica dublă de relief structural construit de factorul intern și de relieful petrografic prin ceea ce au realizat factorii externi de unde posibilitatea separării a două grupări de tipuri de forme.

➤ **Relieful vulcanic de construcție și explozie.** Sunt două categorii de forme care rezultă numai prin manifestările vulcanice. Configurația și dimensiunile lor sunt dependente de durată activității vulcanului și de tipul de produse rezultate. Cu cât durata și intensitatea fenomenelor sunt mai mari cu atât construcțiile sunt mai groase și extinse. Totuși separarea principalelor forme este dictată de materialele care se acumulează. Se disting câteva tipuri principale la care în funcție de specificul manifestării se individualizează alte subtipuri.



- *Conurile vulcanice* sunt formele de relief principale rezultate din acumulări de lave și piroclastite produse în condițiile unei succesiuni de erupții. Componentele acestora sunt:

- *Conul propriu-zis* constituie forma majoră care se impune prin dimensiuni (de la câțiva zeci, sute de metri înălțime la mai multe mii; diametru bazal ce poate ajunge la câțiva kilometri), înfățișare (de la con tipic la trunchi de con) și structură determinate de modul în care s-au realizat manifestările vulcanice. *La exterior* conul este alcătuit din: *versanți (flancuri)* cu dispoziție circulară, înclinare pe ansamblu de la accentuată (la cele alcătuite din produse acide) la mică (la cele formate din lave bazice) și formă în detaliu neregulată (în concordanță cu tipul de acumulări succesive);

- *Crater principal* cu formă circulară, ovală și care pe de-o parte sub muchie se continuă prin versanți cu pantă mare, uneori abruptă iar pe de altă parte prezintă o bază cu lavă care erupe (la cei activi) sau cu produse consolidate (la cei inactivi); uneori *cratere secundare* provenite din acumulări derivate sau prin explozii.

- În interiorul conului se separă *coșul vulcanic* pe direcția canalului prin care se realizează evacuarea lavei. Este circular în secțiune și profund până la bazinul magmatic. Din el se dezvoltă canale secundare prin care lava pătrunde în edificiul vulcanic unde se consolidează dând naștere la corpuri de tipul *dyckurilor, sillurilor* etc. La vulcanii stinși lava sau diverse produse piroclastice înfundă coșul creând *neckuri*.

Construcția conurilor în funcție de specificul manifestării și de tipul de lavă determină diferențierea de tipuri și subtipuri de aparate vulcanice realizate.

- *Vulcani formați din piroclastite și lave acide* au o frecvență deosebită în spațiul continental. Se separă ca subtipuri.

- *Stratovulcanii* cu cea mai complexă alcătuire, structură (lave, piroclastite în dispoziție stratificată, lahare) și configurație (versanți cu pante mari și neuniforme în desfășurare; cratere principale și advectione, înălțimi mari etc.); ex. Fuji, Etna.

- *Vulcani din piroclastite* au dimensiuni mici, o alcătuire dominant din cenușe, piatră ponce și unele pânze subțiri de lave bazice (ex. Monte Nuovo, Paricutin, Stromboli, Vulcano).

- *Vulcani formați din lave bazice (vulcaniscut)* sunt legați de efuziunile de lave bazice cu fluiditate mare. Specificul este dat pe de o parte de existența platourilor extinse formate prin acumulări groase de pânze de lavă iar pe de alta de prezența unor conuri ce au versanți (flancuri) cu pante foarte mici și cratere cu dimensiuni variabile (ex. vulcanii din Islanda, Hawaii, Faeroe, Etiopia).

- *Vulcani rezultați prin acumulări de materiale și explozii* sunt cei cu morfologia cea mai complexă. Eliminarea în timpul erupțiilor a unor cantități mari de materie ce participă la realizarea unor construcții întinse în exterior determină o „golire” a bazinului magmatic din interior. De aici se ajunge la dezechilibrări care sunt însoțite de prăbușiri în sectorul craterelor unde rezultă depresiuni cu dimensiuni mari (diametre de peste 1 km) numite *caldere*. Acestea sunt încadrate de versanți abrupti, iar în interior au lacuri de lavă, cratere mici prin care se elimină lava, gaze, iar uneori sunt și construcții secundare de tipul *conurilor*. La unii vulcani aflați într-o fază de relativ repaus (Vezuviu) în caldeiră există lacuri în jurul unor conuri secundare (atrio). În funcție de dimensiuni și formă, determinate de numărul explozii-prăbușiri, se separă mai multe subtipuri – *caldere monogene* (dimensiuni reduse și aproape circulară, rezultă dintr-o singură prăbușire), *caldere poligene* (dimensiuni foarte mari, conul vulcanic este în mare măsură afectat; rezultă din mai multe faze de

prăbușire) ce are ca subtipuri *caldere inelare* (atrio-depresiune în interiorul căreia în urma unor erupții secundare au rezultat conuri mici; în sectoarele joase sunt lacuri – ex. Vezuviu, Fâncel-Lăpușana în M.Gurghiu) și *caldere în trepte* circumscrise (Mauna Loa-Hawai). Exploziile puternice pot duce la eliminarea parțială a edificiului construit anterior încât aici nu mai pot fi reconstruite decât părți ale vechilor aparate (Krakatau).

- *Lanțuri și grupări de vulcani* se realizează în sectoare în care scoarța este fragmentată de mai multe linii de fractură profunde. Sunt construite aparate vulcanice cu dimensiuni foarte mari care se îngemănează se dezvoltă platouri și numeroase conuri. Cele mai multe sunt formate în neogen (ex. în vestul Carpaților Orientali).

➤ **Relieful pseudovulcanic de explozie.** Sunt legate de două tipuri de procese care în final creează depresiuni rotunde înconjurată mai mult sau mai puțin de valuri de materiale. Primul este impus de *exploziile de gaze și vapori de apă* aflate în scoarță și determinate de evaporarea rapidă a apei în vecinătatea unei mase fierbinți aflate la adâncime. Tipice sunt în vestul Germaniei (regiunea vulcanică Eifel) unde au desfășurare circulară și sunt umplute de lacuri; sunt numite *maare*. Al doilea tip a rezultat prin impactul unor corpuri extraterestre (meteoriti) cu scoarța. Prin explozia acestora au rezultat cratere cu dimensiuni mai mari înconjurată de valuri de materialul înlăturat (ex. în SUA, Canada, Australia).

➤ **Relieful de eroziune.** Reprezintă rezultatul atacului agenților externi asupra construcțiilor vulcanice prin diverse procese între care eroziunea este cel mai însemnat. Există diferențe între formele individualizate pe acestea.

- *Modelarea conurilor vulcanice* se impune din momentul în care activitățile eruptive încetează. Pe con se dezvoltă o *rețea hidrografică* care înregistrează o desfășurare diferită – *divergentă* la exterior, pe flancuri care se include în bazinele unor colectori cu dezvoltare inelară și alta *convergentă* pe flancurile ce mărginesc craterele în interior (scurtă, semipermanentă și cu debușeu în lacuri de crater). Adâncirea tuturor acestor râuri conduce la dezvoltarea de văi (*barancosuri*) și la fragmentarea treptată a părții superioare a vulcanului. Spațiile dintre barancosuri vor forma interfluvii largi (*planeze*) care pe măsura lărgirii văilor se vor îngusta. Râurile exterioare având un nivel de bază coborât și forță de atac mai mare în raport cu cele din crater își vor mări treptat bazinul. Prin eroziune regresivă vor străpunge muchia craterului pătrunzând în spațiul acestuia unde vor capta treptat rețeaua internă. Printr-o evoluție de durată mare conul va fi puternic fragmentat iar înălțimea sa va fi micșorată. Modelarea selectivă capătă un rol însemnat întrucât materialele din care sunt alcătuite conurile opun rezistență la atacul proceselor exogene (prin alterare, dezagregare, pluviudenudare, torențialitate etc.). Sunt înlăturate componentele necimentate sau slab coezive paralel cu punerea în evidență a corpurilor interne rezultate din solidificarea lavei pe diverse fisuri, crăpături. Rezultă un ansamblu de forme de relief pozitive noi – *coloane, turnuri, ziduri de lavă* consolidate care domină glacisuri și pedimente sau depresiuni. În timp și acestea, în funcție de condițiile climatice și gradul de fisurare sunt transformate într-o masă de blocuri rotunjite (climat cald și umed) sau angulare (climate care favorizează dezagregarea). Ceea se păstrează (suferă mici modificări) este desfășurarea pe ansamblu a rețelei hidrografice, aceasta constituind un reper important în reconstituirile paleoevolutive.

- *Modelarea platourilor vulcanice.* Platourile sunt legate de regiunile în care se produc efuziuni de lave bazice (dominant bazalte) care prin fluiditatea lor se întind pe areale extinse dând suprafețe slab înclinate. Repetarea erupțiilor asigură atât grosimea acumulării cât și caracterul structural (ușor monoclinal sau tabular) al dispunerii pânzelor de lavă. În procesul de răcire diferențiată și de eliminare a gazelor iau naștere

fisuri verticale care se adaugă planurilor dintre pânzele de lavă și corpurile de străpungere de tipul dyckurilor. Toate acestea conduc spre o structură relativ omogenă chimic (împune rezistență) dar neomogenă fizic (facilitează unele procese mecanice dar și alterarea în climat umed și cald). Se adaugă predominarea suprafețelor cvasiorizontale nefavorabile fragmentării. Ca urmare, platourile vulcanice își păstrează mult timp fizionomia. Totuși circulația apei pe suprafața platourilor dar și pe planurile de fisurare conduce la producerea de eroziune și alterare sau dezagregări (în funcție de climat). Rezultă generații de văi (*barancosuri*) desfășurate pe aliniamentele mai coborâte sau pe cele cu frecvență mare a fisurării. Ele au adâncimi diferite dar versanți cu pante accentuate. Între ele sunt interfluvii plate numite *mesasuri*.

Văile cele mai mari sunt adânci, au versanți în trepte și înfățișare de *canioane*. În timp râurile principale intersectează structurile de sub acumulările de lavă. Dacă acestea sunt alcătuite din roci cu rezistență redusă procesele de retragere a versanților se intensifică ceea ce conduce la dezvoltarea unor văi largi, depresiuni dar și a unor abrupturi pe capetele platoului de lavă. Finalul unei evoluții de durată este marcat de reducerea platourilor la martori de eroziune plați, izolați ce domină structura din bază. Tot martori rămân corpurile magmatice mai dure ce-au pătruns pânzele de lavă și care au fost puși în evidență de către eroziune.

#### 2.4. Relief dezvoltat pe structuri complexe

Specificul structural principal a acestora derivă din faptul că mișcările neotectonice prin ridicări, coborâri, flexuri și falieri au impus caracteristici noi unor structuri simple și prin acestea alte modalități de răspuns la atacul agenților externi urmate de crearea unor forme de relief specific.

##### 2.4.1. *Relieful dezvoltat pe structura faliată.*

Structura faliată poate fi inițial orice structură (tabulară, cutată, monoclinală etc.) dar care datorită mișcărilor tectonice este fragmentată în blocuri care pot fi ridicate, coborâte cu mărimi deosebite. Suprafața contactului dintre două blocuri formează *planul de falie*, linia care apare la zi în lungul contactului blocurilor reprezintă *linia de falie*, mărimea ridicării unui bloc în raport de celălalt constituie *înălțimea faliei*, distanța în plan a depărtării unui bloc în raport de celălalt este *pasul faliei* etc.

Într-o regiune faliată există un număr mare de blocuri. Așezarea în plan și pe verticală a lor și evoluția acestora sub acțiunea agenților externi conduce condiționat de alcătuirea petrografică și climat la individualizarea unor forme de relief specifice. Între acestea se impun trei tipuri:

- ***Abruptul de falie.*** Reprezintă porțiunea din planul de falie situată deasupra liniei de falie și reflectă, mărimea înălțării sau coborârii unui bloc în raport de altul. Evoluția și fizionomia lui depinde de mai mulți factori:

- rezistența rocilor din stratele care îl formează (cu cât sunt mai dure cu atât se menține mai mult formând chiar fronturi întinse);

- mărimea denivelării (valorile mari impun fronturi cu dimensiuni ridicate.

- condițiile climatice (climatul arid determină retragerea paralelă cu poziția actuală și generarea unor glacisuri de eroziune la bază; climatul cald și umed favorizează dezvoltarea văilor care fragmentează abruptul transformându-l în suprafețe triunghiulare numite „*fațete de falie*” ce se prelungesc în interfluvii înguste;

- mișcările tectonice care pot rejuca faliile ridicând sau coborând blocurile și prin aceasta dând naștere la situații noi.

- timpul (cu cât durata evoluției este mai lungă cu atât abruptul de falie va suferi transformări mai mari).

În timp pot rezulta mai multe *situații evolutive* ale abruptului de falie (fig. 50):

- *abrupt inițial*- nefragmentat;
- *abrupt cu fațete triunghiulare*; există văi dese care îl taie perpendicular.
- *abrupt atenuat* – înălțime redusă și înfățișare rotunjită (mai ales pe roci moi și în climat umed);
- *abrupt retras și cu glacis de eroziune la bază* (este legat de rocile dure și climat arid);
- *abrupt reînălțat* – când mișcările tectonice îl ridică din nou.
- *abrupt exhumat* - un abrupt refăcut prin eroziune diferențială după ce s-a produs nivelarea sa.

• *abrupt inversat* – rezultă după ce s-a produs nivelarea blocurilor; eroziunea se manifestă intens asupra blocului care anterior era ridicat (datorită alcătuirii lui din roci moi) creând un abrupt nou dar pe blocul celălalt.

- **Horstul** reprezintă o formă complexă reprezentată de blocuri faliate și înălțate. Pe toate laturile blocul are planuri de falie și domină prin abrupturi regiunile vecine. Sunt specifice masivelor muntoase hercinice sau caledoniene.

- **Grabenu** constituie o depresiune dezvoltată la nivelul unui bloc coborât și care este înconjurată de masive muntoase (culmi) ridicate tectonic. Între ele sunt planuri de falie (ex. culoarele tectonice din Carpații Occidentali, Depresiunile Brașov, Petroșani etc.).

- **Evoluția horsturilor și grabenelor**. Frecvent, asocierile de horsturi și grabene se află în regiunile hercinice, unde primele se desfășoară ca masive iar secunde ca depresiuni. Evoluția lor depinde în mare măsură de rezistența rocilor, climat (determină regimul scurgerii râurilor și indirect al eroziunii acestora, dar și de importanța altor agenți și procese), altitudine, mișcări neotectonice (reactivează deplasarea blocurilor pe verticală). Evoluția generală a lor este condiționată de însumarea evoluțiilor abrupturilor. Teoretic se pot produce câteva modele de evoluție dar în realitate variația regională a influenței factorilor genetici conduce la mult mai multe situații. În sinteză se pot distinge trei direcții:

- evoluție care determină erodarea completă a horsturilor și acoperirea grabenelor cu materialele dislocate încât se ajunge la o suprafață cvasiorizontală mixtă erozivă – acumulativă.

- evoluție care conduce la nivelarea totală sau parțială a horsturilor urmată de o nouă ridicare diferită (rejucarea faliiilor) a blocurilor însoțită de refacerea peisajului de blocuri și depresiuni;

- evoluție în care după crearea suprafeței mixte erozivo-acumulative, eroziunea se manifestă mai intens în blocul care anterior a fost horst unde la suprafață sunt strate cu rezistență mică. Ca urmare, fostul graben devine o formă de relief înaltă iar pe locul fostului horst rezultă o depresiune, deci o inversiune de relief în raport cu situația de la care s-a plecat.

#### 2.4.2. Relieful dezvoltat în structura discordantă

Structura discordantă reprezintă asocierea a două structuri diferite (una în bază frecvent cutată veche, și alta nouă eruptivă, tabulară, monoclinală) care sunt suprapuse între ele fiind un plan de discordanță. Acesta corespunde unei suprafețe de eroziune dezvoltată pe structura din bază când aceasta era exondată.

- **Realizarea structurii discordante** se face în mai multe faze diferențiate în timp. Structura bazală (frecvent cutată) aparține unui relief care a fost supus unei etape lungi de nivelare. Urmează coborârea tectonică a acesteia (câmpia de eroziune) sau ridicarea nivelului mării. În aceste situații relieful nivelat este acoperit de apă ceea ce conduce la acumularea de depozite sedimentare ce creează structura de suprafață

care poate fi tabulară sau monoclinală. O nouă ridicare tectonică a regiunii este urmată de o exondare și de începutul unei etape de eroziune pe uscatul apărut. Astfel în timp pe acesta vor rezulta trei grupe de forme de relief – *cele dezvoltate pe structura superioară, cele care se individualizează la contactul dintre cele două structuri* (acestea sunt cele specifice structurii discordante) *și forme care se vor individualiza pe structura din bază*. Astfel de situații sunt legate de regiunile hercinice care au fost peneplenate, fragmentate în blocuri, coborâte neotectonic și acoperite de apă și ulterior exondate și înălțate (fig. 50).

**- Formele de relief specifice structurii discordante sunt:**

- *Depresiunile de contact*. Se dezvoltă din momentul în care râurile au secționat structura de la suprafață și au ajuns la cea de dedesubt. Rocile diferite ca rezistență din cele două structuri (sedimentare deasupra și cristaline sau magmatice dedesubt) favorizează producerea eroziunii diferențiale și crearea depresiunii prin îndepărtarea stratelor superioare. Depresiunea va avea un contur neregulat și un profil asimetric cu versanții abrupti pe capetele stratelor structurii superioare și mai lini pe cealaltă.

- *Peneplena exhumată* constituie suprafața care reflectă stadiul de nivelare a structurii bazale; ea reteză structura cutată veche formată în general din roci dure (cristaline). Ea a fost fosilizată de sedimentele structurii acoperitoare și scoasă la zi (exhumată) de către eroziune ulterior prin îndepărtarea stratelor sedimentare. Printr-o evoluție de durată formațiunile suprastructurii sunt treptat îndepărtate încât ajung ca martori de eroziune situați deasupra peneplenei.

- *Văile epigenetice (supraimpuse) și depresiunile suspendate* se dezvoltă în regiunile unde structura din bază (veche) este fragmentată în blocuri ce au poziție verticală diferită. Ca urmare sedimentarul care le acoperă va avea grosimi deosebite. După exondare rețeaua de râuri care se formează urmărește panta generală a suprafeței de la exteriorul structurii sedimentare de deasupra. Râurile se vor adânci și la un moment dat vor intersecta blocurile cristaline care au poziția cea mai ridicată. În continuare se înregistrează evoluții deosebite în trei segmente ale văii. În aval de blocul cristalin adâncirea va continua normal, în sedimentar rezultă o vale largă. În blocul cristalin unde întreaga energie de care dispune va fi folosită numai pentru eroziune lineară rezultă o vale îngustă (chei, defileu) cu pantă longitudinală mare și cu numeroase praguri. În amonte de blocul cristalin unde va predomina eroziunea laterală întrucât acesta reprezintă un nivel de bază local ridicat; rezultă un sector de vale largă, care treptat se va transforma în bazinet depresionar rămas suspendat în spatele cheilor tăiate în blocul cristalin.

*Sectorul de vale îngustă secționat în masivul cristalin sau eruptiv va avea caracter epigenetic; o vale creată pe o direcție dictată de structura acoperitoare și care se impune prin eroziune lineară în structura dură de dedesubt. În spatele unor astfel de chei, defilee există totdeauna bazinete depresionare suspendate (sunt frecvente la văile din Munții Apuseni – Galda, Râmeț, pe Crișuri etc.).*

**Verificări:**

- Definiți principalele structuri geologice și diferențiați modul în care acestea influențează crearea unor reliefuli specifice.

- Recapitulați tipurile de forme de relief dezvoltate în fiecare structură și dați exemple din România și Europa.

- Realizați diferențe și asemănări între tipurile de văi care se formează în diverse structuri geologice.

## PARTEA A IV-A

# GEOMORFOLOGIE CLIMATICĂ

### Probleme:

- Climatele și individualizarea unor sisteme morfogenetice și prin aceste zone și a unor regiuni morfoclimatice.
- Caracteristici ale zonelor morfoclimatice și diferențieri regionale.

### 1. Geomorfologia climatică – caracteristici generale.

Începând cu finalul secolului XIX și în prima jumătate a sec. XX orientările principale în Geomorfologie le-au reprezentat studiul reliefului axat pe acțiunea agenților și a proceselor acestora. Sub influența ideilor lui W.M.Davis, A.Penck, W.Richtofen, Emm. de Martonne etc. s-a conturat o Geomorfologie sculpturală având ca secțiune principală cea fluvială (normală, întrucât apele curgătoare acționează peste tot), la care se adaugă cele care se referă la acțiunile și rezultatele celorlalți agenți ce erau asociate pe suprafețe terestre mai reduse și cu intervale de timp neregulate (de aici ideea de a le considera ca secundare, în raport cu intervențiile râurilor). Prin introducerea ciclurilor de eroziune s-a trecut de la o analiză izolată a fiecărui component morfogenetic la urmărirea lor în cadrul unor sisteme în care unul sau câteva dintre acestea aveau rol esențial în modelarea unei regiuni. În interpretările realizate, acțiunile râurilor aveau rol esențial, iar factorului climatic i se atribuia un rol accidental.

Pentru prima dată J.Büdel (1948) arată că pe de-o parte intervenția climatului în morfogeneză este importantă și continuă iar pe de altă parte faptul că fiecărui climat îi corespunde un adevărat sistem de eroziune. Tot la mijlocul sec. XX J.Tricart (1952-1960) în mai multe lucrări insistă pe ideea *sistemelor morfoclimatice văzute ca teritorii întinse cu un climat specific ce determină o anumită grupare de agenți și procese care imprimă în modelare fie o dominantă fizică (zonele reci apoi cele aride) fie una biochimică (taigaua, savana, pădurea ecuatorială)*. P.Birot (1960) sintetizează particularitățile modelării reliefului de diferite zone climatice. Cu aceștia se pun bazele unei concepții noi în Geomorfologie care a condus la diferențierea unei subramuri distincte „*Geomorfologie climatică*”. Aceasta se ocupă cu studiul sistemelor morfoclimatice individualizate atât în latitudine (zone morfoclimatice) cât și pe verticala masivelor înalte (etaje morfoclimatice). De altfel, J.Tricart singur și în colaborare cu A.Cailleux au scris cele mai multe lucrări de sinteză morfoclimatică. La baza acestei concepții morfoclimatice stau mai multe idei:

- agenții externi și procesele dependente de ei acționează diferit ca intensitate și timp de la o zonă sau etaj climatic la altele (îngheț-dezghețul se manifestă intens în zonele reci și etajul alpin, temporar în zonele temperate și uneori, la altitudine, în cele calde; vântul este prezent aproape pretutindeni dar are efecte distincte în regiunile cu climat arid etc.);
- în fiecare zonă sau etaj climatic agenții externi și procesele lor se asociază diferit, unii având rol hotărâtor în modelarea și crearea de forme de relief (în zonele reci acțiunile îngheț-dezghețului și zăpezii au rol esențial în raport cu cele legate de apa curgătoare, vânt cu care se asociază; în zonele calde și umede alterarea chimică și spălarea pantelor sunt primordiale față de curgerea apei, vânt etc.);
- în orice zonă sau etaj climatic se înregistrează o contradicție permanentă între atacul agenților morfogenetici dependenți de climat și rezistența locală, regională

creată de alcătuirea petrografică, structura geologică și formațiunile vegetale. De evoluția acestui raport depind atât formele rezultate cât și peisajul morfologic dezvoltat. Aceeași rocă sau structură evoluează diferit la atacul agenților externi în condiții climatice opuse (ex. un versant granitic suferă o fragmentare intensă prin dezagregare în climatele polar, subpolar și una prin alterare chimică în condițiile unui climat cald și umed; în prima situație rezultă un peisaj cu abrupturi, creastă și mase de grohotiș, iar în cea de a doua un ansamblu de coloane rotunjite, blocuri sferoidale și alveole);

- în orice sistem morfoclimatic acțiunile agenților și proceselor se ierarhizează, unele având rol conducător dar se și asociază diferit în timp determinând individualizarea unor forme de relief complexe (ex. în sistemul morfoclimatic temperat acționează pe prim plan procesele fluviatile urmate de cele gravitaționale, pluviudenudare și apoi de îngheț-dezgheț, nivație, vânt etc.; o terasă de 5-10 m altitudine a fost creată de un râu dar configurația ei la un moment dat depinde de eroziunea pe care acesta o exercită la baza frunții în timpul viiturilor, de șiroire și torențialitate care o fragmentează, de producerea unor acumulări intense de materiale venite de pe versant pe podul ei; înfăptuirea unei alunecări de teren implică mai o fază premergătoare când se rup lent legăturile care asigură stabilitatea terenului prin crearea de crăpături de uscăciune sau de către seisme, despădurire, eroziune la baza versanților etc. și apoi o fază cu precipitații bogate când pătrunderea echilibrului și deplasarea unui volum de materiale care va căpăta o formă specifică etc.);

- pe fondul climatic general ale unei zone geografice acțiunea proceselor are caracter local depinzând de particularități de pantă, expunere, alcătuire petrografică etc. Dar toate mecanismele morfogenetice se înscriu ca elemente în sisteme morfogenetice ce impun reliefului un specific de evoluție și un rezultat de ansamblu reflectat în peisajul morfologic (într-un climat semiarid evoluția versanților diferă sezonier, în cel uscat se produc dezagregări și căderea materialelor mărunțite iar în cel cu ploi torențiale spălarea în suprafață și șiroirea care conduc la înlăturarea de pe versant a materialelor disponibilizate; în timp versantul se retrage iar la bază se individualizează pedimente ca suprafețe de echilibru);

- într-un sistem morfoclimatic pot acționa mai multe *sisteme morfogenetice care sunt asocieri regionale, locale de agenți și procese ce generează anumite reliefuluri*. Pot fi legate de grupări de agenți (sistemele crio-nival, glacio-nival etc.), grupări de procese (sistem fluviatil, eolian, litoral), grupări pe un specific de evoluție local (ex. versanți neechilibrați, echilibrați și subechilibrați; albiile de râu – neechilibrate cu eroziuni intense, transport bogat de materiale; echilibrate cu transport de apă și materiale în suspensie, eroziune laterală și subechilibrat cu o dominanță a aluvionării); grupări pe un specific evolutiv regional (în România se pot separa – sisteme morfogenetice carpatice, deluroase, de câmpie, litorale în cadrul cărora se subordonează altele, deci o ierarhizare);

- în cadrul sistemelor morfogenetice mecanismele prin care se realizează formele de relief se diferențiază mai întâi calitativ ca tip și mod de producere (asociere). De exemplu îngheț-dezghețul are rol esențial ca agent principal în regiunile cu climat subpolar (sfarmă rocile generând fragmente colțuroase) dar el influențează regimul de manifestare al modelării proceselor polizonale (acțiunea apei pe versanți sau în albiile râurilor de unde o anumită ritmicitate a proceselor și exprimată în formele de relief rezultate (în funcție de numărul și frecvența ciclurilor de îngheț-dezgheț rezultă o dezagregare mai puternică sau mai slabă asociată cu volume diferite de mase de grohotiș; repartiția neuniformă a cantității de precipitații în timpul anului

se reflectă în regimul scurgerii apei râurilor care va avea intervale cu intensități diferite a proceselor din albie);

- vegetația și solurile care cunosc o desfășurare pe zone și etaje climatice, prin poziția de „ecrane” între agenți și rocă introduc diferențieri în acțiunea proceselor morfogenetice; la scară globală aceasta conduce la separarea a trei grupe de zone și etaje morfogenetice. O primă grupă are ca specific dominarea proceselor fizice întrucât lipsa vegetației sau discontinuitatea repartiției atât spațial cât și în timpul anului oferă un contact direct al agenților cu roca. A doua grupă aparține zonelor și etajelor cu vegetație bogată de unde caracterul dominant al proceselor biochimice (spațiile ecuatoriale, musonice) și lipsa sau slaba manifestare a celor mecanice (au caracter local fiind stimulate de pantă, rocă sau de scurgerea apei în albia râurilor). În cea de a treia grupă sunt zonele și etajele cu vegetație prezentă sezonier (savane, stepă, silvostepă, tundră, etaj subalpin etc.) unde cele două caracteristici morfogenetice se succed.

În prima și ultima grupă formele de relief rezultate sunt numeroase și reflectă acțiunea agenților cu rol primordial în sistemul morfogenetic. Ele constituie elementele de bază ale peisajului morfologic. De aceea în cele mai multe lucrări geomorfologice acestea sunt prezentate ca aparținând unor zone morfoclimatice tipice. Dar zonarea morfoclimatică a suprafeței terestre impune și caracterizarea celor din cea de a doua grupă unde deși există sisteme morfogenetice importante și specifice totuși formele de relief rezultate nu constituie elemente însemnate în peisajul general care este dominat de vegetație.

În concluzie se pot diferenția pe suprafața Globului mai multe zone morfoclimatice cu relieful specific rezultate din îmbinarea acțiunii diverselor agenți externi sub influența factorilor climatici

## 2. Zone morfoclimatice

### 2.1. Zona morfoclimatică caldă și umedă cu modelare impusă dominant de alterarea chimică.

➤ *Desfășurare și caracteristici bioclimatice.* Ocupă mai întâi spații extinse de-o parte și de alta Ecuatorului uneori până la latitudinea de  $10^0$  suprapunându-se în linii largi peste domeniul zonei climatice ecuatoriale. Se includ Amazonia, coasta golfului Guineea, o mare parte din bazinul fluviului Congo, Malaezia, Indonezia, Filipine etc. La acestea se adaugă și alte regiuni situate între  $10^0$  și tropice unde poziția barierelor muntoase în raport cu circulația maselor de aer (climat musonic) a favorizat precipitații bogate și o vegetație luxuriantă (coastele Indiei, Indochinei, sudul Chinei, Australia de NE, estul Madagascarului, Brazilia de NE, Antilele etc.).

*Climatul* acestor regiuni este cald și foarte umed. Temperaturile medii lunare depășesc  $20^0$ , amplitudinile termice anuale dar și cele diurne oscilează între  $3-5^0$  la Ecuator și  $10^0$  la tropice (sunt mici în spațiul pădurii și mai mari unde ea a fost îndepărtată. Anual cad cca 1200 – 2200 mm precipitații; în lunile cu echinocții peste 200 mm pe când cele mai mici în cele cu solstiții (sub 100 mm) în insule muntoase (ex. Marschall unde se produc anual cca 4 500 mm) în nici o lună valorile nu scad sub 100 mm; în regiunile musonice aproape 2/3 din cantitățile medii de 2000-2500 mm se produc în sezonul de vară. Cu toate acestea în lunile sau în sezonul cu ploi mai puține în sol există apă suficientă pentru a nu afecta ciclul biotic și alterarea chimică.

Climatul cald și umed favorizează dezvoltarea unei vegetații bogate și dense reprezentată de păduri higrofile (în climatul ecuatorial) și mezofile (la latitudini mai mari). Ele se remarcă printr-o densitate mare a plantelor, dispunere etajată (arbori înalți ce ajung la 40-50 m ce creează o suprafață umbroasă discontinuă; arbori cu înălțimi de 20 m cu o densitate mare care alcătuiesc un strat compact întreținând un



grad de umbrire și umiditate aproape uniform; un nivel cu arbuști și unele plante ierboase la parter) ce întreține un topoclimat cald, extrem de umed (90% umiditate relativă și aproape constantă), cu aproape 60% din precipitațiile reținute de sol, un grad de umbrire ridicat. În pădurile mezofile există amplitudini termice, mai multă lumină și diminuarea umidității în sezonul cald și secetos. Pădurea reprezintă un ecran de protecție a rocilor în raport cu majoritatea agenților externi dar favorizat alterării chimice.

➤ **Procese și forme de relief specifice**

- *Alterarea* este în aceste condiții bioclimatice procesul de bază care afectează solul, depozitele groase dar și rocile. Cantitățile mari de materie organică sunt aproape în întregime descompuse, procesul fiind realizat de bacterii, ciuperci (în mediul acid) și mușcagii (în soluțiile oxigenate). Apa caldă încărcată cu acizii rezultați din descompunerea materiei organice și CO<sub>2</sub> are un rol esențial în procesul de alterare chimică a rocilor, îndeosebi prin hidroliză. Soluția pătrunde lent prin rețeaua de fisuri și crăpături din rocă provocând un lanț de reacții chimice care în final determină transformarea acesteia pe grosimi mari într-un depozit de alterare (alterit). Pe rocile acide (granite) alterarea este mai rapidă și intensă în raport cu cele bazice (bazalte) datorită conținutului alcalin al soluției. De asemenea procesul este rapid în rocile cu un grad de fisurare accentuat sau în cele cu alcătuire mineralogică variată.

La început prin hidroliză sunt eliminate din constituția rocii-bazele care dau hidroxizi (K, Ca, Mg, Na) prin care se asigură un mediu alcalin ce stimulează extragerea unei părți din silice sau chiar separarea de oxizi și hidroxizi de fier și aluminiu de unde culoarea roșie sau portocalie a depozitului.

Într-o fază avansată a procesului, când prin epuizarea bazelor mediu devine acid, se ajunge la mobilitatea oxizilor de fier și aluminiu care sunt antrenați spre baza depozitului unde prin concentrare vor forma un orizont distinct. În regiunile unde se produc alternanțe sezoniere în cantitățile de apă și în valorile de umiditate orizontul se întărește dând cruste de culoare roșie.

Pentru depozitele de alterare se folosesc termeni diferiți – *argile lateritice* când domină caolinul, *cuirasa lateritică bauxitică* când abundă oxizii de aluminiu, *cuirasa alteritică feruginoasă* cu predominarea oxizilor de fier.

În alcătuirea unui depozit de alterare (alterit) se diferențiază mai multe orizonturi cu caracteristici distincte.

Astfel la partea superioară există un orizont argilos cu un conținut bogat în silice. Sub acesta, pe grosimi uneori de mai mulți zeci de metri, urmează un *orizont în care roca este intens alterată* se sfarmă ușor și are un conținut bogat în caolin la care se adaugă silicea. *Orizontul al treilea* este alcătuit din porțiuni *de rocă nealterată și porțiuni în lungul crăpăturilor* unde hidroliza a dat *caolin*. În baza lui este *roca nealterată*. Deasupra depozitului există solul (*latosol sau pedalfer*) cu grosime de câțiva metri.

Realizarea unei astfel de structuri se face în timp îndelungat (zeci de mii de ani) prin însumarea rezultatelor mai rapide sau mai lente ale alterării.

În afară de meteorizare care impune depozitul de alterare în aceste regiuni se înregistrează și acțiunea altor agenți și procese care pot fi urmărite local, la nivelul versanților și în albiile. Între acestea, semnificative pentru dezvoltarea unor forme de relief cu reflectare în peisaj sunt:

- *Alunecările de teren* sunt favorizate de prezența argilelor, a pantelor și a unei cantități mari de apă. Ele afectează depozitele de alterare uneori pe grosimi importante. Dau forme diferite în funcție de poziția patului de alunecare. Acesta poate fi la sub 1 m (alunecări superficiale, vâlurite), alunecări cu jghiabul de glisare la baza

orizontului argilos sau la contactul cu roca puțin alterată (rezultă deplasări de proporții care au râpe, trepte și valuri cu dimensiuni mari). La o îmbibare intensă a unor sectoare din alterit se poate ajunge la *curgeri noroioase* ce produc distrugerii materiale însemnate.

- *Spălarea în suprafață și șiroirea* sunt procese a căror realizare depinde de mai mulți factori – cantități mari de apă din precipitații și frecvența producerii de averse (îndeosebi la latitudini mai mari), tipul de rocă sau depozit (cele argiloase favorizează spălarea iar cele silicoase și ușor cimentate procesele de șiroire), pantă (pe cele sub 10<sup>0</sup> precumpănește spălarea iar pe cele care depășesc această valoare se manifestă șiroirea), formațiunile vegetale (pe suprafețele împădurite lipsesc iar pe terenurile despădurite se înfăptuiesc în funcție de celelalte condiții). Importanță însă este spălarea în suprafață care dislocă cantități însemnate de materiale de pe versanți ce ajung în albiile râurilor constituind preponderent debitul solid al acestora. Totodată se produce pe ansamblu o *evoluție a versanților* care capătă treptat un profil convex-concav. Prin eliminarea materialelor alterate din lungul crăpăturilor rezultă un *relief rezidual* de coloane, turnuri fără muchii și unghiuri. Sunt „*căpățânile de zahăr*” care abundă pe masivele granitice vechi unde există un grad ridicat de fisurare. În aceeași măsură fragmentele de rocă prăbușite alunecate sunt supuse alterării și transformate în *blocuri sferoidale*.

- *Procesele fluviatile*. Cantitățile mari de precipitații asigură debite bogate și cu fluctuații reduse (evidente la râurile mici prin producerea de inundații sau restrângerea albiei). Frecvent regiunile ecuatoriale sunt alcătuite din roci vechi (cristalin, granite, gneise etc.) care au fisuri și alcătuire variată. Acestea constituie elementele principale care influențează mecanismul proceselor din albie. Specificul este dat de o îmbinare între alterare și transport, celelalte procese fluviatile având un rol secundar. Alterarea în lungul fisurilor din albia râurilor și maluri conduce la transformarea locală a rocilor într-un produs argilo-nisipos fin care este spălat și transportat de către apa râurilor. În timp porțiunile dure rămase din rocă vor forma aliniamente nealterate cu blocuri și praguri cu dimensiuni mici printre care apa râului se despletăște. Materialele fine rezultate în albie li se adaugă cele spălate de pe versanți. Împreună formează debitul solid care predominant este în suspensie.

Eroziunea este extrem de slabă și limitată la locurile din albie unde rezultă materiale grosiere aduse prin alunecări sau din alterarea unor roci sedimentare, cu elemente silicioase mari. Deși există praguri (multe de natură tectonică), ce au diferențe de nivel importante, fenomenul de retragere regresivă a lor este redus fiind impulsivat de alterarea selectivă a rocilor cel compun, îndepărtarea prin spălare a produselor descompunerii chimice și ruperea de fragmente din cele rămase. Când pragul este alcătuit din roci rezistente și omogene atunci panta se conservă timp îndelungat.

Acumularea materialelor transportate se face în sectoarele de albie cu pantă mică, cu predilecție la fluvii în cursul inferior la vărsarea în ocean.

În aceste condiții profilul longitudinal al văilor se va caracteriza printr-o însumare de sectoare cu pantă redusă (în aval la vărsare dar și în amonte în porțiunile alcătuite din roci puternic fisurate unde alterarea chimică este intensă) și sectoare cu praguri (de natură tectonică sau create prin diferențierea intensității alterării pe contactele dintre porțiunile de albie cu roci diferit diaclazate).

### 2.3. Zonele morfoclimatice tropicale cu morfogeneză sezonieră:

- *Desfășurare și caracteristici bioclimatice*. Au o extindere mare și continuă între 5-20<sup>0</sup> latitudine (în Africa din Senegal în Sudan și din Angola până în vestul

Madagascarului; în America de Sud în podișurile Braziliei, Venezuelei și Columbiei; în nordul Australiei) și regional (insular) chiar până la 30° în sudul Africii și 35° în Argentina.

Pe ansamblu peisajul este definit de regiuni deluroase și de podiș acoperite de o vegetație formată de ierburi, arbuști dezvoltată într-un climat cald cu un sezon secetos și altul ploios și în care pedimentele, inselbergurile și crustele se impun în relief. Constituie *zone morfoclimatice de trecere de la cea impusă de meteorizare bazată pe alterare chimică la cele în care procesele mecanice și fizice sunt pe primul plan.*

*Climatul* are două anotimpuri distincte și relativ egale ca durată legate de pendularea sezonieră a ecuatorului termic și a sistemului de influențare a circulației maselor de aer. Vara se extinde aria calmelor ecuatoriale, temperaturile medii lunare sunt între 20° și 25°, cade cea mai mare parte din cantitatea anuală de precipitații (cca 1000-1200) în bună parte sub formă de averse, umiditatea relativă va avea valori de peste 75%. În sezonul uscat în aceste zone își extind aria de manifestare alizeele care aduc dinspre tropice aer cald, fierbinte și uscat. Acum pentru morfogeneza sunt semnificative amplitudinile termice de 10-15° (încălziri diurne de peste 30° și răcirii nocturne în jur de 15°), o slabă umiditate a aerului, precipitații reduse (averse) cu una-două luni când lipsesc. Situații aparte se înregistrează în regiunile din vecinătatea zonelor ecuatoriale și deșertice unde sunt mai intense sezoanele umede și respectiv arid.

În aceste condiții vegetația este de ierburi sezoniere și arbori rari. Ea nu are o dezvoltare continuă deci, un grad de acoperire diferit (areale cu vegetație dense și areale în care acestea lipsesc). Pe versanții înclinați unde se produc șiroiri precumpănesc blocurile și fragmentele de crustă între care se păstrează petece de vegetație; în albiile văilor, cu intense aluvionări, există o vegetație bogată. Variațiile de umiditate sezoniere se reflectă și în oscilația rolului de ecran al vegetației. În perioada pluvială plantele care se dezvoltă bine și repede rețin o mare parte din apă diminuând producerea șiroirii dar favorizând producerea de hidroxizi. În sezonul uscat când acestea lipsesc temperaturile diurne se propagă cca 0,5 m (la incendii ajung până la 1 m scăzând de la 100° la suprafață la 50-60° în adâncime) ceea ce stimulează trecerea hidroxizilor în oxizi dar și întărirea orizonturilor argiloase.

**- Agenți, procese și forme de relief.**

Principalii agenți modelatori sunt – meteorizarea, apa de ploaie, apa curgătoare și viețuitoarele.

- *Meteorizarea, procese morfogenetice și formarea crustelor.* Existența a două sezoane cu diferite caracteristici pluviale și grad de acoperire cu vegetație impune diferențierea funcțională și ca intensitate a proceselor de meteorizare. În perioada umedă domină cele care produc alterarea chimică (îndeosebi hidratarea și hidroliza) având consecințe aproape similare cu ceea ce se realizează în zona ecuatorială. Are loc îndepărtarea bazelor și a unei părți din silice dar și concentrarea hidroxizilor de fier și aluminiu. În intervalul uscat lipsa vegetației ierboase facilitează încălzirea puternică a solului și rocilor. Se produc – eliminarea apei din acestea, transformarea hidroxizilor în oxizi dominant de fier, aluminiu și mangan, întărirea depozitului, formarea unor cruste roșii, portocalii groase.

Prin modul de concentrare a oxizilor (în loc și la oarecare depărtare de locul provenienței) rezultă și tipurile principale de cruste.

- *Concrețiuni autogene* (în loc) se produc în depozitele și solurile ce acoperă podurile interfluviilor (resturi din pediplene, mai ales în sectoarele cu roci cu conținut bogat în fier). Aici în sezonul umed se produc alterări (bacteriile descompun

mineralele și facilitează deplasarea fierului către baza depozitului) și o sărăcire în silice (este preluată de plante care o încorporează în tulpini) iar în cel uscat acumularea de oxizi care determină formarea și îngroșarea unei *creste autogene* (Brazilia, Guyana, Liberia).

În soluri, oxizii de fier precipită în jurul particulelor de silice sau de argilă. În depozite și în rocile parțial alterate oxizii se concentrează pe fisuri, crăpături formând cu fragmentele de rocă nealterate o crustă conglomeratică.

- *Concrețiuni alogene* se produc pe suprafețe slab înclinate și cvasiorizontale întâlnite pe glacisuri, în lunci, conuri de dejecție și în depresiuni. Rezultă cruste alogene cu dimensiuni mari. În anotimpul umed apele care vin de pe versanți acoperă suprafețele de la baza lor creând aici soluții. În sezonul uscat este eliminată apa prin evaporare, aerul pătrunde prin pori, fisuri, crăpături de uscăciune, galerii create de animale și produce oxidări însoțite aici de aglomerări de grăunți de cuarț îmbrăcate cu oxizi. În timp depozitul capătă o structură formată din concrețiuni clare și porțiuni argiloase. În depozitele din lunci sau de pe fundul depresiunilor unde precumpănesc nisipurile și argilele și ca urmare porozitatea este mare în condițiile în care aportul de soluții bogate în hidroxizi este mare concreționările sunt deosebit de însemnate rezultând cruste groase. Dacă aportul este mic rezultă un depozit nisipos roșu care prin cimentare se transformă în gresii feruginoase.

Deci crustele au caracteristici structurale și grosimi diferite în funcție de tipul de materiale în care s-au realizat. Astfel se pot prezenta sub formă de plăci (pot avea grosimi de câțiva metri) sau blocuri care după conținut pot fi grezoase, conglomeratice (în depozite de pietriș), brecioase (concrețiunile unesc blocuri de altă natură sau fragmente din plăci sfărâmate), epigenetice (îndeosebi pe rocile șistoase care sezonier sunt acoperite de apă; concrețiunile sunt pe planuri de șistuoșitate).

Crustele nu ocupă suprafețe foarte mari și au un caracter discontinuu caracteristici legate de formarea lor în locurile cu pantă mică și unde există o circulație activă a soluțiilor bogate în fier, aluminiu, mangan etc. Ca urmare, în aceste regiuni sunt sectoare în care există cruste în alternanță cu altele cu depozite sau roci parțial alterate situații care fac ca modelarea să aibă un net caracter selectiv, crustele având rol de roci cu duritate mare.

Evoluția cea mai rapidă o au crustele autogene și peste tot unde au grosimi și extindere mică. Ele sunt atacate din lateral la contactul cu alteritul necimentat. În final sunt transformate în martori de eroziune ce domină cu câțiva metri sectoarele mai joase rezultate din excavarea alteritului.

Mult mai variată este evoluția crustelor ologene care au o structură completă. Scoarța propriu-zisă are grosime mare (frecvent peste 5 m) iar sub aceasta se află alteritul la fel de bine dezvoltat. La cele formate pe conuri aluviale sau glacisuri acestea prezintă atât o creștere în grosime și în consistență plecând de la baza versantului spre exterior cât și o înclinare în același sens. Evoluția conduce mai întâi la detașarea crustei de versantul interfluviului eroziunea apelor fiind deosebit de activă pe contactul dintre ele. Astfel sectorul cu crustă are forma un martor de eroziune cu dimensiuni mari și cu formă asimetrică. Ulterior modelarea se va face diferit pe versanții martorului. Cel dinspre interfluviu va avea o pantă generală cu valoare ridicată întrucât secționează capetele crustei dar și alteritul. Înclinarea crustei îi conferă caracter de frunte de cuestas. Modelarea se face prin diverse procese – mai activ în alterit prin șiroire, alunecări, sufoziuni etc. și mai slab în crustă (șiroire și prăbușiri) astfel că frecvent profilul versantului va evolua spre o configurație cu un sector abrupt pe crustă, o surplombă la contactul acesteia cu alteritul și o pantă largă concavă pe alterit. Când surplombele se dezvoltă mult marginile plăcii (cruste) se

fragmentează și se prăbușesc la baza pantei unde prin recimentare se poate ajunge la individualizarea unor petece de cruste secundare.

Versantul opus are un caracter de suprafață structurală fiind adesea neted (bowal în Africa). Eroziunea se va produce în două situații. Mai întâi pe suprafața structurală în sensul înclinării prin spălare, șiroire în lungul fisurilor sau a fâșiilor slab consolidate. Fragmentarea va fi înceată întrucât atât grosimea cât compactitatea sunt însemnate. A doua situație se produce după crearea unor văi. În timp poate rezulta un versant secundar cu crustă la partea superioară și alterit în bază care va urma o evoluție similară cu aceea a versantului dinspre interfluvii.

- **Spălarea în suprafață, șiroirea și formarea pedimentelor** (*glacisurilor de eroziune*). Sunt procese cu rol esențial în modelarea versanților datorită frecvenței averselor care au o intensitate deosebită în lunile de trecere de la un sezon la altul. Eficacitatea este mare la schimbarea celui uscat cu cel umed când ploilor torențiale li se adaugă lipsa vegetației și prezența crăpăturilor de uscăciune sau local a celor produse de incendii.

Pe pantele sub  $10^0$  predomină spălarea în suprafață care la început apare ca șuvoaie care prin unire dau pânze ce antrenează mase însemnate de materiale fine rezultate din alterare. Pe suprafețele care depășesc  $10^0$  înclinare, solurile și alteritul sunt subțiri (sub 1 m grosime), rezerva de apă este mică, iar vegetația discontinuă și slab dezvoltată nu asigură protecție. Ca urmare, la averse apa se concentrează producând eroziuni lineare ce dau naștere la ravene cu mărimi diferite.

Efectul generalizat al acțiunii succesive a meteorizării și pluvio-denudării va fi retragerea versanților și dezvoltarea la baza lor a unor pante de echilibru morfodinamic de tipul *pedimentelor* (în terminologie engleză) și *glacisuri de eroziune* (în terminologie franceză) care au o mare desfășurare în Brazilia și Sudan. La exteriorul lor materialele transportate de apă se acumulează și pot fi cimentate prin concentrările de oxizi de fier rezultate din spălarea versanților. Rezultă diferite tipuri de concrețiuni feruginoase cu grosime mică.

În timp, prin extinderea pedimentelor, se ajunge pe de o parte la individualizarea unor suprafețe de nivelare mari de tipul *pediplenelor* iar pe de alta la fragmentarea interfluviilor și reducerea lor la un ansamblu de vârfuri cu înfățișare conică de cupolă (numite *inselberguri*) și care sunt separate de pedimente.

Inselbergurile sunt legate de sectoarele din interfluvii unde sunt roci dure (gneise, granite, diabaze). Dacă punerea în evidență a acestor forme este legată de producerea eroziunii selective pe contactul dintre roci cu duritate diferită, ulterior pantele mari ale inselbergurilor vor evalua atât prin meteorizare (îndeosebi dezagregări prin cristalizare și insolație) cât și prin prăbușiri, pluviudenudare.

• **Procesele fluviatile și tipurile de văi.** Se produc diferit în funcție de generația de râuri și de succesiunea sezoanelor. Există râuri cu bazin superior în regiunile ecuatoriale care au debite mari și care la traversarea savanelor în anotimpul secetos înregistrează variații mici de nivel și debit. Pe de altă parte sunt mai multe generații de râuri autohtone a căror scurgere este puternic influențată de regimul sezonier al ploilor, marea majoritate secând în lunile fără precipitații. În albiile lor ajung materiale grosiere rezultate prin eroziunea exercitate de ravene sau din spargerea crustelor etc. Apa râurilor încărcată cu acestea, în timpul averselor, va exercita mai întâi o puternică eroziune liniară dar și laterală ceea ce va duce la creșterea debitului solid dar și la lărgirea albiilor. În al doilea rând se va înregistra un transport bogat și rapid în concordanță cu crearea unor pante de scurgere cu valori ridicate (capabile să asigure transportul elementelor mari) unde roca este la zi dar și a unor pante mici unde se înregistrează acumulării însemnate. Râurile cu debite mici

care nu pot prelua în întregime materialele sosite de pe versanți au dezvoltat văi cu profil transversal rotunjit. Spre deosebire de acestea la cele care au o scurgere bogată se asigură nu numai îndepărtarea materialelor alohtone dar și a alterărilor realizate în loc astfel că în configurația văilor se impun albi și lunci largi și netede încadrate de versanți cu pante ridicate. În lunci în sectoarele cu aluvionări bogate se pot realiza concrețiuni feruginoase și chiar cruste.

- *Alunecările de teren* se produc pe versanții în care alteritul este gros și mai ales bogat în argilă. Efectele sunt mai mari pe cei la care peste alterit există cruste feruginoase unde alunecările determină și ruperea unor bucăți din aceasta.

- *Sufoziunea* are loc în depozitele argilo-nisipoase care au grosime mare iar crusta feruginoasă de deasupra lor prezintă crăpături. Apa pătrunde prin acestea, circulă la nivelul formațiunilor argiloase până în versanți unde dau izvoare sufozionale. În timp în depozit rezultă tunele, hrube și hornuri sufozionale care contribuie împreună cu alunecările și șiroirea la degradarea crustelor.

- *Procesele biotice* sunt legate mai întâi de activitatea bacteriilor în sezonul umed și apoi a termitelor. Acestea din urmă sunt frecvente în depozitele nisipo-argiloase mai ales în cele fără crustă feruginoasă dar acoperite de ierburi. Furnicile extrag din depozit particule de argilă și de nisip fin pe care le acumulează în exterior formând cuiburi cu înălțime de 2-4 m aflate la distanțe mici.

### **2.3. Zonele morfoclimatice uscate cu morfogeneză impusă permanent de procese fizice:**

➤ *Desfășurare și caracteristici bioclimatice.* Zonele includ regiuni desfășurate în extrem între 5<sup>0</sup> și 45<sup>0</sup> latitudine dar cu o concentrare mai mare la tropice. Le sunt specifice cantitățile extrem de mici de precipitații care cad foarte rar și sub formă de aversă, amplitudini termice mari, deficit de umiditate ridicat, o slabă prezență a vegetației și a solurilor și un contact direct al agenților externi cu roca. În funcție de gradul de ariditate, din cca 35% cât însumează din suprafața terestră aceste regiuni, G. Shonlz, P.Meigs citați de Petrov M.P. (1986), se pot separa deșerturi hiperaride (4%), aride (15%) și semiaride cu caracteristici tranzitorii spre zonele vecine (16%). Cele mai extinse sunt în Africa și Asia dar raportat la suprafața continentelor ele ocupă 83% în Australia, 64% în Africa, 39% în Asia, 33% în Americi. Dacă din vestul Africii și până în Mongolia ele alcătuiesc un sistem care se întinde pe cca 11 000 km, în celelalte continente reprezintă unități dispartate mai mici la diferite latitudini. Altimetric cuprind preponderent regiuni până în 500 m (câmpii și podișuri) la care se adaugă depresiuni mari și podișuri intramontane de înălțime medie (Takla Makan, Tibet, Mexic) sau chiar munți din zona tropicală (Ahagar, Hogar, Tibesti în Africa, munții din Iran și Afganistan etc.). Cea mai mare parte a lor sunt în regiuni de platformă veche supuse modelării încă din mezozoic la care se adaugă și altele mai noi.

*Caracteristicile climatice* dominante sunt *uscăciunea* accentuată corelată cu precipitații extrem de puține și cu o evaporație puternică. Există regiuni în care *cantitatea de precipitații anuală* (cca 300 mm) se realizează cu o oarecare regularitate (în Sahelul african în iulie-septembrie; sud-vestul Australiei, Orientul Apropiat, California în sezonul de iarnă; Asia Centrală în martie-aprilie și octombrie etc.) dar și întinse unități unde ploile asigură o medie multianuală de cca 200 mm care se produce la intervale fără periodicitate dar cu 1-3 averse la intervale foarte mari de timp (uneori de mai mulți ani). Cantitățile reduse de precipitații condiționează, cu excepția fâșiilor litorale, o *umiditate relativă* modestă (în jur de 60%) dar care variază în timp și de la un sector la altul al deșertului. Aerul uscat favorizează o insolație puternică care va determina ziua temperaturi la nivelul suprafeței de nisip de peste 50<sup>0</sup> (în Sahara s-au

înregistrat valori de 70-78<sup>0</sup>). În timpul nopții radiația terestră intensă conduce la temperaturi apropiate de 0<sup>0</sup> și chiar sub această valoare (ex. în M. Hoggar înghețul nocturn depășește 110 zile cu minime ce coboară la -10<sup>0</sup>, în deșertul Gobi în sezonul rece scad la -35<sup>0</sup> pe când ziua se apropie de 0<sup>0</sup>). În aceste condiții termice evaporatia este deosebită ceea ce conduce la un deficit de umiditate enorm, lucru accentuat local de constituția petrografică (rocile magmatice impermeabile care nu favorizează stocarea apei; masele groase de nisip care conduc la un grad ridicat și rapid de infiltrare la adâncime a slabelor cantități de precipitații).

În aceste condiții aceste regiuni nu constituie medii propice dezvoltării vegetației. Aceasta este prezentă pe suprafețe limitate, discontinui și numai în scurte intervale de după căderea precipitațiilor. Există asociații cu un număr redus de specii și indivizi aflați la distanță și care au suferit adaptări în raport cu deficitul de umiditate (bulbi, țepi și spini în locul frunzelor, țesuturi cornoase verzi). La contactul cu zonele morfoclimatice limitrofe se dezvoltă formațiuni ierboase de stepă deșertică (ierburi scunde ce acoperă parțial un sol subțire și care se dezvoltă doar în sezonul cu ploi). Urmează formațiuni arbustice aproape circumdeșertice, diferite ca alcătuire de la o regiune la alta (brusă cu acacii, euforbii și graminee scunde în Africa de Vest saxaul și pelin în Asia Centrală; brusa cu cactee în S.U.A. și Mexic; catinga braziliană cu arbuști și tufe; scrubul din Australia cu eucalipti și ierburi puține), cu dezvoltare pe suprafețe limitate și discontinui oferind protecție solului subțire și rocilor de sub acesta.

În deșerturile propriu-zise formațiunile vegetale sunt rar răspândite (îndeosebi în albiile văilor, în depresiuni) au un număr redus de specii, un ciclu biotic mic (în perioade scurte după ploi extrem de rare) și unele adaptări (rădăcini foarte adânci).

În aceste condiții rocile sunt supuse unei intense acțiuni directe de modelare.

➤ ***Agenți, procese și forme de relief rezultate:***

Meteorizarea, apa din precipitații, vântul constituie agenții principali în sistemul morfogenetic. Specificul acestuia este determinată pe de o parte de modul de asociere a lor în timp dar și de la o regiune la alta iar pe de altă parte de dominarea acțiunilor fizice, mecanice în raport cu cele chimice și biochimice (aproape neglijabile). Unii agenți intervin lent dar continuu (variațiile de temperatură și de umiditate în rocă și cu efecte sesizabile după durată mare), iar alții se manifestă în intervale de timp diferite dar cu efecte imediate (vântul, apa din precipitații și local apele curgătoare).

- *Meteorizarea se manifestă prin variații de temperatură și de umiditate atât în roci cât și în depozite. Oscilațiile termice diurne dar și sezoniere marcate de amplitudini ridicate brusce în condițiile unei alcătuirii mineralogice neomogene a rocilor conduc la producerea de produse de dezagregare prin insolație (termoclastism) în regiunile tropicale și gelivație (în munți și deșerturile de la latitudini mari unde există mici cantități de apă în fisurile de roci). Rezultatul îl reprezintă mase de materiale dezagregate situate în strate subțiri pe suprafețele cvasiorizontale și poale de grohotiș la baza versanților. Pe versanții dezvoltați pe roci cu alcătuire heterogenă termoclastismul poate duce la apariția unor forme de relief rezidual de tipul coloanelor, crestelor, cornișelor, alveolelor de tip taffoni.*

În deșerturile din Asia Centrală, Mongolia unde cad mai multe precipitații dar sunt frecvente gerurile în sezonul rece se produce dezagregare prin gelivație care creează mase de grohotiș care pe suprafețele slab înclinate rămân pe loc formând pavaje de lespezi iar, la baza versanților conuri și poale de blocuri colțuroase.

Variațiile stării de umectare a rocilor se înregistrează în deșerturile litorale sau în depresiunile unde se acumulează temporal apa. Ele conduc la diverse procese

chimice și mecanice. Astfel în fazele mai umede se realizează dizolvarea sărurilor, antrenarea soluțiilor în fisuri pentru ca în cele de intensă evaporare prin dezvoltarea cristalelor în fisuri să se producă presiuni asupra pereților acestora însoțite de lărgirea și creșterea lor în adâncimea rocii (haloclastism). În terenurile argiloase (Asia Centrală) unde predomină montmorilonitul (are o capacitate însemnată de absorbție a apei) prin umezire se ajunge la creșteri însemnate de volum (gonflări). În fazele de uscăciune prin eliminarea apei se produc crăpături înscrise în rețele de poligoane cu mărimi variate în care se strâng săruri fie aduse de vânt fie de ploile ce survin ulterior.

*Relația umezire-uscăciune constituie baza mecanismului producerii diverselor tipuri de precipitare a sărurilor la suprafața rocilor.* În general ele presupun faze scurte cu umezeală accentuată (din ploi) și faze lungi de uscăciune. Au loc procese fizico-chimice care se înscriu în cicluri de la câteva ore la mai multe săptămâni și luni dar numai pe arealele afectate de precipitație.

- *Patina deșertică* reprezintă pojghița lucioasă de culoare închisă (roșie, cărămizie, vineție) formată din oxizi (de fier, magneziu etc.) care îmbracă suprafața rocii expusă variațiilor de umiditate. Fixarea fierului și magneziului din soluțiile care se evaporă este rezultatul acțiunii unor microorganisme. În timp prin repetarea ciclurilor umezeală-uscăciune se produce nu numai o creștere înceată în grosime dar și crăparea ei și în final sfărâmarea rocii.

- *Eflorescențele de săruri* apar pe șei și în formațiunile argilo-mâloase din vatra unor depresiuni. Aici are loc mai întâi o concentrare de săruri provenite din evaporarea apei din precipitații sau de la unele izvoare minerale. Într-o nouă fază de umezire sunt dizolvate și antrenate în depozit pentru că ulterior evaporarea treptată a soluției din depozit să faciliteze cristalizarea sărurilor atât la suprafață (eflorescențe) cât și în adânc (aici rezultă o structură cu agregate argiloase și cristale de sare). Eflorescențele sunt frecvent din sare, ghips.

- *Crustele* rezultă din sărurile spălate de pe versanți (cloruri, sulfați) și acumulate fie în materialele de la baza acestora fie în conurile de dejecție și depozitele aluvionale din unele depresiuni. Au grosime redusă la suprafața depozitului dar pătrunde în acesta până la diferite adâncimi sub formă de pilieri dezvoltăți în spațiile goale dintre componentele lor.

- *Vântul* constituie un agent activ a cărui importanță este facilitată de lipsa unui ecran (vegetație) care să protejeze rocile. În afara alizeelor se produc multe vânturi locale cu intensitate ridicată și chiar pe alte direcții de deplasare. Ele au un rol morfogenetic însemnat. Acțiunile sale depind de durata, intensitatea și viteza de propagare dar și de caracteristicile petrografice ale suprafeței. Principalul proces îl reprezintă *spulberarea* (deflația) particulelor de nisip și a altor materiale fine. Ea se realizează în trei moduri – *rostogolirea* elementelor grosiere (1-1,5 mm în diametru) pe distanțe scurte, *saltarea* celor cu dimensiuni de 0,2-1 mm (particulele suferă un grad de uzură prin izbire) și mai ales în *suspensie* (elemente mai mici de 0,1 mm) ce pot frecvent fi ridicate la mai mulți metri înălțime și deplasate la distanțe foarte mari. Cele mai fine particule (diametre sub 0,005 mm) plutesc în masa de aer aflată în mișcare ajungând la înălțimi de sute sau chiar câteva mii de metri și la depărtări de mai multe mii de kilometri (prafurile din Sahara sunt antrenate până în Europa). Deflația conduce la o sortare a produselor dezagregării. Prin spulberarea materialelor fine rămân în loc versanții abrupti și masele de grohotișuri care se desfășoară pe întinderi mari formând *câmpurile de pietre*. Pe de altă parte pe *câmpuri de nisip* deflația determină la vânturile mai puțin intense suite de „*riduri*” (ondulări) iar la cele puternice asocieri de *dune cu formă și dimensiuni variabile*.



Deflația însă se îmbină mai întâi cu *coroziunea* (izbirea rocilor, stâncilor, versanților abrupti de către particule de nisip) care este maximă la înălțimi reduse (sub 1,5 m) iar apoi cu *acumularea* (pe măsura scăderii puterii de transport condiționată în principal de micșorarea vitezei) în urma căreia rezultă dune și mai ales câmpurile de nisip.

Deci deflația are un rol esențial întrucât ea îndepărtează și sortează materialele fine permițând pe de-o parte crearea unui relief rezidual dar și a unuia de acumulare iar pe de altă parte asigură noi suprafețe de atac eolian dar și pentru ceilalți agenți.

- *Spălarea în suprafață și șiroirea* sunt procese legate de acțiunea apei de ploaie care se produc la intervale mari de timp. Producerea proceselor este legată de ploi care pot asigura cel puțin un volum de apă echivalent cu un strat de cca 5 mm și care are cel puțin o intensitate de 0,5 mm/minut. Eficacitatea lor morfogenetică constă în faptul că aceste ploi au caracter de aversă situație care le determină o însemnată capacitate de transport de material solid. Încărcată cu acesta apa devine o pânză sau mai multe șuvoaie cu putere de eroziune deosebită pe care și-o exercită în suprafață sau pe diferite direcții în lungul versanților. De aici rezultă rolul morfogenetic însemnat al lor în regiunile montane supuse acestor condiții climatice care se transpune în fragmentarea și retragerea suprafețelor de versant și generarea la baza lor a unor pante de echilibru dinamic de tipul *pedimentelor* în continuarea cărora la exterior, prin acumularea materialelor rezultă pante de acumulare (*playa*) a pietrișurilor și nisipurilor în care apa se infiltrază rapid. Pe versanții alcătuiți din roci impermeabile procesele sunt deosebit de eficiente în jumătatea superioară a lor întrucât către bază o bună parte a apei se pierde prin infiltrare, evaporare iar puterea de atac și transport slăbește treptat. Încă de la finele secolului XX uni cercetători au acordat spălării în suprafață și șiroirii un rol esențial în formarea pedimentelor și glacișurilor.

În deșerturile din Asia Centrală, Mongolia, China de nord vest etc. acțiunea proceselor este mult mai eficace primăvara când există apă din topirea zăpezii și ploi dar și un strat de rocă sau depozit încă înghețat aflat la adâncime mică. În aceste condiții apa se va încălca rapid cu materialele dezagregate pe care le va transporta spre baza veranților lăsând în urmă blocurile mari care vor fi supuse dezagregării.

O foarte slabă spălare în suprafață se înregistrează și pe câmpurile de nisip unde apa este absorbită rapid pe grosime de 1-2 cm facilitând o ușoară deplasare a particulelor spre baza pantei.

- *Apele curgătoare și tipurile de văi*. Deși există numeroase văi, ape curgătoare permanente sunt relativ puține ele fiind legate de râuri care-și au bazine de alimentare în zonele cu precipitații bogate (ex. Nilul, Senegalul și Nigerul în Africa, Amu Daria și Sâr Daria în Asia Centrală etc.) iar la traversarea deșerturilor pierd o parte din debitul lichid prin evaporare și infiltrare. Râurile vor transporta cantități însemnate de aluviuni (dominant fine) pe care odată cu micșorarea debitului lichid le va depune treptat. Aproape similare sunt scurgerea și procesele din albiile râurilor care își au obârșia în regiuni cu ploi bogate și frecvent locul de vărsare în unele lacuri din deșert cărora le asigură existența (Șari care se varsă în lacul Ciad). Opus acestora sunt cursurile de apă semipermanente apa fiindu-le insuficientă pentru o scurgere permanentă care să le asigure vărsarea în mare, lac etc. Unele au bazin extins ceea ce le dă debite bogate la precipitații și o activitate cu durată mai mare. Ele se pierd în deșert. Majoritatea sunt scurgeri de apă scurte și pe durată mică. Sunt specifice regiunilor de munte, ele concentrează la averse cantități importante de apă care le impune energie și putere însemnată de transport și eroziune. Viiturile mari provocate de ploi bogate și intense conduc la dezvoltarea unor creșteri bruște de nivel (câțiva metri grosime), debite de 10-15 m<sup>3</sup>/s și viteze mari (variază în funcție de regiunile pe

care le străbat). Acțiunile exercitate de acestea vor fi diferite ca intensitate în funcție de rocile ce intră în alcătuire văilor. Unde există roci moi viitura va antrena o bună parte din materialul solid din albie și va exercita atât eroziune lineară cât și laterală. Ca urmare, văile se vor adânci dar și lărgi. Dacă rocile din albia și versanții văii sunt rezistente atunci apa va exercita preponderent eroziune liniară rezultând văi înguste. Transportul în timpul viiturilor va fi excesiv în faza producerii nivelului maxim când va rostogoli bolovănișurile de proveniență laterală și va amesteca fără triere elementele mai mici; prin acestea apele vor dobândi o forță de atac deosebită. Diminuarea viituri se va transmite în slăbirea capacității de transport (doar elementele fine), depunerea în albie a pietrișurilor și nisipurilor iar în final a mълului ce va umple golurile dintre aluviunile grosiere. În intervalul secetos ce urmează apa va fi eliminată din depozit iar acesta se va întări, uneori rezultând și cruste.

Rezultatele acestor procese vor fi văile cu dimensiuni și forme variate. Se impun două tipuri:

- *văile scurte*, adânci și înguste create de torenți pe versanții cu pantă mare care uneori datorită frecvenței ridicate impun un peisaj specific de badlandsuri;
- *văile de tip ued* – care au dimensiuni foarte mari, profil transversal în forma literei „U”, cu sectoare în profil longitudinal cu roca la zi și altele în care sunt acumulări de aluviuni bogate. Multe sunt văi vechi dezvoltate în prima parte a cuaternarului în condițiile unui climat care asigură cantități mai mari de precipitații și o ritmicitate a căderii lor. În prezent evoluția este determinată de cursuri de apă tumultuoase care se produc la intervale mari de timp în urma unor averse însemnate. Apa cu materialele antrenate exercită o acțiune de eroziune laterală intensă ce favorizează lărgirea și malurile abrupte. Pierderea treptată a apei se face prin evaporare dar și prin infiltrarea în masa de materiale depuse. Ultimile scurgeri creează prin eroziune lineară șanțuri în propriile aluviuni.

➤ **Tipuri de reliefuli specifice:**

- *Câmpurile de nisip* sunt desfășurate pe suprafețe imense în regiunile joase și depresionare fiind rezultatul acumulării aici a materialelor transportate fie de către vânturile permanente (alizee) fie de către rețeaua de râuri deosebit de active în condițiile unor climate mai umede în pleistocen și holocenul inferior.

Sunt numite *erguri* în Sahara și *kumuri* în Asia Centrală. În cuprinsul lor există însă și depresiuni (*gassi*) cu izvoare bogate ce-au favorizat atât dezvoltarea vegetației dar și a unor așezări (*oaze*).

Pe ele vânturile au impus o morfologie de dune cu forme și mărimi variabile care se înscriu în sectoarele cele mai aride ale regiunilor de deșerturile Sahara, Kara Kum, Kâzâl Kum, Atacama, Kalahari etc.

- *Câmpurile de pietre* se află în marginile munților vechi, materialele grosiere care intră în componența lor provenind din procese complexe de dezagregare (prin termoclastism sau haloclastism), șiroire, pluviudenudare sau din conurile de aluviuni depuse de râurile active în pleistocen-holocen. Prin spulberarea de către vânt a elementelor fine au rămas aici blocuri și bolovănișuri pe care se dezvoltă patine deșertice.

- *Hamadele* – sunt platouri aproape orizontale individualizate datorită existenței unor strate groase de rocă cu rezistență mare la atacul apelor de șiroire. Suprafața poate avea caracter structural, poate fi un rest de pediplenă sau din glacisuri a căror materiale sunt cimentate. Platourile domină uedurile sau depresiunile limitrofe prin versanți abrupti; prin fragmentare rezultă martori de eroziune (gara). Meteorizarea, spălarea în suprafață și vântul pot favoriza dezvoltarea pe platou de blocuri și bolovănișuri de dezagregare.

- *Pedimentele, glacisurile, pediplenele și inselbergurile*. Sunt forme cu dimensiuni variate și care au rezultat printr-o evoluție de durată a versanților munților.

- *Pedimentale* sunt considerate ca forme de relief moștenite, rezultate în timp îndelungat și într-un climat cu sezoane mai umede și aride care favorizau retragerea versanților montani prin îmbinarea mai multor procese (meteorizarea care slăbea rezistența rocilor și producea fragmente de rocă mici; spălarea în suprafața și șiroirea care la aversele de ploaie le îndepărtau etc.). Ele constituie suprafețe de echilibru dinamic ce rezultau la baza acestor versanți în retragere; au înclinare mică și implică două sectoare, unul tăiat în rocă și altul la exterior pe care s-au acumulat materiale în strat subțire (numit *bajada*). Contactul dintre pediment și versant se realizează brusc în lungul unei linii numită *knick*. La exteriorul pedimentelor sunt depresiuni umplute cu materiale acumulate (*playa*) frecvent nisipoase. Pe aceasta sunt sectoare mai joase cu acumulări de săruri (*sebkra sau salinas*). În condițiile climatice actuale continuă evoluția dar mult mai slabă.

- *Pediplena* este o câmpie de eroziune cu întindere mare rezultată din unirea pedimentelor. Din vechiul relief muntos rămân martori de eroziune care domină pediplena și care poartă numele de *inselberguri*. În condițiile ridicării sacadate și pe ansamblul a acestor regiuni se poate ajunge la formarea mai multor generații de pediplene care se îmbucă. (L.King în Africa a diferențiat cinci generații).

- *Glacisurile* reprezintă forme de echilibru dinamic asemănătoare pedimentelor. Diferă de acestea prin formă (larg concavă), dimensiuni (mai reduse), lipsa knikului, depozite mai groase care pot fi cimentate, absența inselbergurilor. Condițiile de formare sunt similare (sezon uscat și sezon în care pot surveni ploi torențiale) la care se îmbină procesele de meteorizare, pluviudenudare. La cele dezvoltate în Asia se adaugă crioclastismul, solifluxiurile (J.Demangeot, E.Bernus 2001).

- *Văile* au scurgere doar la viituri; reprezentative sunt *uedurile*.

- *Endo și exocarstul* este dominant reprezentat prin forme în regiunile cu climat mai umed.

#### **2.4. Zonele morfoclimatice subtropicale cu morfogeneză în două sezoane:**

➤ ***Desfășurare și caracteristici bioclimatice.*** Ocupă suprafețe cu extindere diferită la latitudini de 30-40<sup>0</sup>, precumpănitor în insulele și în statele riverane M.Mediterane. Areele mai mici sunt în California, sud-vestul Africei, sud-vestul Australiei și în Chile la sud de tropic. Fac trecerea între regiunile aride și cele temperat propriu-zis. În cea mai mare parte sunt ținuturi muntoase și de podișuri, peisajele specifice urcând frecvent până la altitudini de 1 500 m.

*Climatul* se caracterizează prin două sezoane distincte între care în unele situații se produc scurte intervale de tranziție. În sezonul cald predomină masele de aer tropical calde și uscate care impun temperaturi ridicate (medii lunare de 20-25<sup>0</sup>), uscăciune datorită lipsei uneori aproape totale a precipitațiilor. Sezonul rece se caracterizează prin frecvența maselor de aer ciclonale ce provin de la latitudini mai mari și care determină temperaturi mai coborâte (medii lunare de 5-10<sup>0</sup>), nebulozitate accentuată, precipitații bogate sub formă de averse de durată. Anual cad cca 800-1 000 mm precipitații (extremele fiind 350 și 1 500 mm) dominant sub formă de ploi torențiale. Există și rare ninsori în regiunile de munte. Între ținuturile subtropicale sunt diferențieri de natură bioclimatică. În estul Mediteranei cele două sezoane sunt relativ egale (5-6 luni ploioase și 6-7 luni uscate și aride; în vestul Mediteranei ploile bogate sunt concentrate în lunile de trecere la cele două sezoane. În California și Chile climatul este influențat de curenții reci litorali ceea ce face ca verile secetoase să fie cu durată mare însă evaporația este mai mică și umiditate relativă mai ridicată. Deci

nu peste tot se înregistrează același grad de uscăciune și ca urmare, seceta biologică nu are aceeași intensitate. Le sunt caracteristice pădurile xerofile (stejar de stâncă și de plută, pinul maritim și de Alep) și tufărișuri xerofile (maquisul pe solurile silicioase pe țărmurile Mediteranei, frigana în Grecia, garriga pe soluri calcaroase în sudul Franței în Spania, Maroc, Algeria, chaparal în California, matorra în Chile etc.).

Vegetația naturală a suferit modificări însemnate prin defrișări pentru terenuri de cultură, pășunat, incendii etc. În multe locuri pădurile au căpătat caracter insular.

Solurile sunt afectate dar agresivitatea ploilor care a condus în multe locuri la degradare și chiar îndepărtarea lor. Pentru diminuarea acestui proces s-au extins plantațiile în majoritatea situațiilor cu conifere (pinul de Alep).

Relieful accidentat care oferă o varietate de pante (înclinări, formă, dimensiuni diferite), regimul pluviometric specific (ploi concentrate într-un sezon ce au caracter de aversă și se produc în cicluri de mai multe zile), uscăciunea excesivă în sezonul cald, covorul vegetal dominat de tufărișuri (cu rădăcini adânci și lungi și frunze mici, dure, cerate) și lipsa ierburilor asigură o morfodinamică activă a agenților (apa din precipitații, apa râurilor, meteorizare etc.) care alcătuiesc un sistem morfogenetic specific a cărui agresivitate conduce la realizarea unor peisaje caracteristice.

➤ **Agenți, procese și forme de relief:**

- *Meteorizarea* este activă dar cunoaște o evoluție diferențiată pe sezoane datorită variațiilor însemnate de natură termică și pluvială. Procesele dominante sunt *alterarea substratului mineral și descompunerea masei organice* provenite din resturi vegetale. Hidratarea, hidroliza, carbonatarea se fac lent datorită temperaturilor coborâte și afectează rocile pe câțiva decimetri adâncime pregătind materialele pentru formarea solurilor brune caracteristice. În sezonul cald către suprafață sunt aduse (prin capilaritate) săruri diverse (îndeosebi bicarbonați) care se acumulează la diferite adâncimi în solurile care au o grosime de cca un metru. În regiunile joase, de câmpie cu pânza freatică la adâncime mică se ajunge la dezvoltarea locală de soluri halomorfe. Efectele încălzirii excesive din lunile de vară se transmit în deshidratări intense însoțite de producerea de crăpături adânci în depozit și rocă.

Dizolvarea este un proces activ în culmile și podișurile calcaroase datorită cantităților mai mari de apă provenită din precipitații diacclazării intense și regimului termic favorabil. Deși dizolvarea este intensă, marea majoritate a formelor (carstice de suprafață și adânc cu dimensiuni mai mari constituie rezultanta unei evoluții din tot cuaternarul dacă nu și mai vechi.

În peisajul ținuturilor subtropicale se impun adesea două tipuri de depozite care sunt moștenite din prima parte a cuaternarului sau chiar din terțiarul superior când au fost create în condiții climatice relativ diferite decât cele actuale. Pe țărmurile M.Mediterane și în Magreb sunt frecvente solurile roșii (*terra rosa*) mai ales pe calcare ce au grosimi uneori de peste un metru. Sunt argile decarbonatate cu un conținut bogat în oxizi de fier realizate într-un climat asemănător celui de savană. Similar, în California pe roci cristaline au rezultat soluri roșii și galbene intens podzolite.

În Australia se SV, la Perth, pe pediplena ce retează roci cristaline se păstrează vechea laterită cu petece de cuirasă feruginoasă. În regiunile unde climatul a fost mai arid s-au dezvoltat cruste calcaroase de câțiva decimetri grosime a căror duritate și consistență scad către bază. În multe locuri sunt acoperite de soluri recente.

- *Spălarea în suprafață, șiroirea și torențialitatea* sunt procese care acționează cu intensitate deosebită în modelarea versanților dar au *un ritm sezonier* fiind legate de producerea averselor. Favorabilitatea este legată de câțiva factori – durata mare și intensitatea cu mai multe vârfuri în căderea ploilor lipsa unui covor vegetal compact

care să poată asigura protecția solului și a rocilor, varietatea ca rezistență a rocilor și multitudinea pantelor reliefului dominant montan.

Rezultatele producerii lor sunt multiple dar fecvente sunt:

- *Ravene și torenți* instalate pe pantele mari cu vegetație rară. Uneori au o dezvoltare atât de mare încât datorită densității mari porțiuni însemnate din versanți, câteodată în întregime, sunt transformate în complexe de viroage separate de creste. Aici solul a fost în întregime îndepărtat iar rocile se văd în pantele accentuate ale crestelor. S-a creat un peisaj specific regiunilor subtropicale, cel al „*pământurilor rele*” sau *badlandsuri* (Grecia, Turcia, Italia etc.). Unirea ravenelor în colectori facilitează formarea canalelor de scurgere torențială prin care materialele erodate de pe versanți sunt transportate fie spre râuri constituind o sursă însemnată de alimentare a acestora fie sunt depuse la marginile depresiunilor, în lunci sub forma unor conuri de dejecție extinse pe care apa venită se împrăștie. Torenții cu bazine de recepție în evantai și conuri largi constituie un alt component specific ținuturilor subtropicale.

- Deși *spălări în suprafață* sunt pretutindeni dar cu intensitate diferită, acestea asociindu-se altor procese, efectele sale sunt însă sesizabile pe terenurile cu arbuști rari, unde s-au înregistrat incendii ori unde s-a practicat un păstorit abuziv. Producerea ploilor conduce la îndepărtarea solului și scoaterea la suprafață a rădăcinilor. Dacă solul este subțire sau vegetația este îndepărtată prin spălare se ajunge repede la roca din bază.

- *Glacisurile* sunt caracteristice acestor regiuni, mai ales în sectoarele alcătuite din roci sedimentare cu strate care opun rezistență. Cele trei procese conduc la individualizarea a două tipuri – *glacisuri de eroziune* la baza versanților puternic înclinați (contact munte-depresiuni, munte-câmpii, versanți de falie, la baza cuestelor etc.) care suferă o retragere activă prin eroziune în suprafață și șiroire; *glacisuri de acumulare* – dobândite frecvent din unirea conurilor de dejecție ale torenților ce debușază în depresiuni sau la marginea luncilor. Sunt terenuri folosite pentru plantații pomicole. Multe glacisuri sunt vechi din pleistocenul superior.

- *Apele curgătoare permanente* au o scurgere influențată puternic de regimul căderii precipitațiilor și mărimea bazinului. În sezonul ploios debitele sunt mari ajungând în timpul ploilor foarte bogate cu durată de mai multe zile la valori de câteva mii de m<sup>3</sup>/s și viteze deosebite. Prin acestea capătă o forță de eroziune și transport de materiale enormă care conduc la adâncirea și lărgirea albiilor, la revărsări și inundații. Pe măsura scăderii viiturilor se realizează depunerea heterogenă a materialelor în albie. La contactul munților cu câmpia și pe marginea depresiunilor se produc acumulări sub formă de conuri aluviale enorme ce au pantă mare impusă de regimul scurgerii torențiale. La fel la gurile de vărsare în mare, se realizează acumulări care în anumite condiții locale dau delte extinse (Guadalquivir, Tibru, Pad etc.). În sezonul uscat albia minoră se îngustează ajungând fie la un fir de apă care se strecoară prin mase de aluviuni fie să sece.

Ca urmare a acestui specific dinamic văile din regiunile subtropicale au câteva caracteristici. Sunt înguste și cu pantă longitudinală mare în munți unde în albie sunt frecvente blocuri cu dimensiuni diferite. se deschid mult la ieșirea din munte (efect al creșterii eroziunii laterale în condițiile micșorării pantei) unde albiile majore ajung la câteva sute de metri lățime, în ele constituindu-se pânze groase de bolovani, pietrișuri printre care se pierd numeroase albiile seci părăsite. În câmpii și depresiuni au albiile cu lățimi variabile (în funcție de oscilația debitului) care adesea se despletesc (pe suprafața conurilor aluviale); aici sunt și cele mai multe lucrări antropice de îndiguire.

- *Piemonturile* reprezintă forme de relief specific regiunilor subtropicale întrucât aici se întrunesc cel mai bine condițiile care conduc la geneza lor – contacte

brusce asigurate de versanții cu pantele accentuate ale munților în marginea unor depresiuni sau câmpii extinse; precipitații bogate cu caracter torențial și cu un regim de producere sezonier ce pot asigura un transport uriaș de aluviuni din munte ce sunt împrăștiate pe suprafețele cvasiorizontale de la exteriorul lor. În acest mod torenții și râurile cu bazine mici dar cu pante accentuate din munți au construit din aluviunile cărate pânze care s-au suprapus rezultând întinse câmpii piemontane. Specificul lor este dat de panta care scade de la contactul cu muntele spre exterior, albiile părăsite puțin adâncite dar și cursuri active sezonier adânci cu maluri abrupte în care se observă structura în pânze (pietrișurile au dimensiuni tot mai mici către exteriorul câmpiei); un sol subțire ce permite practicarea agriculturii.

Cele mai multe piemonturi sunt legate de pleistocen fiind o reflectare a oscilațiilor climatului. Ele au fost antrenate de ridicarea munților situație în care s-au dezvoltat 2-3 generații de văi care le fragmentează (Italia, sudul Franței, Spania).

- *Terasele fluviatile* sunt în cursurile inferioare și mijlocii ale râurilor mari fiind corelate genetic cu oscilațiile de nivel în pleistocen ale bazinelor marine în care se vărsau (urmare a variațiilor climatice de amplitudine pe intervale mari de timp) și cu ridicarea sacadată a munților. Sunt 2-5 trepte generale (în funcție de generația de râuri care le-a creat, la altitudini relativ constante care se racordează cu terasele marine.

- *Alte procese și forme de relief.* Producerea lor are specific local fiind condiționate de caracteristici ale rocilor, pantelor, utilizării terenurilor, intervenției antropice. Se îmbină cu acțiunea celorlalte procese contribuind la complexitatea sistemului morfogenetic subtropical. Semnificative ca frecvență și efecte sunt:

- *Alunecările de teren* (franele italiene) sunt legate de prezența stratelor sau orizonturilor argiloase aflate în depozite de alterare sau în alcătuirea versanților. Climatul uscat vara conduce în final la producerea de crăpături profunde ce ajung la argilă și creează ruperi ale echilibrului rocilor și provoacă alunecări cu dimensiuni și forme variabile.

- *Abraziunea și acumulările* din lungul țărmurilor maritime conduc la dezvoltarea de faleze, platforme de abraziune, plăji cu dimensiuni variabile, tipuri de țărm cu configurație specifică. În lungul țărmurilor sunt *terase de abraziune*, forme de relief moștenite de la o evoluție pleistocenă cu caracter eustatic; în jurul M. Mediterane sunt în număr de cinci având o desfășurare relativ constantă (ex. din Tunisia până în Maroc). La unele țărmuri joase sunt acumulări imense de nisip de la finele pleistocenului și începutul holocenului pe care în prezent vântul a creat o multitudine de *dune longitudinale*. Când în masa de nisip există un procent ridicat de calcar se ajunge la o cimentare parțială a acestuia rezultând cruste (în Spania la nord de Alicante, în sud-estul Australiei).

## **2.5. Zonele morfoclimatice temperate cu sisteme morfogenetice concentrate regional.**

Au cea mai mare desfășurare întinzându-se de la 35 la 66<sup>o</sup> latitudine dominant în continentele emisferei nordice. Reprezintă spațiul de acțiune al vânturilor de vest dar și al interferenței cu extinderea sezonieră a alizeelor și vânturilor polare. Ca urmare, în timpul anului suprafețe însemnate sunt supuse acțiunii unor mase de aer cu proprietăți variate (reci, calde, umede, uscate etc.) situații care se reflectă într-o manifestare sezonieră a regimurilor elementelor componentelor de mediu exprimată în evoluția peisajului. Precipitațiile cad în fiecare lună a anului dar în cantități și sub formă diferită. La fel regimul termic se va concretiza prin valori medii lunare care se înscriu în curbe cu un minim de iarnă (2-3 luni) și un maxim de vară (2-4 luni) legătura dintre acestea reprezentând-o mărimile moderate. Acestea asigură un grad ridicat de acoperire cu vegetație și soluri groase ce exercită un rol protector

depozitelor și rocilor de dedesubt. În aceste condiții morfodinamica va fi dominată de procese impuse de acțiunea apei sub diferite forme (apă curgătoare, apă din ploi, zăpada, apa în circulație prin roci). O serie de factori regionali (desfășurarea lanțurilor de munți atât în sens latitudinal dar mai ales longitudinal, prezența în vecinătatea țărmurilor a curenților oceanici reci sau calzi; distanțele enorme între oceane și centrul continentelor; lanțurile montane foarte înalte și relativ compacte etc.) modifică structura zonei morfoclimatice impunând în cadrul acesteia cu sisteme morfogenetice specifice. Câteva sunt reprezentative.

### 2.5.1. Regiunile morfoclimatice temperat oceanice.

➤ **Desfășurare și condiții bioclimatice.** Include centrul și vestul Europei, fâșii la vestul Cordilierilor și Anzilor, o mare parte din centrul și estul SUA, sudul Canadei, în estul Asiei, sud-estul Australiei, Tasmania, Noua Zeelandă și sudul Americii de Sud.

Climatul este dependent de predominarea circulației maselor de aer oceanic care au o umiditate ridicată și sunt răcoroase vara și moderate iarna. Ca urmare, aici nu se manifestă nici călduri excesive dar nici înghețuri de durată; amplitudinile termice lunare sunt moderate, nebulozitatea este ridicată, precipitațiile variază între 800 și 1 500 mm/an (repartizate diferit lunar și sezonier dar și de la țărm către interiorul continentelor), vânturile sunt frecvente fiind legate de activități ciclonale, se produc diverse fenomene meteorologice între care ceața, burnița și roua. Există diferențe între climatele sectoarelor continentale care aparțin acestui sistem. Situațiile extreme sunt între cel vest european (veri cu temperaturi medii lunare de 16-25<sup>0</sup>, precipitații reduse, unele sub formă de aversă; ierni blânde termic 0-12<sup>0</sup>, ploi și ninsori bogate cu strat subțire de zăpadă; precipitații anuale de 800-1500 mm, de la vest către est cresc ariditatea și amplitudinile termice) și cel est asiatic (veri cu frecvența maselor de aer oceanic ce dau ploi bogate și asigură temperaturi moderate 18-20<sup>0</sup>; ierni cu dominarea aerului rece continental ce provoacă temperaturi scăzute de -5<sup>0</sup>...-15<sup>0</sup>, înghețuri frecvente și strat subțire de zăpadă; precipitații de 700-1200 mm/an).

*Vegetația* bogată este alcătuită din păduri de stejar și fag, un variat strat arbustiv și de ierburi sub care sunt argiluvisoluri și cambisoluri cu profile dezvoltate. Ele protejează rocile și depozitele de atacul direct al agenților externi constituind un factor intermediar în desfășurarea proceselor morfodinamice.

➤ **Agenți, procese și forme de relief.** Sistemul morfogenetic este dominat de acțiunea comună a meteorizării, pluviudenudării și a apelor curgătoare rezultatele vizibile și rapide fiind legate de ultimul agent.

- *Meteorizarea* acționează permanent dar cu intensitate și specific diferit sezonier. În lunile și anotimpul cu precipitații bogate se produc alterări (îndeosebi hidratare și carbonatare care duc la formarea de caolin, dar și o iluviere a argilei pe profilul de sol. Când se suprapun și cicluri gelivale (îngheț-dezghețuri) atunci sunt posibile dezagregări în rocile expuse gerului; în cele calcaroase se produc dizolvări și dezvoltarea formelor carstice. De altfel în masivele și podișurile calcaroase există complexe carstice vechi care-și continuă evoluția.

- *Pluviudenudarea* este activă doar pe suprafețele de versant despădurite. Se produce spălarea solurilor, dezvoltarea de ravene izolate. Obârșia multor văi torențiale este formată din ravene în stadii diferite de adâncire.

- *Apele curgătoare* constituie agentul modelator principal. Variația pe sezoane a producerii precipitațiilor, mărimea bazinelor hidrografice și relieful complex (ca pante, alcătuire litologică și structură) au impus diverse regimuri de scurgere a apei râurilor. Specificul scurgerii râurilor din această regiune este reflectată de cel al râurilor cu bazine nu prea mari în care este o anumită omogenitate în distribuția

factorilor hidrodinamici. La râurile din Europa de vest apele mari ce dau scurgerea maximă sunt legate de ploile de iarnă. Ele au și un debit solid însemnat întrucât gradul de protejare a solului de către vegetație este mai mic astfel că se realizează un contact direct al apei din precipitații cu acesta. În intervalele de timp, de altfel scurte, când se produce înghețul debitul scade și au loc acumulări ale materialelor grosiere. În sezonul cald fluctuațiile nivelelor scurgerii sunt numeroase cu creșteri la averse ce produc eroziuni și transport bogat și scăderi însemnate în intervalele secetoase (au loc acumulări). Marile artere hidrografice ale căror bazine includ și spații însemnate din munții înalți au un regim al scurgerii mult mai complex la care intervin, în luni diferite, aporturi de apă din topirea zăpezii sau de la marginea ghețurilor. Astfel, apele mari de iarnă se prelungesc și primăvara iar vara scăderile debitelor este mai redusă întrucât există aportul din munți. Ca urmare, aceste râuri dispun de energie însemnată care le conferă potențial de eroziune dar și capacitate de transport mari. Nu trebuie omis faptul că aceste regiuni sunt intens populate și ca urmare terenurile folosite în agricultură ocupă suprafețe mari a căror extindere s-a realizat pe seama îndepărtării pădurilor ceea ce indirect a favorizat, în anumite intervale de timp (la începutul primăverii și la finele toamnei când solul este neprotejat de culturi), intensificarea proceselor de versant dar și scurgerile din albie. Pentru diminuarea efectelor acestora în aceste regiuni s-au efectuat cele mai complexe lucrări de amenajare hidrotehnică.

În lungul râurilor sunt *albi largi cu multe aluviuni* încadrate de mai multe nivele de *terase*. Aceste sunt mărturii ale unei evoluții genetice complexe determinată atât de variația climatului (faze reci glaciare și faze moderate termic și pluvial) cât și de ridicări neotectonice sacadate și pe areale largi.

- *Alunecările de teren* constituie un proces frecvent pe versanți cu pante mai ridicate. Precipitațiile bogate și prezența stratelor argiloase sunt factori care asigură realizarea lor pe versanții dealurilor și ai spațiului montan. Se produc sub diferite forme în oricare lună. Efectele sunt mici întrucât se aplică măsuri complexe care urmăresc atât micșorarea riscului realizării lor dar și anularea rapidă a consecințelor.

- *Activitățile antropice* extrem de numeroase au drept consecințe fie stimularea sau diminuarea acțiunii celorlalți agenți fie crearea unor forme de relief specifice (ramblee, deblee, cariere, canale, nivelări, iazuri, secționarea versanților etc.) și prin toate acestea se fac modificări în peisaj care de la caracterul natural au trecut la unele de tip antropizat sau antropoc.

### 2.5.2. Regiuni morfoclimatice temperat semiaride.

➤ *Desfășurare și condiții bioclimatice.* Cea mai mare parte a acestor regiuni se află la latitudini de  $38^{\circ}$ - $50^{\circ}$  și la distanțe mari de bazinele oceanice fiind delimitate de sisteme de munți înalți ce constituie bariere în calea maselor de aer umed de proveniență vestică. Sunt larg deschise spre regiunile polare de unde în sezonul rece pătrunde aerul ce provoacă înghețuri. Au o dezvoltare mare în Eurasia (din estul României și până în vestul Chinei și Mongoliei), iar pe areale mai mici în centrul S.U.A., Canadei apoi în pampasul argentinian.

*Climatul* se va caracteriza prin amplitudini termice anuale mari, precipitații puține legate de sezonul rece (cad zăpezi ce dau un strat subțire de zăpadă) dar și de unele ploi torențiale de vară, apoi printr-o puternică evapotranspirație (accentuată în sectoarele închise din centrul continentelor unde impune o trecere spre semideșerturi și deșerturi).

Temperaturile medii anuale se situează între  $5^{\circ}$  și  $10^{\circ}$ , dar valorile lunare cunosc variații însemnate (în lunile de iarnă între  $-3^{\circ}$  și  $-15^{\circ}$  cu minime zilnice ce pot ajunge la  $-35^{\circ}$ ... $-45^{\circ}$ ; în lunile de vară oscilează între  $20^{\circ}$  și  $25^{\circ}$  cu maxime ce pot depăși  $35^{\circ}$ ); există cca 35-50 zile de iarnă, 100-130 zile de îngheț, 100-125 zile de



vară și 35-55 zile tropicale. Amplitudinile termice anuale depășesc  $40^{\circ}$  ceea ce reflectă continentalismul accentuat. Această caracteristică este accentuată mai întâi de cantitățile de precipitații anuale, frecvent sub 400 mm, cu variații mari de la un an la altul, de la o lună la alta și apoi de concentrarea lor sub forma averselor. Ploile sunt frecvente primăvara și la începutul verii (peste 55% din total); iernile deși dau puțină zăpadă, aceasta datorită temperaturilor coborâte se menține peste 2 luni.

Aceste condiții se reflectă nu numai în tipul de formațiuni vegetale și de soluri dezvoltate dar și în regimul scurgerii apei râurilor și al proceselor morfogenetice.

*Vegetația* dominant este ierboasă alcătuită mai ales din graminee ea definind structura peisajelor cunoscute sub numele de stepă, preerie, pampas. Sunt ierburi dense adaptate la uscăciune prin rădăcini adânci și o perioadă vegetativă scurtă. În regiunile cu precipitații mai multe ierburile sunt înalte pe când acolo unde cad sub 350 mm pe an sunt scunde și discontinue. Arborii și arbuștii sunt rari și concentrați în luncile râurilor sau în locurile cu umiditate pe durată mai mare.

➤ **Agenți, procese și forme de relief.**

Relieful dominant de câmpie, de podișuri sau dealuri joase este alcătuit din suprafețe în majoritate cu pante reduse acoperite de soluri cernoziomice cu grosimi în general peste 1 m, la care există un orizont bogat în humus și altele în care sunt acumulați carbonați. Astfel vegetația densă și solurile groase reprezintă două ecrane care împiedică realizarea unui contact brusc și direct între agenți și roci. De aici atât o asociere între mai puține procese dar și o intensitate mai slabă a acțiunii lor. Evidentă este gruparea agenților în funcție de tipul de forme de relief în care se manifestă.

- *Pe interfluviile plate* (câmpuri, podurile podișurilor) slab înclinate, netede, cu extindere relativ mare și care sunt acoperite de loessuri sau depozite loessoide groase ce au la partea superioară soluri se impune asocierea proceselor biochimice, pluviudenudarea, tasarea sprijinită uneori de nivație.

- *Procesele biochimice* sunt legate mai întâi de circulația apei în depozite și chiar rocă la topirea zăpezii sau imediat după producerea precipitațiilor. Acțiunea este intensă primăvara fiind amplificată și de lipsa vegetației. Apa preia săruri și produse dintr-o slabă alterare a materiei organice pe care le transportă pe o anumită adâncime unde parțial precipită dând concrețiuni (îndeosebi calcaroase sau de gips). În sezonul secetos o parte din soluții urcă prin capilaritate la suprafață și prin evaporare facilitează acumulări de săruri care apar sub formă de petece cu dimensiuni variabile. În regiunile cu ariditate pronunțată astfel de petece cu concentrare de sare și gips au frecvență mare fiind legate îndeosebi de fundul microdepresiunilor.

- *Pluviudenudarea* este evidentă pe terenurile deșertice sau incendiate în intervalele de timp cât ierburile sau culturile nu s-au dezvoltat. Se înregistrează atât dislocarea particulelor dar și antrenarea lor de către pânzele de apă primăvara când topirea zăpezii se corelează cu ploii bogate unele cu caracter torențial pe pante de  $2-5^{\circ}$  doar în condițiile în care vegetația este distrusă prin uscare sau incendiere.

- *Tasarea* este favorizată de existența loessului sau a depozitelor loessoide. Prin acestea circulația activă a apei primăvara întreținută și de topirea lentă a zăpezii și însăși presiunea exercitată de aceasta prin propria greutate favorizează procesul care în final se materializează în generarea unor microdepresiuni de tipul croturilor și padinelor.

- *Deflația* (activă pe suprafețele lipsite de ierburi) va îndepărta particulele fine favorizând concentrarea lor în acumulări de tipul dunelor. Iarna vântul însă va troieni zăpada facilitând tasarea.

În regiunile mai reci, în lunile de trecere dintre sezoanele extreme pe suprafețele cu rocă la zi se produc *dezagregări*.

- *În văi albiile râurilor* constituie sectoarele în care precumpănesc procesele legate de scurgerea apei a cărei evoluție este puternic influențată de condițiile climatice care îi imprimă un net caracter sezonier. Râurile autohtone au alimentare dominant pluvio-nivală și ca urmare în regimul scurgerii vor exista debite însemnate primăvara și la începutul verii însoțite de revărsări, inundații și debite reduse la finele verii, toamna și iarna, când cele mai mici pot seca. Râurile alohtone, cu izvoare în munți sau în alte zone naturale au un regim al scurgerii mult mai complex dar la care influențele spațiului temperat se resimt. Variațiile sezoniere în sistemul scurgerii se reflectă în dinamica proceselor fluviale. Eroziunea activă va fi legată de intervalele cu precipitații bogate și la viiturile intense cu trecerea pe prim plan a celei lineare în albiu și la obârșii și a celei laterale în malurile concave ale meandrelor. În timpul revărsărilor șuvoaiele de apă principală vor crea prin eroziune în luncă atât canale de scurgere cât și retragerea diferitelor maluri, grinduri etc. Concomitent cu acestea aici se produc și acumulări bogate ale materialelor transportate ceea ce face ca ulterior să rezulte modificări însemnate în morfologia albiilor majore. În sezonul cu scurgere redusă se înregistrează doar transport în suspensie și soluție însoțit de acumulări în albie când capacitatea râului slăbește (la debitele foarte mici). Iarna apa râurilor îngheață frecvent (pod de gheață), la fel și malurile ceea ce conduce la diminuarea efectelor proceselor din albie. Deci specificul morfodinamic al majorității râurilor este impus de câteva intervale: primăvara (topirea zăpezii și ploi bogate) - începutul verii (ploi torențiale) în care eroziunea și transportul sub diferite forme sunt foarte active iar acumulările sunt legate de creșterile de debit ce provoacă inundații în lunci; vară-toamnă cu secete prelungite, debite reduse ce dau un transport slab și acumulări de materiale fine în albiu; iarna – cu debite foarte mici, îngheț și transport extrem de redus.

- *Versanții, frunțile de terasă și malurile înalte* constituie sectoarele cu o dinamică activă impusă de îmbinarea șiroirii, torențialității, pluviudenudării cu sufoziunea, prăbușiri și chiar unele alunecări. Ele sunt favorizate de câțiva factori – pantele, care depășesc  $10^0$  (destul de frecvent peste  $40^0$ ), lipsa vegetației dense protectoare într-un interval mare de timp, rocile dominant friabile (mai ales loessuri). Intervalul critic este primăvara și începutul verii când factorilor potențiali li se adaugă cantitățile de apă rezultate din precipitații. În sezonul rece când aceste suprafețe înclinate sunt lipsite de prezența protectoare a stratului de zăpadă în sistemul morfogenetic se adaugă îngheț-dezghețul ce facilitează modificări în structura rocilor și depozitelor (fisuri, crăpături umplute cu gheață) care conduc primăvara la slăbirea legăturilor dintre componentele minerale urmate de prăbușiri sau solifluxiuni.

### **2.5.3. Regiunile morfoclimatice temperat-rece**

- *Desfășurare și condiții bioclimatice*. Se desfășoară în Eurasia, America de Nord și de Sud la latitudini de  $45-66^0$  incluzând câmpii, podișuri joase dar și munți joși (Siberia, Scandinavia). În peisaj se impun pădurile de conifere compacte, dar care spre latitudini mai mici se îmbină cu cele de foioase iar către cercul polar cu elemente specifice silvotundrei. Extinderea mare și deschiderea largă face posibilă prezența sezonieră a maselor de aer reci polare (maritime și arctice) dar și a celor temperate. Sezonul rece este lung cu temperaturi foarte scăzute (minimele absolute coboară sub  $-35^0$ ) legate de stagnarea aerului rece timp îndelungat apoi o nebulozitate accentuată, cețuri frecvente. În timpul verii se produc alternanțe la intervale scurte, a maselor de aer ciclonal și anticiclonal umede dar mai calde sau mai reci ceea ce conduce la instabilitatea vremii și temperaturii pozitive (în iulie ajung la  $20^0$ ). Ca urmare, amplitudinile termice anuale ajung la valori de  $30^0-60^0$  (mai ales către centrul continentelor) ceea ce reflectă caracterul excesiv al climatului.

Anual cad cca 400-600 mm precipitații dar care sunt inegale în timp. Iarna, ninsoarele sunt dese și dau un strat de zăpadă relativ gros care rezistă mult datorită temperaturilor negative. Vara cad ploii cu caracter torențial.

În Europa de est, nordul Kazahstanului, nord-estul SUA și centrul și sud-estul Canadei prezența maselor de aer umed provenite dinspre oceane conduce la precipitații mai bogate și temperaturi de 25-30<sup>0</sup> în sezonul cald. Dacă iarna, în nord, gerurile prelungite și intense produc înghețarea adâncă a solului, în sud, vara, sunt secete.

În aceste condiții s-au dezvoltat soluri podzolice cu un orizont de suprafață cu masă organică aflată în stadii diferite de descompunere sub care se află altul iluvial cu încărcătură de argilă, săruri de calciu, magneziu, potasiu, oxizi de fier și de mangan. Ele au grosime mai mare sub pădurile de conifere și mai redusă spre silvotundră unde depozitele și rocile de dedesubt sunt parțial sau total înghețate. Atât solurile cât și pădurile dese, compacte constituie ecrane distincte în atacul agenților externi.

➤ **Agenți, procese și forme de relief.** Relieful variat ca alcătuire și structură, condițiile climatice care impun un sezon rece cu geruri și altul călduros dar cu un grad mai însemnat de umiditate, cele două ecrane protectoare cu dezvoltare importantă (solul, vegetația) determină un sistem morfogenetic alcătuit din mai multe procese cu un regim de manifestare sezonier dar cu strânse relații între ele.

- *Pe suprafețele interfluviale înclinate* se produc procese biochimice, criogene și de termocarst (unde se păstrează un pergelisol în diferite stadii de degradare și care este moștenit din pleistocen). Alterarea chimică în urma căreia rezultă argilă și diverși oxizi ca și transferul lor se realizează în sezonul cald pe când procesele criogene sunt specifice lunilor de trecere între anotimpurile extreme. Formele care rezultă prin termocarst sunt caracteristice intervalelor cu încălziri mai însemnate.

- *Albiile râurilor* cunosc un regim de scurgere și procese net diferențiate sezonier dar și de la o regiune la alta. În Europa de est și la vest de Marile Lacuri (precipitații bogate și un regim termic moderat) râurile au o alimentare nivo-pluvială și un regim al scurgerii cu valori mari în aprilie-iunie, scăzute vara și la începutul toamnei, creșteri în octombrie-noiembrie și foarte scăzute iarna când se produc înghețuri. La est de Ural și în Canada continentalismul accentuat al climatului face ca 2/3 din volumul precipitațiilor să fie legat de lunile de vară când se vor produce debite mari întreținute și de topirea zăpezii iar din septembrie și până în aprilie să se producă o scurgere limitată. La marile fluvii cu obârșia la latitudini mici și vărsare în Oceanul Arctic dezghețul în martie-aprilie în bazinul superior va determina zăpoare și inundații în cursul mijlociu.

Raportat la regimul scurgerii va fi și desfășurarea proceselor fluviatile cu o eroziune lineară și un transport însemnat în intervalele cu debite ridicate, cu eroziune lineară și un transport însemnat în intervale cu debite ridicate, cu eroziune laterală asupra malurilor primăvara când patul albiei este în curs de dezgheț iar apa transportă sloiuri și o dinamică redusă (absentă la râurile mici care îngheață) în sezonul rece.

- *Versanții* despăduriți și cu roca la zi vor fi supuși permanent proceselor crionivale care au o intensitate deosebită în lunile de primăvară și toamnă. Se adaugă șiroirea, spălarea în suprafață în timpul averselor.

## 2.6. Zonele morfoclimatice reci cu modelare glaciară și periglaciară.

➤ **Desfășurare și caracteristici bioclimatice.** Sunt în cele două emisfere terestre la latitudini mari, frecvent de la cercurile polare spre poli incluzându-se nordul Canadei, Alaska, Groenlanda, extremitatea nordică a Eurasiei, insule arctice, Antarctica. Se pot diferenția două medii naturale distincte – subpolar și polar.

Primul, la latitudini mai mici și doar în continentele nordice se caracterizează printr-un climat determinat de masele de aer polar ce îi asigură temperaturi medii anuale de  $0^{\circ}$ .... $1,5^{\circ}$ , amplitudini termice reduse, precipitații puține, nebulozitate accentuată, vânturi intense. Regional se separă nuanțe reci oceanice (mai umede) și continentale. Prima este evidentă mai ales în nordul Scandinaviei și are o iarnă cu o nuanță moderată termic și cu zăpadă și o vară când în iulie-august temperaturile care depășesc  $10^{\circ}$  provoacă topirea în bună măsură a zăpezii. Precipitațiile variază anual de la 450-500 mm în nordul Scandinaviei la 250-400 mm în Siberia și Canada. Cele mai multe se produc în februarie-martie și septembrie-octombrie când au loc și importante viscole. Temperaturile dominant negative, înghețul de durată, vânturile intense nu permit decât existența unor formațiuni vegetale ierboase discontinui, la care se asociază un număr mic de specii de arbuști ptici, care se leagă de cele 2-3 luni călduroase. Climatul polar specific Groenlandei, insulelor din Arctica și Antarctidei este foarte rece, masele de aer extrem de reci staționează mult timp provocând scăderi de temperatură însemnate. Aici nu numai mediile anuale sunt negative dar, cu unele excepții și cele ale tuturor lunilor. Iarna (sezonul nopții polare) temperaturile ajung la valori sub  $-40^{\circ}$  ( $-60^{\circ}$  la stadiu Amundsen-Scott și  $-88^{\circ},3$  la stația Vostok). Doar vara în câteva zile temperaturile au și valori pozitive favorizând o ușoară topire a zăpezii. Acum deși Soarele se află permanent deasupra orizontului iar radiația directă ajunge la 20-25 kcal/cm<sup>2</sup>/lună reflexia intensă impusă de zăpadă și gheață face ca bilanțul radiativ să fie neglijabil (1-2 kcal/cm<sup>2</sup>/lună). Precipitațiile sunt numai sub formă de zăpadă și variază de la 200-300 mm/an în vecinătatea oceanelor la câteva zeci de mm în interiorul continentelor. Dar aceasta se păstrează și prin tasare va evolua în gheață. Sunt posibile în orice lună a anului dar mai ales în sezonul de vară polară.

➤ **Agenți, procese și forme de relief.**

Relieful reprezentat de câmpii, podișuri și munți este acoperit aproape în întregime de gheață și zăpadă. Deasupra acestora rămân doar creste cu versanți abrupti, vârfuri iar la latitudini mai mici unele platouri. În aceste condiții se manifestă agenți și procese specifice sistemelor morfogenetice-periglaciare și glaciare care se întrepătrund.

**2.6.1. Sistemul periglaciare** este activ pe toate suprafețele lipsite de gheață dar care sunt acoperite de zăpadă sau sunt direct expuse gerului și vântului. Totodată procesele de gelivatie și nivație, definiții pentru sistem, se înregistrează și la contactul versanților cu gheață sau pe crestele și vârfurile care sunt situate deasupra ghețurilor. Ca urmare, este activ în regiunile subpolare și are caracter insular în cele polare.

- *Nuanțele climatice* influențează atât ritmicitatea proceselor dar și asocierea în timp a agenților. Climatul subpolar cu influențe oceanice, mai umed cu veri de 2-3 luni când se produc temperaturi zilnice periodice, ce dau dezgheț în roci și depozite iar precipitațiile sunt și sub formă lichidă, facilitează asocierea acțiunii gerului, nivației cu aceea a vântului, apelor de șiroire, apelor care staționează și a fluviației. Climatul subpolar continental este aspru, cu un foarte lung interval de îngheț total care asigură continuitatea și grosimea pergelisolului, cu zăpadă puțină dar spulberată sau troienită de vânturi puternice. Aici se manifestă intens gerul, nivația, eolizația și uneori apele curgătoare.

- *Îngheț-dezghețul* constituie un cuplu de procese care au rol esențial în crearea unei morfologii specifice. Ciclurile gelivale rezultate din succesiunea acestora acționează intens în sezonul călduros când amplitudinile termice diurne sunt însemnate. Pe suprafețele stâncoase se produc dezagregări ce conduc la grohotișuri cu forme și dimensiuni condiționate de tipul de roci, intensitatea și frecvența acestor

cicluri. Pe suprafețe stâncoase slab înclinate determină dezagregări, câmpuri și pavaje de pietre iar pe cele acoperite de depozite și cu o vegetație slabă, o diversitate de structuri (pene de gheață, involuții, apofize) și forme cu dimensiuni și configurații distincte (soluri poligonale, hidrolacoliți, pingo etc.)

- *Nivația* pe versanți se concretizează în avalanșe care pun în mișcare mase de zăpadă și fragmente de rocă cu viteze de 50-200 km/oră. Ele dau naștere la culoare lineare lungi de sute de metri în care la dezgheț se acumulează grohotișuri (râuri de pietre). La baza versanților persistă amestecul de bolovani cu zăpadă și gheață. Pe suprafețele plane cu scoarțe de materiale groase prezența zăpezii conduce la tasări ce creează microdepresiuni.

- *Eolizația* se produce mai întâi prin coroziune asupra vârfurilor, crestelor și pereților abrupti. Vânturile încărcate cu particule fine de gheață și nisip izbește și șlefuieste suprafețele, colțurile și muchiile vârfurilor. În al doilea rând spulberă materialele fine inclusiv zăpada permițând detașarea pe de o parte a unor suprafețe stâncoase sau cu materiale grosiere iar pe de altă parte a altora cu acumulări de zăpadă și prafuri (dune nivoeoliene).

- *Șiroirea* este accidentală și numai în lunile în care se produc averse de ploaie iar solul sau depozitul de pe pante este dezghețat. Eroziunea dă naștere pe versanți la ravene dar și la acumulări de pânze de pietrișuri stratificate și glacisuri la baza acestora.

- *Fluvioperiglaciația* se înregistrează în lunile de vară când albiile sunt parțial sau total dezghețate. Scurgerea este puternic influențată de nuanța climatică dar și de adâncimea până la care se produce dezghețul. În albiile sunt frecvente blocuri care depășesc competența, pavajul de pietre cu dimensiuni mari, eroziunea laterală asupra malurilor (extrem de violentă la începutul dezghețului când apa este încărcată cu sloiuri) dar și revărsările pe spații extinse. Acțiunile cele mai complexe sunt în albiile fluviilor care se varsă în Oceanul Arctic la care scurgerea se face pe un pat înghețat iar debitele sunt mari fiind provocate de dezghețuri și ploi timpuri în regiunile de la latitudini temperate.

- *Procesele biochimice* sunt reduse ca intensitate și limitate în sezonul cald la suprafețele acoperite de vegetație ierboasă sau arbustivă. Ele facilitează o slabă alterare a unor minerale din roci.

Între toți acești agenți și procese există legături de interdependență care asigură și funcționalitatea specifică sistemului.

**2.6.2. Sistemul glaciilor** este legat de acțiunea maselor de gheață rezultate din acumularea și transformarea zăpezilor multianuale din regiunile polare și în bună măsură subpolare. În pleistocen s-a manifestat pe suprafețe mari (43 532 000 km<sup>2</sup>) îndeosebi în emisfera nordică și Antarctida (14 273 000 km<sup>2</sup>). Calotele glaciare având grosimi de peste 1000 m (depășeau 2000 m în Scandinavia și Canada) coborau până la latitudinile de 49°33' în Europa, 37°30' în America de Nord și 42° în America de Sud. La latitudini mai mici au ocupat suprafețe restrânse pe crestele situate deasupra limitei zăpezilor veșnice. De la aceștia au rămas numeroase forme de relief (circuri, văi, platouri glaciare etc.) dar și o multitudine de depozite (morene de tipuri variate, sandre, drumlinuri etc.). În continentele sudice sunt și depozite din paleozoicul final care atestă perioade glaciare. În prezent (C.Smiraglia, 1992) suprafața totală cu ghețari este de 15.861.766 km<sup>2</sup> din care 13 586 310 km<sup>2</sup> în Antarctida, 1 726 400 km<sup>2</sup> în Groenlanda, restul fiind în diferite insule din Arctica sau pe văile, platourile și crestele muntoase foarte înalte aflate în zonele calde și temperate.

În toate aceste locuri gheața acoperă un relief vechi preglaciilor pe care l-a supus modelării. Ea se realizează precumpănitor prin eroziune (exarație) care se

produce mai intens sau mai slab în funcție de câțiva factori – volumul și grosimea masei de gheață (cu cât sunt mai mari cu atât presiunea și deci eroziunea exercitată asupra rocii de pe fundul văii sunt mai însemnate), amestecul gheții cu bucăți de rocă provenite de pe versanți sau de pe suprafețele pe care ghețarul de deplasează (cu cât acestea din urmă sunt mai numeroase și mai grosiere cu atât exarația va fi mai intensă), panta suprafețelor pe care se realizează mișcarea (la înclinări mari deplasarea este rapidă și ghețarul se fragmentează iar eroziunea este mai mică), condițiile climatice (sunt optime cele care asigură precipitații solide bogate și temperaturi care să permită acumularea gheții în volume mari favorabile asigurării unui bilanț glaciatic pozitiv), viteza deplasării masei de gheață (cu cât este mai mare efectele sunt mai reduse), caracteristicile fizice ale rocilor aflate în contact cu masa de gheață (rocile cu rezistență mică sunt rapid erodate; alternanța de fâșii de roci cu rezistență diferită conduce la exarația selectivă și crearea unui relief subglaciatic cu microdepresiuni și praguri glaciare) etc. Eroziunea glaciatică se manifestă mai întâi pe direcția deplasării gheții (pe platouri dar și în lungul văii) fiind deosebit de intensă în sectoarele unde se conjugă influența condițiilor favorabile dată de factorii enunțați creând prin scrijelire, smulgere, șlefuire și dislocarea fragmentelor de rocă un relief cu denivelări în principal depresiuni și praguri. În al doilea rând gheața aflată în mișcare exercită o presiune laterală asupra suprafețelor de rocă cu care intră în contact provocând prin aceleași acțiuni, erodarea acestora (exarație laterală).

Fragmentele de rocă transportate sunt în masa ghețarului sau sunt acumulate pe fund și mai ales la exterior unde creează forme variate ca dimensiuni.

Acțiunii ghețarului i se asociază și alți agenți și procese cu rol diferit. În acest sens îngheț-dezghetul și avalanșele au rol mai însemnat. Pe versanții limitrofi și pe contacte acestea produc gelifracțe care se acumulează pe gheață fiind treptat încorporate în masa acesteia. La periferia masei de gheață ploile rare creează șuvoaie de apă care se înscriu pe crăpăturile acesteia lărgindu-le. Tot aici din topirea gheții la contactul cu suprafața pe care se află rezultă torenți subglaciari care realizează trei acțiuni: - erodează patul glaciatic, transportă materiale solide și le depune în fața masei de gheață.

### **3. Etaje morfoclimatice**

Suprafața terestră este neomogenă - sunt oceane și continente, nu numai inegale ca mărime, dar și cu o distribuție deosebită în sens latitudinal și longitudinal. În același timp continentele sunt formate din câmpii, dealuri, podișuri cu altitudini medii și mici dar și din sisteme muntoase cu înălțimi mari care au o desfășurare fie în sens latitudinal fie longitudinal. În bazinele oceanice există curenți de apă calzi sau reci care se deplasează dintr-o zonă climatică în alta pe mii de kilometri influențând uneori destul de mult caracteristicile climatice ale regiunilor de uscat din vecinătate și prin acestea sistemul de asociere a agenților și proceselor morfoclimatice. Ca urmare, acești factori produc modificări însemnate în manifestarea sistemelor morfoclimatice zonale (latitudinale), cele mai importante fiind impuse de lanțurile montane foarte înalte. Desfășurarea lor pe mii de metri înălțime este însoțită de modificări de natură termică, în cantitățile de precipitații căzute, în regimul umidității etc. cu reflectare în dezvoltarea vegetației, solurilor și în dinamica diferitelor procese morfogenetice. Acestea se concretizează în impunerea spațială a unor fâșii (etaje) care se succed altitudinal. Astfel *în orice sistem muntos înalt, indiferent de latitudine, de la o anumită înălțime se diferențiază etaje geografice exprimate în peisaje a căror trăsături de bază pot fi regăsite în timpurile zonale aflate la latitudini mai mari.* Deci baza munților se încadrează zonei morfoclimatice unde se află aceștia iar deasupra vor

fi etaje monoclimatice diferite, numărul lor micșorându-se în raport de altitudine și de latitudinea la care există lanțul muntos.

Etajele nu au o desfășurare spațială mare în raport cu zonele, dar sunt ușor de separat și sesizat ca peisaje cu o morfologie distinctă. Contactul dintre etaje rareori este net diferențiat, frecvent între ele dezvoltându-se fâșii de trecere (subetaje).

- **În munții din zona caldă și umedă** condițiile bioclimatice specifice acesteia se mențin cam până la altitudinea de 1000 m. Mai sus temperaturile (medii anuale) vor scădea ( $15^{\circ}$  la 2000 m,  $10^{\circ}$  la 3000 m,  $5^{\circ}$  la 4000 m și  $0^{\circ}$  la cca 5000 m), variațiile termice diurne vor avea amplitudini mari (răcirii nocturne accentuate), ciclurile gelivale vor fi frecvente la peste 3000 m, precipitațiile vor scădea (la peste 3000 m vor fi și sub formă de zăpadă etc.). Ca urmare, până la 1000 m se menține pădurea ecuatorială cu procesele morfodinamice specifice acesteia. Deasupra ei până la 3000-3500 m (mai jos în insulele muntoase unde vânturile au frecvență mare) se desfășoară un etaj cu pădure scundă în care procesele de modelare relativ, similare cu cele din bază au o intensitate mai redusă dar cu alterări active în partea inferioară și șiroiri în cea superioară unde și arealele cu vegetație discontinuă cresc în dimensiuni. Etajele subalpin și alpin acoperă crestele situate la peste 3000-3500 m. Există precipitații bogate (la bază cca 1000 mm anual, dar care scad treptat odată cu altitudinea), cicluri gelivale, zăpadă iar ca vegetație tufe de arbuști și ierburi (îndeosebi graminee) la bază și stâncărie cu unele specii de licheni și mușchi. Dezagregarea, nivația și diverse forme de șiroire și torențialitate sunt procesele principale. Se adaugă în locurile favorabile dezvoltării de ghețari (la peste 4 500 m) o asociere a proceselor periglaciare cu cele glaciare.

- **În munții din zona caldă și uscată** ariditatea, amplitudinile termice diurne mari, lipsa vegetației și vânturile intense cuprind spațiul acestora în întregime. În aceste condiții specificul morfodinamic este dominat de procesele mecanice. Se produc dezagregări intense însoțite de dezvoltarea de grohotișuri și stâncărie. Rarele ploi torențiale determină șiroiri și torenți scurți care dau naștere la acumulări de conuri cu materiale grosiere din care vânturile spulberă elementele nisipoase. În munții înalți unde ajung și slabe mase de aer oceanic la peste 4 000 m se acumulează și se păstrează zăpada care uneori se transformă în ghețari cu volum mic (Atlasul înalt).

- **În sistemul de munți din zonele temperate** poziția limitei dintre etaje este în mare măsură influențată de situarea lor în vecinătatea bazinelor oceanice sau în interiorul continentelor, factor care condiționează cantitățile de precipitații pe care le primesc. Pe ansamblu în regiunile oceanice și subtropicale diferențieri morfologice distincte sunt între spațiul acoperit de pădure (foioase în bază până la 800-1000 m altitudine, specifice zonei și etajul coniferelor între 1000 și 2000 m) și cel al creștelor și văilor subalpine (cu tufișuri și ierburi) și alpine (ierburi discontinui, stâncărie). În același sens se trece de la sisteme morfodinamice ale căror caracteristici sunt legate de alterarea chimică, șiroire, torențialitate, alunecări și procese fluviatile la sisteme ce au ca specific asocierea proceselor fluviatile și periglaciare cu regim sezonier iar local (la peste 2 800 m) a celor glaciare. În munții din interiorul continentelor datorită aridității accentuate limitele etajelor sunt mai coborâte iar asocierea gelivației cu nivația, eolizația și torențialitatea afectează spații mult mai extinse. Ghețarii în schimb sunt legați de crestele care depășesc 3 500 m.

- **În munții din zonele reci** frecvent se asociază sistemele morfogenetice glaciare și periglaciare. În funcție de condițiile locale aria de acțiune a lor diferă.

#### **Verificări:**

- Dezvoltați noțiunile – Geomorfolgie climatică, sistem morfogenetic, zonă morfoclimatică, etaj morfoclimatic.

- Explicați raporturile dintre condițiile bioclimatice și sistemele de procese specifice fiecărei zone și etaj morfoclimatic.
- Nominalizați și descrieți formele specifice fiecărei zone morfogenetice.
- Caracterizați sistemele morfoclimatice specifice Europei și României.

## **PARTEA A V-A**

### **REGIONARE ȘI TIPIZARE GEOMORFOLOGICĂ**

#### **1. Regionare și tipizare geomorfologică:**

Sunt două acțiuni care conduc în mod diferit la separarea de unități de relief cu un anumit specific morfografic, morfogenetic, evolutiv, cronologic și chiar prin



prisma legăturilor de favorizare sau restricționare a activităților umane. Cea mai importantă asemănare dintre ele constă în faptul că amândouă se bazează pe o foarte bună cunoaștere a realității geomorfologice atât spațial cât și evolutiv ceea ce conduce la discernerea caracteristicilor privind alcătuirea, structura, funcționarea, unitatea elementelor rezultate prin sistemul de relații generale etc. Le separă criteriile care conduc la distingerea unităților de ranguri diferite regionarea având în vedere unități teritoriale de mărime diferită da cu un specific morfologic aparte pe când tipizarea are în obiectiv elementele generale caracteristice anumitor categorii de forme de relief, modalități de asociere și acțiune a agenților și proceselor lor etc. cu exemplificări regionale și locale. Și într-un caz și în altul se ajunge la ierarhizări plecându-se de la diviziuni mici (etalon) și ajungându-se la altele de amploare.

**1.1. Regionarea** este operațiunea prin care un ansamblu reliefofen mare este împărțit în unități teritoriale de ranguri diferite. Fiecare din acestea constituie un sistem cu o anumită dezvoltare spațială, alcătuire, limite și poziție ierarhică în macrounitatea superioară.

- *Omogenitatea* este o primă caracteristică a unei unități separate. Ea este asigurată de prezența anumitor elemente comune pentru toate unitățile de același rang ierarhic. Astfel omogenitatea Carpaților de Curbură în raport cu alte ramuri carpatice este definită de – alcătuirea din mai multe pânze structurale ale flișului, prezența a două suprafețe și a trei nivele de eroziune, văi principale cu caracter transversal, neconcordanța între linia marilor înălțimi și poziția cumpenei de ape. La nivelul masivelor muntoase principale în care aceștia se divid, omogenitatea subunităților are în vedere uniformitatea petrografică și structurală a lor (M.Baiu din fliș marno-grazos cretacic, M.Ciucaș o unitate dominant alcătuită din conglomerate cretace, M.Buzăului formați din alternanțe de strate de gresii, șisturi argiloase marne paleogene etc.) de care s-a legat individualizarea unor reliefuluri specifice cu reflectare în peisaje distincte. La scara ierarhică mai mică intervin dinamica proceselor actuale și forme de relief cu dimensiuni mici (în bazinele depresionare se disting lunci, terase, glacisuri acumulative, procese fluviale dar și un anumit mod de manifestare a proceselor de versant).

Omogenitatea generală nu exclude *personalitatea* ce conduce la *unicitatea* fiecărei unități în raport cu cele aflate în aceeași familie, deci pe aceeași treaptă ierarhică. În Munții Buzăului se includ mai multe subunități cu trăsături morfologice care le conferă omogenitatea în cadrul acestora dar și caracteristici ce le impun propria individualitate. Munții Penteleu se disting prin înălțimi mari, masivitate, un etaj subalpin bine conturat, platouri interfluviale extinse și văi înguste. Munții Podul Calului sunt scunzi, intens fragmentați, văi scurte și mai largi.

- *Specificul morfologic evolutiv funcțional* al unităților derivă din ansamblul relațiilor care în timp se stabilesc între componentele sale. Ele se reflectă în fizionomie și mai ales în morfodinamica actuală. Munții Bârgăului reprezintă o unitate distinctă în cadrul lanțului vulcanic din vestul Carpaților Orientali, care are ca specific îmbinarea elementelor vulcanice cu o structură sedimentară. Vârfurile, măgurile și culmile din roci eruptive sunt indicatori ai unei evoluții caracterizată prin fragmentarea, eliminarea unor aparate vulcanice dar și a scoaterii la zi a corpurilor de lavă consolidată în masa acestora (inversiuni de relief). Fiecare dintre acestea se impun prin dimensiuni, înfățișare, anumite procese de modelare dar și printr-un rol aparte în unitatea muntoasă inclusiv în raporturile cu activitățile antropice (suprafețe forestiere, cu pășuni, fânețe, poziția unor așezări și căi de comunicație etc.)

- *Ierarhizarea* este o caracteristică esențială în regionare întrucât separarea de unități morfologice nu se rezumă doar la desfacerea întregului în fragmente omogene

cu dimensiuni variabile și la stabilirea locului pe care fiecare dintre acestea, în baza gradului de complexitate (ca alcătuire, structură, evoluție etc.) îl ocupă în cadrul sistemului. Stabilirea complexității se face prin analiza comparativă a valorilor diferiților indicatori (cantitativi și calitativi) aplicați în studierea macrosistemului ce urmează a fi divizat. Subunitățile se înscriu pe diferite trepte fiecareia fiindu-i specifice trei lucruri – are dominant caracteristici morfologice proprii și similare cu unități din aceeași grupă ierarhică, păstrează influențe, frecvent morfostructurale, din unitățile de rang superior dar și transmite unele trăsături spre cele de rang inferior. Carpații Meridionali formează o macrounități care include subordonat patru grupări de munți (Bucegi, Făgăraș, Parâng, Retezat) fiecare dintre acestea divizându-se în masive distincte care la rândul lor se împart în subunități mai mici. Grupei Parâng îi sunt specifice: poziția și extinderea spațială în cadrul macrosistemului, desfășurarea largă a platourilor interfluviale (fragmente din peneplena Borăscu), văile cu desfășurare radială care la obârșii au o dezvoltare în evantai plecând din circuri glaciare și glacio-nivale iar la ieșirea din munți sunt puternic adâncite și cu caracter de defileu, energii de relief cu valori mari, pasuri de altitudine, o concentrare a activităților antropice în culoarele văilor principale și pe ramura montană etc. De la macrounități păstrează masivitatea, dezvoltarea etajată a sistemelor morfodinamice, modalități de valorificare economică (păstorit de altitudine, exploatarea forestieră, activități turistice etc.) cu implicații în morfodinamica actuală și în peisaj etc. Transmite subunităților monotonia de ansamblu a reliefului și structurii, limitele de acțiune a proceselor de modelare.

Deci o unitate regională morfologică implică un spațiu, un grad de omogenitate a elementelor ce o definesc și care îi conferă relații structurale, evolutive și o anumită reflecție în peisaj. Separarea lor se face prin analize pe spații largi care implică observații, date din măsurători, cartări, calcularea unor indicatori morfometrici, întocmirea de hărți la nivel de elemente morfologice care sunt suprapuse etc. Prin acestea se ajunge pe de o parte la cunoașterea morfologică pe ansamblu a regiunii iar pe de altă parte la diferențierea de subunități cu caracteristici specifice. Foarte importantă este stabilirea corectă a limitelor dintre acestea întrucât o poziție falsă conduce la regiunări greșite care secționează unele unități și le extinde arbitrar pe altele.

**1.2. Tipizarea** este un procedeu de cunoaștere generalizată a unor categorii distincte de procese, forme, sisteme de relief. Înfăptuirea acesteia are la bază analiza complexă a unor mulțimi de cazuri singulare din regiuni diferite și care se află în stadii deosebite de evoluție. Prin eliminarea caracteristicilor particulare și reținerea celor generale, esențial se ajunge la tipuri. Acestea constituie modele de exprimare în sinteză a unui anumit gen de sisteme morfodinamice (fluviatil, glaciare etc.), morfologice (forme de relief) etc. care definesc teoretic diverse mulțimi de familii geomorfologice. Ca urmare, orice tip de va remarcă prin anumite caracteristici.

- *Unicitatea* pune în evidență individualitatea sa în raport cu celelalte tipuri dintr-o familie de rang superior (vale glaciare față de relief glaciare) sau dintr-o mulțime de tipuri diferite (vale glaciare în raport cu valea fluviatilă).

- *Ierarhizarea* – relevă faptul că orice tip se află, în funcție de gradul de complexitate, pe o anumită treaptă într-un macrosistem. Ierarhizarea se poate realiza după diferite criterii – *genetic* (la relieful fluviatil de eroziune se pot separa talvegul, albia minoră, albia majoră, terase, versanți, valea), *spațial* (relief de ordinul I ce cuprind continente, bazine oceanice; relieful de ordinul II cu munți podișuri, dealuri, câmpii, șelf, taluz continental, câmpii abisale etc.; relieful de ordinul III – mulțimea formelor create de diverși agenți externi etc.), *structural* în diverse sisteme

morfogenetice (în cel glaciatic – circuri, văi, praguri, morene etc.) *stadiu de evoluție morfologică* (relief tânăr, matur, bătrân în sensul concepției davisiene), *funcțional* (impus de relațiile dintre agenți morfodinamici care facilitează dominarea unor tipuri de procese – meteorice prin dezagregare cu diverse subtipuri; gravitaționale fie ca deplasări brusce fie lente cu subtipuri etc.).

- Tipurile prin natura lor sintetică *stau la baza laturei teoretice* a fiecărei ramuri geomorfologice. Ele însă *sunt însoțite de exemplificări regionale semnificative*. De aici și legăturile dialectice dintre cele două în sensul că *orice sistem morfologic regional poate constitui locul de plecare pentru abstractizări (deci tipuri) iar acestea devin elemente definitorii pentru cunoașterea regională viitoare* (caracteristicile esențiale ale unei alunecări de teren, inclusiv geneza și evoluția s-au stabilit pe baza analizei unor situații regionale; la rândul lor elementele teoretice specifice acestui proces constituie o bază în urmărirea altor situații care se manifestă în diverse regiuni).

- Tipurile complexe *se exprimă și prin anumite peisaje geomorfologice* ce pot fi raportate mai ales la sisteme morfogenetice (glaciatic, deșertic, periglaciatic, litoral, antropic), morfolitologic (carst), morfostructurale (tabular, monoclinal etc.).

**Verificări:**

- Ce este regionarea geomorfologică și care sunt caracteristicile principale ale unei regiuni geomorfologice?

- Ce este tipizarea și prin ce se deosebește de regionarea?

- Exemplificați sisteme de regionare și tipizarea în relieful României?



## PARTEA A VI-A

### EVOLUȚIA GENERALĂ A RELIEFULUI

#### Evoluția generală a reliefului

Relieful terestru este alcătuit dintr-o multitudine de forme cu mărime, geneză și evoluție diferită. Dacă cele submerse sunt legate dominant de agenții interni, acțiuni conjugate într-un sistem ce pot fi înglobate și explicate prin formarea și deplasarea plăcilor, cele externe sunt rezultatul interacțiunii agenților interni (dau în timp îndelungat mari unități structurale precum sisteme de munți, podișuri, câmpii care se asociază în blocuri continentale) cu cei externi care creează în timp diferiți o complexitate de forme cu dimensiuni variabile.

De aici pe de-o parte interesul spre a elabora atât teorii prin care s-a încercat explicarea realizării pe ansamblu a reliefului tectono-structural cât și teorii prin care se urmărește evoluția reliefului regiunilor de uscat.

**1. Teoria tectonicii globale** - pleacă de la ideea că scoarța Pământului este formată din plăci (blocuri cu dimensiuni, masă și volum variabile) care plutesc, afundându-se diferit în mantaua superioară (astenosfera). Aceasta este alcătuită din materie vâscoasă (topitură) alcătuită dominant din silicați (Al, Mg, Fe) care la bază înregistrează o temperatură de peste  $1000^{\circ}$  și o densitate de  $3,5 \text{ g/cm}^3$  pentru ca la contactul cu scoarța acestea să aibă mărimi de  $450\text{-}500^{\circ}$  și respectiv  $2,5 \text{ g/cm}^3$ . Ea este antrenată într-o mișcare pe spații largi sub formă de circuite (celule de convecție) la care se deosebesc ramuri ascendente, descendente și paralele cu baza blocurilor. Deplasarea materiei este impusă de diferențele de densitate și temperatură cu caracter global sau regional. Există mai multe circuite principale la întâlnirea (contactul) cărora sunt ramurile ascendente și descendente. Față de scoarță (solidă, cu grosimi diferite de unde și gradul de afundare în astenosferă deosebit în tendința realizării unui echilibru izostatic), fluxurile de materie din celule se vor situa în trei situații – *de izbire* în dreptul ramurilor ascendente, *de antrenare* a scoarței spre interior de către ramurile descendente și *de deplasarea laterală* între cele două situații. Primele două coincid cu contactele dintre plăcile scoarței (rifturi și zone de subducție). De aici cea de a doua idee care se referă la *specificul dinamic al contactelor dintre plăci*, acesta fiind *subordonat mișcării materiei din astenosferă*.

- În zona **rifturilor** generate de curenții ascendenți, se realizează mai multe, acțiuni - *ascensiunea materiei topite* care pe de o parte se va consolida pe marginile acestuia îngustându-l, iar pe de alta la exterior va forma acumulări masive de materie bazaltică creând *dorsale* de munți submerși; *vulcanism* prin care vor rezulta conuri în marea majoritate submerse; *deplasarea laterală față de rift a plăcilor* (mai mulți centimetri pe an, cca 100 km într-un milion de ani și 1000 km în 10 milioane de ani) și ca urmare *expansiunea (creșterea) fundului oceanic* datorită atât presiunilor mari care rezultă la ieșirea topiturii prin riftul care s-a îngustat cât și a antrenării plăcilor într-o mișcare laterală de către curenții de convecție de sub acestea.

Deci, *evoluția rifturilor conduce la nașterea și dezvoltarea marilor depresiuni oceanice*, formarea de lanțuri de munți și platouri vulcanice submerse.

- **Zonele de subducție** – sunt situate în dreptul curenților de materie topită din astenosferă cu caracter descendent. Aici se înregistrează coborârea plăcii mai grele și ascensiunea celei mai ușoare în lungul unui plan înclinat (Benioff). Prima va intra în astenosferă și se va consuma (topi), iar cea de a doua în tendința de a încăleca placa mai grea se va comprima, strivi favorizând mișcări de cutare și crearea de munți în locul depresiunilor de tip orogen formate aproape de marginile ei. Aceștia se vor

înscris mai întâi ca insule, arhipelaguri. Și aici vulcanismul foarte activ va genera vulcani (submerși sau emerși).

Deci, *prin mecanismul tectonicii globale care cuprinde toate plăcile* (indiferent de mărime) ce alcătuiesc scoarța se produc două procese esențiale pentru înțelegerea genezei și evoluției bazinelor oceanice - *deplasarea generală a plăcilor dinspre rifturi spre zonele de subducție însoțită de creșterea fundului bazinelor oceanice* când activitatea în rifturi precumpănește în raport cu cea din zonele de subducție și *de îngustare a oceanului când rifturile sau părți din acestea s-au înfundat (închis) dar este activ procesul de subducție* ca reflex al deplasării plăcii ușoare și a aspirării în adânc acelei grele sub impulsul curenților de convecție. Se mai adaugă *dezvoltarea de sisteme de munți vulcanici* în cadrul dorsalelor (dezvoltate de-o parte și de alta rifturilor) și apoi a lanțurilor de munți vulcanici și de încrețire în vecinătatea zonelor de subducție (ex. la marginea continentelor Anzii și Cordilierii, Alpii australieni, Himalaya, Atlas etc.) sau de ciocnire.

R.Coque, 2002, separa câteva situații pentru aceștia din urmă:

- **lanțurile dezvoltate în vecinătatea zonelor de subducție.** Tipic este sistemul Stâncuși-Anzi individualizat în lungul subducției plăcilor pacifice sub cele ale Americilor. Active sunt ultimile care se deplasează spre vest (sunt împinse de expansiunea Atlanticului) provocând coborârea celor bazaltice oceanice din Pacific. Energia tectonică rezultată din subducția plăcii oceanice și ascensiunea celei continentale conduce la fracturarea soclului alcătuit din roci metamorfice vechi (precambrian-paleozoic), la cutarea formațiunilor sedimentare (continentale și de mare puțin adâncă) și dezvoltarea unui magmatism generator de batoliți, lacoliți dar și vulcani activi.

- **lanțuri montane în arii de obducție.** Sunt întâlnite în vestul plăcii pacifice (din Noua Guinee și până în Kermadec) în arii de subducție (intraoceanice) pe fracturi profunde dezvoltate între sectoare cu alcătuire oceanică aparținând plăcilor pacifică (coboară) și celei indo-australiene. Împingerea dinspre placa indo-australiană conduce la antrenarea unei părți din propria masă oceanică peste cea continentală dezvoltând cutări intense, șariaje de proporții și magmatism.

- **lanțuri montane de coliziune continentală.** Corespund sistemului alpino-himalaian. Apropierea blocurilor continentale (euroasiatic, african, indo-australiană) determinată în cretacic de expansiunea oceanelor Atlantic și Indian a dus pe de o parte la închiderea oceanului Thetis iar pe de alta la dezvoltarea prin presiunile tectonice rezultate din ciocnirea plăcilor la cutarea depozitelor marine și continentale și la impunerea unor lanțuri montane cu structură complexă (pânze de șariaj formate din depozite de tip fliș acumulate pe grosime mare în fose și fâșii de ofiolite oceanice antrenate peste marginile blocurilor continentale; se adaugă falieri și cutări mai slabe ale depozitelor din depresiunile postectonice);

- **lanțuri de munți intracontinentali.** Se realizează în domeniul continental intens faliat din vecinătatea regiunilor de coliziune a plăcilor ca reflex ale împingerilor tectonice propagate dinspre acestea. Se produc cutarea depozitelor continentale și de mare puțin adâncă care capătă o structură relativ simplă (cute simple, faliat și pânze cu desfășurare limitată) și munți cu înălțimi variate (ex. Pirinei, Kuenlun, Tian Șan, Altai).

Cele patru modalități de realizare a munților de cutare în regiunile active ale plăcilor nu trebuie considerate ca situații de sine stătătoare întrucât în funcție de stările de mobilitate și de evoluție a raporturilor dintre plăci ele se înscriu în sistemul tectono-dinamic local în diverse combinații (R.Coque) indică pentru Himalaya o

succesiune de munți realizați în arii ce-au avut caracter de subducție, obducție, coliziune).

- **lanțuri de munți și masive bloc.** Se află în spații continentale vechi ce aparțin unei singure plăci. Sunt legate de sisteme muntoase realizate în precambrian-paleozoic, alcătuite din roci metamorfice, sedimentar vechi (paleozoic și mezozoic), magmatite (batoliți, lacoliți etc.) ce au grad important de falie. Au suferit pe de o parte o puternică nivelare iar pe de alta ridicări cu amplitudine diferită. Cauzele acestor înălțări sunt legate fie de împingerile tectonice transmise dinspre regiunile de rift sau de ciocnire a plăcilor și microplăcilor, fie presiunilor exercitate de la contactul manta-scoarță sau scoarță continentală-oceanică rezultate din diferențe de potențial termo-dinamic între acestea.

În literatură sunt menționate ca tipice sistemele muntoase din Scandinavia, Labrador, din sud-estul peninsulei Arabice etc. Le sunt caracteristice versanții abrupti din lungul planurilor de falie (rejucate), asimetria (amplitudine mare a denivelării pe abrupturile dinspre direcția de propagare a impulsului tectonic și o cădere ușoară către latura opusă), prezența platourilor rezultate din nivelări vechi.

**2. Teoria geosinclinalelor.** Prin aceasta în sec. XIX și XX se explica atât geneza și evoluția sistemelor de munți de cutare cât și dezvoltarea, ariilor continentale. Geosinclinalele, erau considerate ca mari depresiuni tectonice ce se pot forma în interiorul continentelor sau la marginile acestora în spații (cuprinse între fracturi profunde) care cunosc o mișcare de subsidență activă. Deplasarea blocurilor limitrofe spre depresiune determină dezvoltarea unor presiunii enorme care se vor reflecta în mișcări tectonice ce produc cutarea sedimentelor acumulate și formarea de catene muntoase mai întâi submerse și apoi emerse. În timp de sute de milioane de ani rezultă lanțuri de munți care se adaugă spațiului continental. Acestea sunt supuse acțiunii agenților externi și pe măsura epuizării energiei tectonice ce le-a creat și înălțat vor fi reduse treptat ca înălțime, fragmentate și transformate în sisteme deluroase și în final (după sute de milioane de ani) în câmpii de eroziune (peneplene sau pediplene). Deci, *de la o regiune cu mobilitate tectonică activă când s-a format depresiunea geosinclinală, s-au produs cutării și a luat naștere prin înălțare lanțul de munți se ajunge în partea a doua a evoluției la o regiune joasă rigidă (sub raport tectonic) în care doar impulsurile tectonice transmise din exteriorul ei vor genera fracturări, înălțări sau coborâri de blocuri cu dimensiuni reduse; primele vor forma podișuri sau masive muntoase cu înălțimi reduse iar celelalte bazine de sedimentare locale.*

În ultimele decenii, pe măsura aprofundării teoriei tectonicii plăcilor, geologii au renunțat parțial sau total la evoluția prin *sistemul geosinclinalelor ori au adaptat-o înglobând unele aspecte în evoluția impusă de dinamica plăcilor.* În acest sens se admite posibilitatea dezvoltării de depresiuni tectonice (de orogen) în regiunile labile ale plăcilor din vecinătatea ariilor de subducție unde masele de roci sedimentare, metamorfice sau granitice sunt presate, cutate și ridicate sub formă de munți sau lanțuri muntoase. Presiunile sunt legate de deplasarea plăcilor și astfel lanțurile cele mai noi s-au individualizat în regiunile unde ciocnirile dintre plăci au fost mai active (Cordilierii și Anzii între plăcile pacifică și americană; Himalaya în sectorul de puternică presiune exercitată de blocul indian, sistemul Pirinei – Alpi – Carpați – în sectorul labil puternic expus de înaintarea spre nord a plăcii africane spre cea euroasiatică etc.).

### **3. Teorii privind evoluția regiunilor de uscat:**

Până către finalul sec. XIX s-au realizat numeroase descrieri și interpretări genetice asupra diferitelor forme de relief îndeosebi în America de Nord, Europa

(Germania). Ele au constituit baza trecerii de la analize simple bazate pe descrieri, constatări la interpretări genetico-evolutive pe suprafețe întinse care vizau fie rolul unui agent (ex. apa mărilor și oceanelor asupra țărmului ce poate conduce la dezvoltarea unor întinse platforme de abraziune în concepția lui A.C. Ramsay, F.Richthofen, D.W. Johson) fie asocierea mai multor agenți dar acțiunile principale erau legate de apele curgătoare. Între teoriile generale elaborate în sec. XX câteva sunt mai însemnate prin noutățile introduse în litera geomorfologică și maniera abordării. Fiecare pleacă de la situații concrete (diverse trepte de nivelare – peneplene, pediplene, pedimente, terase, platforme de abraziune, apoi reliefuluri înalte (accidentale), medii (rotunjite), joase (aplatizate) etc.) ce reflectă stadii de evoluții deosebite în unități structurale și morfoclimatice variate ceea ce a condus la critici și chiar negări de-a lungul timpului. Dacă se rețin ideile esențiale se poate ajunge la concluzia că *fiecare constituie ilustrări ale unor subsisteme evolutive ce se încadrează în ansamblul planetar al genezei și evoluției spațiului continental.*

### **3.1. Forme de relief mărturi ale unei evoluții de durată pe spații întinse.**

Indiferent de teorie autorii au plecat de la rezultatele evoluției morfologice observate în deosebite regiuni pentru ca în final să le contopească în diverse concepții generalizate. Ceea ce a reținut mai întâi atenția geomorfologilor au fost, la scară mare, ansamblurile montane, de podișuri, de dealuri și de câmpii (acumulative sau de eroziune) a căror fizionomie și grad de fragmentare relevă reliefuluri ajunse în etape sau faze diferite de evoluție. În al doilea rând au fost diferite tipuri de suprafețe cvasiorizontale desfășurate la nivelul interfluviilor, în culoarele văilor, la exteriorul creștelor și martorilor de eroziune etc. și care se integrează în intervale hipsometrice distincte. Între acestea cele mai însemnate sunt: suprafețele și nivelele de eroziune, umerii de vale, pedimentele și glacisurile, câmpiile de eroziune (peneplene, pediplene).

**Suprafețele de eroziune** există în regiunile muntoase, de podiș și de dealuri la nivelul interfluviilor principale. Apar ca platouri cvasiorizontale dominate de vârfuri izolate (frecvent alcătuite din roci foarte dure) și care rețază structuri geologice variate și strate cu alcătuire diferită. Sunt separate de văi din generații diferite. constituie rezultatul unei nivelări generalizate în condițiile acțiunii de durată a unui sistem morfogenetic. Printr-o evoluție îndelungată (zeci sau sute de milioane de ani) o regiune ajunge la o nivelare completă reflectată de o suprafață de tipul *câmpiilor de eroziune*. În funcție de sistemul morfogenetic care a generat-o corelat cu condițiile climatice rezultă două tipuri. Primul este *peneplena* rezultată prin sistemele specifice zonei temperate în care se impun acțiunea dominantă a apelor curgătoare (impune în principal fragmentarea creând interfluvii și văi) și dinamica pe versanți (prin șiroire, torențialitate, alunecări etc.) ce provoacă concomitent retragerea dar și țesirea lor. Al doilea tip îl reprezintă *pediplena* asociată cu sistemele morfogenetice caracteristice savanelor, deșerturilor și semideșerturilor care facilitează evoluția versanților printr-o retragere aproape paralelă cu poziția inițială până ce se produce intersecția lor. Rezultă succesiv *pedimente* sau *glacisuri de eroziune* continuate la exterior de câmpii de acumulare a materialelor transportate de pânze de apă sau de torenți în timpul ploilor torențiale. Prin unirea pedimentelor rezultă pediplene care sunt dominate de martori izolați sau de fragmente de creste rămase din reliefulurile vechi.

În regiunile cu mobilitate tectonică unde ridicările accentuate survin după intervale lungi de stabilitate sau cu mișcări slabe nu se ajunge la câmpii de eroziune. Rezultatele vor fi aici mai multe suprafețe interfluviale înclinate, cu grad de nivelare deosebit, care se succed în trepte de la culmile principale spre exterior, multe constituind podurile interfluviilor secundare. Frecvent treptei mai înalte i se atribuie



denumirea de *suprafață de eroziune (nivelare)* iar celorlalte cea de *nivele de eroziune*. Deci, ele reflectă atât un anumit grad de nivelare parțială specific unei etape (faze) de modelare dar și evoluția ulterioară. În culoarele largi ale văilor deasupra teraselor se desfășoară nivele de pîteni (au dimensiuni mici și rețază strate din roci variate) numiți *umeri de eroziune*. Provin din fragmentarea unor vechi funduri de vale sau chiar a unor nivele de eroziune slab dezvoltate.

La acestea se mai adaugă *terasele* fluviatile pentru evoluția cuaternară, *platformele de abraziune* pentru spațiile litorale, *platourile structurale sau litologice*, *nivelele de creste* etc.

### **3.2. Teorii privind evoluția generală a reliefului :**

Toate acestea dar și abordarea diferită de la autor la autor a condițiilor de modelare (alcătuire litostructurală, tectonică, agenți și procese, condiții bioclimatice) au condus la formularea de teorii ce-au avut un grad diferit de acceptare. Mai mult unele au fost formulate ca replici la cele anterioare (teoria lui W.Penck în raport cu cea a lui W.M.Davis) iar cele din a doua parte a sec. XX ca aprofundări a ideilor de la începuturi. Sunt și mulți geomorfologi care le neagă absolutizând punctele slabe dar care nu pun sau nu încearcă să aducă „ceva” nou în loc. Cronologic teoriile cele mai cunoscute și aplicate de-a lungul anilor în studiul reliefului sunt în număr de patru, celelalte fiind amplificări ale acestora.

- **Teoria „ciclului eroziunii normale” sau a „ciclului geografic”**. Este prima concepție unitară. A fost elaborată de W.M.Davis într-o primă formă în 1899 și amplificate de acesta ulterior prin adăugarea altor cicluri (deșertic, carstic, litoral etc). Și-a realizat teoria bazându-se pe propriile observații dar și pe reunirea ideilor valoroase referitoare la forme de relief și procese elaborate anterior de mari geologi americani și totodată sub influența ideilor evoluționiste la modă în sec. XIX. W.M.Davis a fost un excelent cercetător dar și un erudit pedagog care nu numai că și-a explicat simplu ideile dar a introdus modalități de reprezentare sugestive (mai ales blocdiagrame) și o terminologie ușor de reținut (denumiri ale etapelor de evoluție). Prezenta sa în Marea Britanie (1908), Germania (1908-1909), Franța (1911), la congresele internaționale de geografie și la excursiile adiacente ce-au avut loc în S.U.A. au fost prilejuri de transmitere rapidă a teoriei în condițiile în care în lumea geografilor concepția evoluționistă și intuiția ca metodă erau la modă.

*Esența teoriei* constă în câteva direcții:

- stabilirea unei evoluții generale și de durată a reliefului de la munți înalți la câmpie de eroziune (*ciclu de eroziune*);
- diferențierea în cadrul ciclului a unor *stadii* evolutive în care relieful capătă trăsături morfografice și morfometrice aparte;
- o evoluție pe ansamblu descendentă care presupune un relief înalt creat de tectonică care în timp îndelungat (stabilitate tectonică) este nivelat;
- denumirea stadiilor prin termeni simpli folosiți în concepția evoluționistă (*tinerete* – munți înalți fragmentați de râuri ce n-au ajuns la echilibru; *maturitate* – reflectată de dealuri cu văi largi ce separă culmi rotunjite; *bătrânețe* – câmpii de eroziune cu slabe denivelări și văi foarte largi);
- rolul esențial în modelarea reliefului îl au procesele de *eroziune fluviatilă* întâlnite pretutindeni de unde și introducerea lui în denumirea teoriei (*ciclu eroziunii normale*);
- *corelarea efectelor* (configurația generală a reliefului și mai ales a formei finale spre care evoluția conduce) cu *factorii* care impun ciclul (eroziunea fluviatilă, structura) și-l diferențiază stadial;

- acordarea unui *rol secundar tectonicii*. Ea ridică regiunea premergător declanșării ciclului și realizează un relief accidentat. Urmează o lungă perioadă de stabilitate tectonică favorabilă fragmentării și nivelării reliefului până la forma finală de câmpie de eroziune numită *peneplenă*. Reluarea ridicării conduce la reîntinerirea reliefului după care eroziunea va impune un ciclu nou;

- dezvoltă ideile și în alte medii intuind modele pentru fiecare dintre acestea pe care le consideră „*cicluri secundare*” adică limitate regional (c. marin, c. carstic, c. glaciatic, c. deșertic).

Teoria a fost repede acceptată în S.U.A. și în țările europene (îndeosebi în Franța unde a fost aplicată în lucrările de referință aparținând lui Emm de Martonne, H. Baulig și discipolii lor), dar a avut și multe reacții negative (îndeosebi-absolutizarea rolului eroziunii fluviale, neglijarea rolului tectonicii și climatului în morfogeneză, considerarea peneplenei ca formă finală a ciclului, necorelarea momentelor de tectonică activă cu manifestarea proceselor exogene etc.). Totuși teoria își are merite incontestabile – *este o primă sinteză explicată simplu* pentru evoluția de ansamblu a reliefului, *pleacă de la realități evidente în peisajul geomorfologic* (ex. de la munții înalți ce formează lanțurile alpine la cei intens modelați-hercinici, existența fragmentelor de peneplenă în diferite regiuni de pe Glob).

- **Teoria treptelor de piemont.** A fost elaborată de Walter Penck în lucrarea „Die Morphologische Analyse. Ein Kapitel der Physikalischen Geologie” (1924) publicată postum către tatăl său. Se bazează mai ales pe observațiile realizate în regiuni montane și îndeosebi în Anzi. Ea se constituie ca o replică la teoria lui W.Davis atât prin raportarea în timp și spațiu a factorilor care concură în evoluția de ansamblu a reliefului cât și în rezultatele acestuia.

Principalele idei ce reies din lucrare sunt:

- *Evoluția reliefului se realizează continuu nu în stadii distincte* ca la M.Davis, iar *rezultatele sunt suprafețe cu înclinări și forme diferite* în funcție de interferențe dintre intensitatea ridicării și cea a denudării (pantele drepte corespund unor momente de echilibru, cele convexe unei ridicări mai accentuate iar cele concave unei denudări accelerate).

- *Evoluția se produce pe un fond general de ridicare tectonică astfel plecându-se de la un relief jos și ajungându-se la unul înalt* (montan) în ansamblul căruia ies în evidență suprafețe relativ netede și slab înclinate care se desfășoară etajat. Cele mai vechi sunt la partea superioară a munților iar cele mai noi la baza lor.

- *Fiecare treaptă rezultă prin procese de denudare* la baza unei regiuni supusă ridicării tectonice; în timpul realizării se conturează trei sectoare deosebite ca modelare – suprafața de uscat care se înalță, cea care se individualizează pe seama denudării primeia și cea de a treia pe care se acumulează materialele rezultate prin aceste procese (depozite corelate). Dacă ridicările sunt mai intense între primele sectoare panta crește. Prin repetarea în timp îndelungat a secvențelor cu raporturi diferite între intensitatea înălțării și denudării se ajunge pe de-o parte la extinderea și creșterea în altitudine a regiunii de uscat iar pe de altă parte la individualizarea de trepte cvasiorizontale de denudare etajate.

- Le-a spus *trepte de piemont* întrucât formarea lor s-a produs la baza munților (la exteriorul lor).

Deși caută să elimine un aspect limitat al teoriei davisienne, prin corelarea factorului tectonic cu denudarea, care este o realitate indiscutabilă, W.Penck reduce modelarea la denudare eliminând alți agenți și procese care se implică în sistemul morfogenetic. Totodată și la el rezultatul evoluției este o suprafață slab înclinată ce pare de echilibru final – *treapta de piemont*. Teoria are trei *merite incontestabile* – un

pas înainte prin corelarea tectonicii active cu factorii externi, explică modul de realizare a unor trepte de denudare și aplicabilitate în anumite regiuni de pe Glob.

- **Teoria pedimentației.** A fost concepută la mijlocul sec. XX de către geomorfologul sud-african L.King (1950, 1954) care și-a argumentat concepția prin cunoașterea spațiilor semiaride și de savană din Africa. Treapta de nivelare care rezultă (pedimentul) ca și procesele principale ce o creează (eroziunea în suprafața și șiroirea date de ploile torențiale) sunt preluate din concepția lui Mac Gee (1877); de la W.M.Davis se întrevăd stadiile de evoluție, câmpia de eroziune ca formă de relief finală iar ca rol al tectonice ridicația importantă de la început și reactivările marcate de ridicări la intervale mari de timp. Elementele principale ale teoriei sale sunt:

- În evoluția generală a reliefului rolul esențial revine retragerii versanților fie că aceștia apar la contactul unor munți cu regiuni joase de câmpie fie că aparțin văilor; un relief înalt, muntos realizat în condițiile unei ridicări tectonice trece în timp îndelungat printr-o evoluție în care elementul definitoriu în configurația peisajului morfologic îl constituie gradul de fragmentare și de retragere a versanților. Tinereții i-ar corespunde relieful înalt cu văi înguste care se adâncesc continuu. Faza se încheie în momentul în care râurile ating un profil echilibrat ceea ce exclude în continuare adâncirea acestora. Începe un stadiu nou în care pe prim plan se află evoluția rapidă a versanților prin diverse procese (la partea superioară șiroire, spălare, alunecări iar către bază acțiunea intensă a apei concentrată în pânze sheet-flood). Ca urmare, rezultă prin retragerea versanților la baza lor o suprafață de eroziune (pediment) a cărei înclinare deși mică (sub  $10^0$ ) este suficientă pentru a asigura îndepărtarea de către sheet-flood a materialelor provenite de sus. În acest mod, în timp, interfluviile se îngustează iar pedimentele se unesc căpătând o extindere mare. Când versanții interfluviilor, opuși ca poziție, se intersectează, se înregistrează și scăderea în altitudine a lor și transformarea în martori de eroziune (inselberguri). Reducerea până aproape la nivelare a acestora consemnează finalul evoluției căreia morfologic îi corespunde o câmpie de eroziune numită „pediplenă”.

- Pe parcursul retragerii versanților și dezvoltării pedimentelor ca suprafață de eroziune, la exteriorul acestora se acumulează materiale sub formă de pânze suprapuse ce pot fi corelate cu faze din dezvoltarea pedimentelor.

- Posibilitatea dezvoltării mai multor generații de pedimente sau pediplene în condițiile în care pe parcursul evoluției survin mișcări de ridicare generale. În acest mod s-ar explica existența mai multor pediplene etajate în Africa dar și în alte regiuni de pe Glob.

În acest fel teoria elaborată de L.King poate fi considerată o varietate mai nouă a celei davisienne (ca evoluție ciclică) în care punctele forte sunt evoluția laterală a versanților cu generarea unei suprafețe de echilibru la bază (pedimentele), rolul proceselor legate de prezența apei (mai ales precipitații torențiale), ridicările sacadate cu faze cu intensitate mai mare, finalitatea evoluției sub formă de pediplene. Neacordând o însemnătate prea mare condițiilor climatice (acestea pot influența doar regimul de manifestare al proceselor din segmentele separate pe verticala versanților) L.King consideră că modul de evoluție este valabil pentru orice regiune de pe Glob unde apa acționează sub diferite modalități de scurgere.

- **Teoria nivelelor geomorfologice** elaborată de K.K. Marcov (1948, 1957) este o sinteză a concepțiilor de la finele sec. XIX și prima parte a sec. XX. Ideea de bază este că evoluția generală a reliefului se realizează în condițiile interacțiunii permanente a agenților interni și a celor externi primele determinând denivelări iar celelalte caută să le aplatizeze (dau reliefuluri în cadrul unor nivele geomorfologice). Desfășurarea și mai ales intensitatea acțiunii agenților externi se realizează deosebit în

raport de altitudine. Această situație determină diferențierea a patru nivele (corespund unor intervale de înălțime) în care se impune un anumit specific morfodinamic ce conduce la realizarea de reliefuluri (chiar suprafețe) cu caracteristici aparte. Acestea sunt în număr de patru:

- *Nivelul de abraziune și acumulare* cu desfășurare între -200 m și câțiva zeci de metri înălțime, adică în spațiul de acțiune în special al valurilor. Mișcările epirogenetice și eustatice pot mări acest interval. De altfel importanța abraziunii realizată de apele mărilor, oceanelor de care s-ar lega platforme de abraziune extinse pe multe sute de metri și chiar kilometri a fost precizată îndeosebi de F.Richtofen (1866).

- *Nivelul de denudare* corespunzător modelării în intervalul cuprins între linia de țărm și limita inferioară a zăpezilor veșnice. Aici rolul principal în modelare îl au procesele de eroziune și acumulare fluviatilă, iar rezultatul final îl constituie *peneplena* ca în concepția lui Davis și a susținătorilor lui.

- *Nivelul limitelor zăpezilor veșnice* delimitează spațiul altimetric în care se îmbină și au rol hotărâtor în modelare procesele nivale și glaciare. Acesta a suferit modificări altimetrice însemnate în cuaternar în concordanță cu variațiile de natură climatică sau cu ridicările neotectonice. În acest spațiu rezultă un relief cu suprafețe de modelare specifice celor două procese.

- *Nivelul superior de denudare* aparține vârfurilor și crestelor situate deasupra hionosferei. Este o preluare a terminologiei și judecăților lui A.Penek din 1889 întregită ulterior de acesta (1920-1930) prin definirea gipfflurului (nivel de creste). În esență procesele care acționează distrug mai rapid crestele cu cât intensitatea înălțării este mai mare. În timp rezultă nivele de creste în același plan topografic.

În condițiile unei imobilități tectonice cele patru nivele s-ar înscrie în patru etaje echidistante pe întreaga suprafață a uscatului. Dar mișcările de ridicare, coborâre produc deformări ale treptelor morfologice rezultate.

- **Concepțiile îndeosebi din a doua parte a sec. XX** s-au situat fie pe poziția inovării teoriilor clasice fie pe cea a negării susținând evoluții neciclice ale reliefului. Valoroase sunt studiile celor care au impus Geomorfologia climatică. Între aceștia sunt K. Troll, H. Louis, J. Büdel în Germania și J. Tricart, A. Cailleux în Franța ce-au separat zone morfoclimatice în care se individualizează sisteme morfodinamice dependente de specificul bioclimatic. Aceștia s-au bazat pe o multitudine de observații, comparații, valori înregistrate etc. din diferite regiuni de pe Glob dar și pe deducții explicative raportate la forme și timp.

După Eigu Yatsu (2003), J.T.Hak (1957-1979) insistă pe ideea „echilibrului dinamic și pe conceptul eroziunii neciclice”; Leopold L.B. și colab. (1964) respinge metodologia deductivă și explică mecanismele proceselor prin aplicarea principiilor de fizică și chimie; Schumm S.A., Lichty R.W. (1965) și Schumm S.A. (ulterior) arată că raportul cauză-efect variază în timp, că evoluția poate fi privită ciclic dar și neciclic, că pragul geomorfologic este legat de stabilitatea formelor de relief într-un timp limitat și că el este depășit în măsura impusă de evoluția ei, dar și pe faptul că înțelegerea și controlarea componentelor peisajului morfologic trebuie legate de cunoaștere (elaborarea și explicarea) detaliilor evoluției reliefului; Chorley R.J. (1967) aplică în Geomorfologie teoria sistemelor etc.

Deci, în prezent elaborarea de teorii generale privind evoluția reliefului a încetat a mai fi o preocupare de prim rang. În schimb se insistă pe cunoașterea proceselor prin analize și măsurători de durată în teren și laborator, pe urmărirea raporturilor dintre proprietățile materialelor (rocilor) ce opun o anumită rezistență și

*specificul mecanic al proceselor fluviatile, glaciare, eoliene, gravitaționale etc. De aici diferențierile în geneza și evoluția reliefului.*

***Verificări:***

- Definiți riftul și zona de subducție, precizați procesele morfogenetice legate de acestea și descrieți raporturile dintre ele, etapele de expansiune a fundului oceanelor (exemplificări prin evoluția oceanelor Pacific și Atlantic).

- Prezentați modurile de realizare a sistemelor de munți prin evoluția contactelor dintre plăci.

- Care sunt contribuțiile notabile ale principalelor teorii referitoare la evoluția regiunilor de uscat?

- Folosiți dicționarele geomorfologice în conturarea noțiunilor – suprafață de nivelare, nivel de eroziune, umăr de eroziune, peneplenă, pediplenă, gipfelflur, pediment, glacis; exemplificări.

## BIBLIOGRAFIE

- Addison K., 1989, *The Ice Age in Y Gliderau and Nant Ffrancon*, (The Ice Age in Snowdonia).
- Armaş Iuliana, 1999, *Bazinul hidrografic Doftana*, Ed. Ştiinţifică.
- Atanasiu N., Mutihac V., Grigorescu D., Popescu Gh., 1998, *Dicţionar de Geologie*, Ed. did. şi pedagogică, Bucureşti.
- Aur N., 1996, *Piemontul Olteţului*, Ed. Universitaria, Craiova.
- Băcăuanu V., 1968, *Câmpia Moldovei*, Ed. Academiei.
- Băcăuanu V., 1989, *Geomorfologie*, Ed. Universităţii „Al.I.Cuza” Iaşi.
- Băcăuanu V., Donisă I., Hârjoabă I., 1974, *Dicţionar geomorfologic*, Ed. şt. şi ecicloped., Bucureşti.
- Badea L., 1967, *Subcarpaţii dintre Cerna Olteţului şi Gilort*, Ed. Academiei.
- Bălţeanu D., 1982, *Învelişul de gheaţă al Pământului*, Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti.
- Bălţeanu D., 1984, *Relieful – ieri, azi, mâine*, Ed. Albatros, Bucureşti
- Barbu N., 1976, *Obcinele Bucovinei*, Ed. ştiinţifică şi enciclopedică.
- Baulig H., 1956, *Pénélplaines et pédiplaines*, Bull Soc. Belge d'Etudes Géogr., XXV, 1.
- Bauling H., 1956, *Vocabulaire franco-anglo-allemand de Geomorphologie*, Paris VI.
- Bâzac Gh., 1983, *Influenţa reliefului asupra principalelor caracteristici ale climei României*, Ed. Academiei.
- Berindei I., 1977, *Ţara Beiuşului*, în vol. *Cercetări în Geografia României*, Ed. ştiinţifică.
- Bertrand G., 1968, *Paysage et géographie physique générale*, Ed. A. Colin, Paris.
- Biro P., 1959, *Précis de géographie physique générale*, Ed. A. Colin, Paris.
- Biro P., 1960, *Le cycle d'érosion sous les différents climats*, Rio de Janeiro.
- Biro P., 1970, *Les régions naturelles du globe*, Paris, Masson.
- Bleahu M., *Tectonica globală*, Ed. şt. şi eciclop., Bucureşti.
- Bojoi I., 1979, *Curs de geomorfologie*, Ed. Univ. „Ştefan cel mare”, Suceava.
- Bowling H., 1956, *Vocabulaire franco-anglo-allemand de Géomorphologie*, Paris VI.
- Brânduş C., 1981, *Subcarpaţii Tazlăului*, Ed. Academiei.
- Brătescu C., 1928, *Pământul Dobrogei*, vol. jubiliar Dobrogea, Bucureşti.
- Brătescu C., 1967, *Opere alese*, Ed. ştiinţifică, Bucureşti.
- Bravard J.P., Petit Fr., 2000, *Les cours d'eau Dynamique du système fluvial*, Armand Colin, Paris.
- Bridges E.M., 1994, *World Geomorphology*, Cambridge.
- Büdel J., 1977, *Klima-Geomorphologie*, Gebrüder Borntraeger, Stuttgart.
- Buza M., 2000, *Munţii Cindrelului*, Ed. Universităţii „L.Blaga”, Sibiu.
- Carson M.A., 1971, *The Mechanics of Erosion*, Pion, London, U.K.
- Chorley R.J., 1962, *Geomorphology and general systems theory*, U.S. Geological Survey, Professional Paper 500-B.
- Chorley R.J., Haggett P., 1967, *Models in Geography Methuen*, London, U.K.
- Chorley R.J., Schumm S.A., Sugden D.E., 1985, *Geomorphology*, Methuen, London.
- Cioacă A., 2002, *Munţii Perşani*, Ed. Fundaţiei România de Măine.
- Cocean P., 1988, *Chei şi defilee în Munţii Apuseni*, Ed. Academiei.
- Conea Ana, 1970, *Formaţiuni cuaternare în Dobrogea*, Ed. Academiei.
- Coque R., 2002, *Géomorphologie*, Armand Colin, Paris.
- Coteţ P., 1957, *Câmpia Olteniei*, Ed. ştiinţifică.
- Coteţ P., 1971, *Geomorfologie cu elemente de geologie*, Ed. did. şi pedag., Bucureşti.

- Coteț P., 1973, *Geomorfologia României*, Ed. tehnică, București.
- Cotton C.A., 1952, *Volcanoes as landscape forms*, London.
- Davis W.M., 1899, *The geographical cycle*, Geological Journal, 14.
- Davis W.M., 1905, *The geographical cycle in the arid climat*, Journal of Geology, XIII.
- Demangeot J., Bernus Ed., 2001, *Les milieux désertiques*, Paris.
- Derruau M., 1965, *Précis de géomorphologie*, Masson et C-ie, Paris.
- Derruau M., 1996, *Composantes et concepts de la géographie physique*, A. Colin, Paris.
- Dinu Mihaela, 1999, *Subcarpații dintre Topolog și Bistrița Vâlcii*, Ed. Academiei.
- Donisă I., 1968, *Geomorfologia văii Bistriței*, Ed. Academiei.
- Donisă I., Boboc N., 1994, *Geomorfologie*, Chișinău.
- Dresch J., 1965, *Pédiments et glacis d'érosion pédiplaines et inselberg*, Inf. Geogr. 5.
- Dresch J., 1982, *Géographie des régions arides*, P.U.F., Paris.
- Dylik J., 1957, *Eléments essentielles de la notions de periglaciaires*, Biul perygl. 14, Lodz.
- Fernand Joly, 1997, *Glossaire de géomorphologie*, Masson, Armand Colin, Paris, 324 p.
- Florea M., 1998, *Munții Făgărașului*, Ed. Foton, Brașov.
- Genest Claude, 2000, *Dictionnaire de géomorphologie*, Société de Géographie de la Mauricie Inc, Editeur, Trois –Rivières, Province de Québec, Canada, 437 p.
- Gilbert G.K., 1914, *The transportation of debris by running water*, U.S. Geological Survey, Professional Paper, 86.
- Glăvan U., 2002, *Munții Locvei, studiu de geografie fizică*, Ed. Constant, Sibiu.
- Godard Alain, Andre Marie-Françoise, 1999, *Les milieux polaires*, ed. Armand Colin, Paris.
- Goudie A.S., 1990, *Geomorphological Tehniques*, Unwin Hyman, London, U.K.
- Grecu Florina, 1997, *Fenomene naturale de risc (geologice și geomorfologice)*, Ed. Universității din București.
- Grecu Florina, 1997, *Gheața și ghețarii*, Ed. tehnică.
- Grecu Florina, 1992, *Bazinul Hârtibaciului – elemente de morfohidrografie*, Ed. Academiei.
- Grecu Florina, 1997, *Gheață și ghețari*, Ed. tehnică.
- Grecu Florina, Palmentola G., 2003, *Geomorfologie dinamică*, Ed. tehnică.
- Grigore M., 1972, *Cartografie geomorfologică*, Centr. Multipl. Univ. București.
- Grigore M., 1981, *Munții Semenic*, Ed. Academiei.
- Grigore M., 1989, *Defileuri, chei și văi de tip canion în România*, Ed. șt. și enciclop., București.
- Grigore M., 2003, *Alunecări de teren*, Ed. Universitaria, București.
- Grigore M., Donisă I., Tövissi I., 1980, *Aerofotointerpretare geografică*, Ed. did. și pedag., București.
- Grumăzescu Cornelia, 1975, *Depresiunea Hațegului*, Ed. Academiei.
- Grumăzescu H., 1973, *Subcarpații dintre Călnău și Șușița*, Ed. Academiei.
- Guillcher A., 1954, *Morphologie litorale et sous-marine*, P.U.F., Paris.
- Hack J.T., 1957, *Studies of longitudinal stream profiles in Virginia and Maryland*, Geological, Professional Paper, 294-B., U.S. Geological Survey.
- Hamblin W.K., 1991, *Earth's dynamic systems*, New York.
- Hamelin L., Cook F.A., 1967, *Le Périglaciaire par l'image*, Presses Univ. Laval, Quebec.
- Hârjoabă I., 1968, *Relieful colinelor Tutovei*, Ed. Academiei.

- Horton R.E., 1945, *Eroziional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology*, Bull. of Geological Society of America, Special Paper, 56.
- Huggett R.J., 2002, *Fundamentals of Geomorphology*, Londra.
- Hutton J., 1795, *The theory of the earth*, Transactions, Royal Society of Edinburgh, 1.
- Ichim I., 1979, *Munții Stânișoara*, Ed. Academiei.
- Ichim I., 1980, *Hipercontinentul înghețului veșnic*, Ed. științifică și enciclop. București.
- Ichim I., Rădoane Maria, Dumitriu D., 2000, *Geomorfologie I*, Ed. Universității Suceava.
- Idu P.D., 1999, *Om și natură în Carpații Maramureșului și Bucovinei*, Napoca Star.
- Ielenicz M., 1984, *Munții Ciucaș-Buzău*, Ed. Academiei.
- Ielenicz M., 1999, *Dealurile și podișurile României*, Ed. fundației „România de Mâine”, București.
- Ielenicz M., 2000, *Geografie generală*, Ed. fundației „România de mâine”, București.
- Ielenicz M., Comănescu Laura, Mihai B., Nedelea Al., Oprea R., Pătru Ileana, 1999, *Dicționar de geografie fizică*, Ed. Corint, București.
- Ielenicz M., Pătru Ileana, Ghincea Mioara, 2003, *Subcarpații României*, Ed. Universitară, București.
- Ilie I., 1970, *Geomorfologia carstului*, Ed. Universității din București.
- Ioniță I., 2000, *Formarea și evoluția ravenelor din Podișul Bârladului*, Ed. Corson, Iași.
- Irimuș A. Ioan, 1998, *Relieful pe domuri și cete diapire în Depresiunea Transilvaniei*, Presa Universitară Clujană.
- Josan N., 1979, *Dealurile Târnaviei Mici*, Ed. Academiei.
- Josan N., Petrea Rodica, Petrea D., 1996, *Geomorfologie generală*, Ed. Univ. Oradea.
- Kalesnik S.V., 1959, *Bazele geografiei fizice*, Ed. științifică, București.
- King L., 1950, *The study of the world's plainlands a new approach in geomorphology*, The Quart Journ of the Geol. Soc. of London, 161, 421.
- King L., 1953, *Canons of landscape evolution*, Geol. Soc. Am. Bull., 64.
- Leopold L.B., Wolman M.G., Miller J.P., 1964, *Fluvial Processes in Geomorphology*, W.H. Freeman and Co, San Francisco, Cal.
- Liteanu E., Ghenea C., 1966, *Cuaternarul din România*, S.T.E., seria H, Geologia cuaternarului nr. 1.
- Lliboutry L., 1965, *Traité de glaciologie*, Mason Paris.
- Loghin V., 2002, *Modelarea actuală a reliefului și degradarea terenurilor în bazinul Ialomiței*, Ed. Cetatea de Scaun, Târgoviște.
- Louis H., 1968, *Allgemeine Geomorphologie*, Lehrbuch der Allgemeiner Geographie, I, Walter de Gruyter, Berlin.
- Lupașcu Gh., 1996, *Depresiunea Cracău-Bistrița*, Ed. Corson, Iași.
- Mac Gee W.J., 1897, *Sheet flood erosion*, Bull. Soc. Geol. Am., 8.
- Mac I., 1972, *Subcarpații transilvăneni dintre Mureș și Olt*, Ed. Academiei.
- Mac I., 1986, *Elemente de geomorfologie dinamică*, Ed. Academiei, București.
- Mac I., 1996, *Geomorfosfera și geomorfosistemele*, Presa Univ. Clujană, Cluj-Napoca.
- Mac I., Tudoran P., 1974, *Asupra conceptului „sistem de modelare” a reliefului*, Stud. Univ. Babeș-Bolyai, 1 Cluj.
- Macarovici N., 1968, *Geologia cuaternarului*, Ed. didactică și pedagogică.
- Machatschek F., 1958, *Das Relief der Erde*, Borntrager, Berlin.



- Măhăra Gh., 1977, *Câmpia Crișurilor. Studiu fizico-geografic*, în vol. Cercetări în Geografia României, Ed. științifică.
- Marin I., Marin M., 2002, *Mari unități naturale ale Terrei*, Ed. Univ. din București.
- Markov K.K., *Probleme fundamentale ale Geomorfologiei*, Lit. și topogr. Învățământului, București.
- Martonne Emm, 1926, *Traité de Géographie Physique, Le relief du sol*, Armand Colin, Paris.
- Martonne Emm. de, 1907, *Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Trasylyvanie (Carpates méridionales)*, Rev. ann. de géogr., I. Paris.
- Martonne Emm. de, 1948, *Traite de géographie physique*, Libr. Armand Colin, Paris.
- Mehedinți S., 1934, *Terra, Introducere în Geografie ca știință*, vol I și II, București.
- Mihăilescu V., 1948, *Curs de geomorfologie*, U.N.S.R., Secția centrală profesională.
- Mihăilescu V., 1963, *Carpații sud-estici*, Ed. științifică, București.
- Mihăilescu V., 1968, *Geografia teoretică*, Ed. Acad. R.S. România, București.
- Mihăilescu V., 1977, *Elemente de morfogeografie*, Ed. Academiei, București.
- Mohan Gh., Ielenicz M., Pătroescu Maria, 1986, *Rezervații și monumente ale naturii*, Ed. Sport-turism.
- Morariu T., Velcea Valeria, 1971, *Principii și metode de cercetare în geografia fizică*, Ed. Academiei, București.
- Naum T., Grigore M., 1974, *Geomorfologie*, Ed. did. și pedag., București.
- Niculescu Gh., 1965, *Munții Godeanu*, Ed. Academiei.
- Orghidan N., 1969, *Văile transversale din România, Studiu geomorfologic*, Ed. Academiei.
- Panizza M., 2002, *Geomorfologia*, Pitagora Ed. Bologna.
- Parichi M., 2001, *Piemontul Cotmeana*, Ed. Fundației România de Mâine.
- Pătru Ileana, 2001, *Culoarele transcarpatice Bran-Rucăr-Dragoslavele*, Ed. Universității din București.
- Penck A., 1894, *Morphologie der Erdoberfläche*, Engelhorn Stuttgart, Germany.
- Penck W., 1924, *Die Morphologische Analyse Ein Kapital der Physikalischen Geologie*, Engelhorn Stuttgart, Germany.
- Petrov M.P., 1986, *Deșerturile Terrei*, Ed. șt. și enciclop., București.
- Pișota I., 1971, *Lacurile glaciare din Carpații Meridionali*, Ed. Academiei.
- Popescu I. Argeșel, 1977, *Munții Trascăului*, Ed. Academiei.
- Popescu N., 1990, *Țara Făgărașului*, Ed. Academiei.
- Popp N., 1938, *Subcarpații dintre Dâmbovița și Parhova*, București.
- Posea Aurora, 1977, *Bazinul Crișului Repede*, în vol. Cercetări în Geografia României, Ed. științifică.
- Posea Gr., 1960, *Țara Lăpușului*, Ed. științifică.
- Posea Gr., 2001, *Vulcanismul și relieful vulcanic (hazarde, riscuri, dezastre, relieful vulcanic din România)*, Ed. fundației „România de Mâine”, București.
- Posea Gr., 2003, *Geomorfologia României*, Ed. Fundației România de mâine, București.
- Posea Gr., Cioacă A., 2003, *Cartografiere geomorfologică*, Ed. fundației România de mâine, București.
- Posea Gr., Grigore M., Popescu N., Ielenicz M., 1976, *Geomorfologie*, Ed. did. și pedagogică, București.
- Posea Gr., Popescu N., Ielenicz M., 1974, *Relieful României*, Ed. științ., București.
- Posea Gr., Velcea Valeria, Cojocar I., 1961, *Geomorfologie*, Ed. did. și pedagogică, București.
- Raboca N., 1995, *Podișul Secașelor*, Ed. Sarmis.

- Rădoane Maria, Ichim I., Dumitru D., 2001, *Geomorfologie*, vol II, Ed. Universitară, Suceava.
- Rădoane Nicolae, 2002, *Geomorfologia bazinelor hidrografice mici*, Ed. Universitară Suceava.
- Rădulescu D., 1976, *Vulcanii astăzi și în trecutul geologic*, Ed. tehnică, București.
- Rădulescu N.Al., 1937, *Vrancea*, SRRG, București.
- Reynaud A., 1971, *Epistémologie de la géomorphologie*, PUF, Paris 1.
- Rice, 1977, *Fundamentals of Geomorphology*, Longman, Londra and New York.
- Rittmann A., 1967, *Vulcanii și activitatea lor*, Ed. tehnică, București.
- Romanescu Gh., 1996, *Delta Dunării*, Ed. Corson, Iași.
- Romanescu Gh., Jigău Gh., 1998, *Geomorfologie*, Chișinău.
- Roșu Al., 1967, *Subcarpații Olteniei dintre Motru și Gilort*, Ed. Academiei.
- Roșu I., 1987, *Terra-geosistemul vieții*, Ed. științifică și enciclopedică, București.
- Rusu C., 2002, *Masivul Rarău*, Ed. Academiei.
- Rusu E., 1999, *Munții Bârgăului*, Ed. Universității Al.I. Cuza, Iași.
- Șandru I., 1998, *Porți și culoare geodemografice în spațiul carpato-danubiano-pontic*, Ed. fundației Canciov.
- Sandu Maria, 1998, *Culoarul depresionar Sibiu-Apold*, Ed. Academiei.
- Scheidegger A., E., 1961, *Theoretical Geomorphology*, Springer Verlag, Berlin.
- Scheușan I.C., 1997, *Depresiunea Domașnea-Mehadia*, Ed. Banatica.
- Șchiopoiu Al., 1982, *Dealurile piemontane ale Coșuștei*, Ed. Scrisul românesc, Craiova.
- Schreiber W.E., 1994, *Munții Harghitei*, Ed. Academiei.
- Schumm A., 1977, *The Fluvial System*, John Wiley and Sons, New York, NY.
- Schumm S.A., Lichty R.W., 1965, *Time, space and causality in geomorphology*, American Journal of Science, 263.
- Sîrcu I., 1978, *Munții Rodnei*, Ed. Academiei.
- Strahler A., N., 1973, *Geografie fizică*, București.
- Strahler A.N., 1973, *Geografie fizică*, Ed. științifică.
- Summerfield M., 1992, *Global Geomorphology*, Longman.
- Surdeanu V., 1998, *Geografia terenurilor degradate*, Presa universitară clujană, Cluj-Napoca.
- Thornbury W.D., 1973, *Principles of Geomorphology*, New York.
- Trenhaile Alan S., 2004, *Geomorphology: a canadian perspective*; ediția a II-a, Oxford University Press.
- Tricart J., 1965, *Principes et méthodes de la géomorphologie*, Ed. Masson, Paris.
- Tricart J., 1968, *Precis de Géomorphologie. Géomorphologie structurales*. SEDES, Paris.
- Tricart J., 1977, *Précis de géomorphologie, II Géomorphologie dynamique générale*, SEDES, Paris.
- Tricart J., 1978, *Géomorphologie applicable*, Masson, Paris.
- Tricart J., Cailleux A., 1953, *Les types de bordure des massifs anciens*, C.D.U., Paris.
- Tricart J., Cailleux A., 1963, *Géomorphologie des régions froides*, P.U.F., Orbis, Paris.
- Tricart J., Cailleux A., 1965, *Introduction à géomorphologie climatique*, SEDES, Paris.
- Tricart J., Cailleux A., 1967, *Géomorphologie des régions de plateformes*, C.D.U., Paris.
- Tricart J., Cailleux A., 1967, *Le modelé des régions périglaciaires*, S.E.D.E.S., Paris.
- Tricart J., Cailleux A., 1969, *Le modelé des régions sèches*, SEDES, Paris.

- Tricart J., Cailleux A., 1974, *Le modelé des régions chaudes. Forêts et savanes*, S.E.D.E.S., Paris.
- Tufescu V., 1966, *Modelarea naturală a reliefului și eroziunea accelerată*, Ed. Academiei, București.
- Ungureanu Irina, 1978, *Hărți geomorfologice*, Ed. Junimea, Iași.
- Urdea P., 2000, *Munții Retezat*, Ed. Academiei.
- Valentin H., 1952, *Die Küster der Erde*, Petermanns, Geographische Mitteilungen, Gotha.
- Vâlsan G., 1931, *Morfologie terestră*, Ed. A. Damaschin, București.
- Vâlsan Gh., 1915, *Câmpia Română*, B.S.R..G., XXXVI.
- Velcea Valeria, 1976, *Cartografiere fizico-geografică*, Tip. Universității din București.
- Velcea Valeria, 1995, *Geomorfologie*, Tip. Univ. Sibiu.
- Velcea Valeria, Savu Al., 1982, *Geografia Carpaților și Subcarpaților României*, Ed. didact. și pedag., București.
- Velcea-Micalevich Valeria, 1961, *Munții Bucegi*, Ed. Academiei.
- Vespremeanu E., 1998, *Pediamente, piemonturi și glacisuri în Depresiunea Mureșului de Jos*, Ed. Universității din București.
- Viers G., 1970, *Géographie zonale des régions froides et tempérées*, F.Nathan, Paris.
- Vișan Gh., 1998, *Muscelele Topologului*, Ed. Universității din București.
- Yatsu E., 1966, *Rok Control in Geomorphology*, Sozosha, Tokyo.
- Yatsu E., 2003, *Pentru a face geomorfologia mai științifică*, Universitatea „Al.I. Cuza”, Iași.
- Young A., 1972, *Slopes*, Oliver and Boyd, Edinburg.
- Zăvoianu I., 1978, *Morfometria bazinelor hidrografice*, Ed. Academiei.
- XXX, 1984, *Enciclopedia României*, Ed. șt. și enciclop. București.
- XXX, 1983-1992, *Geografia României*, vol. I, III, IV, Ed. Academiei, București.