

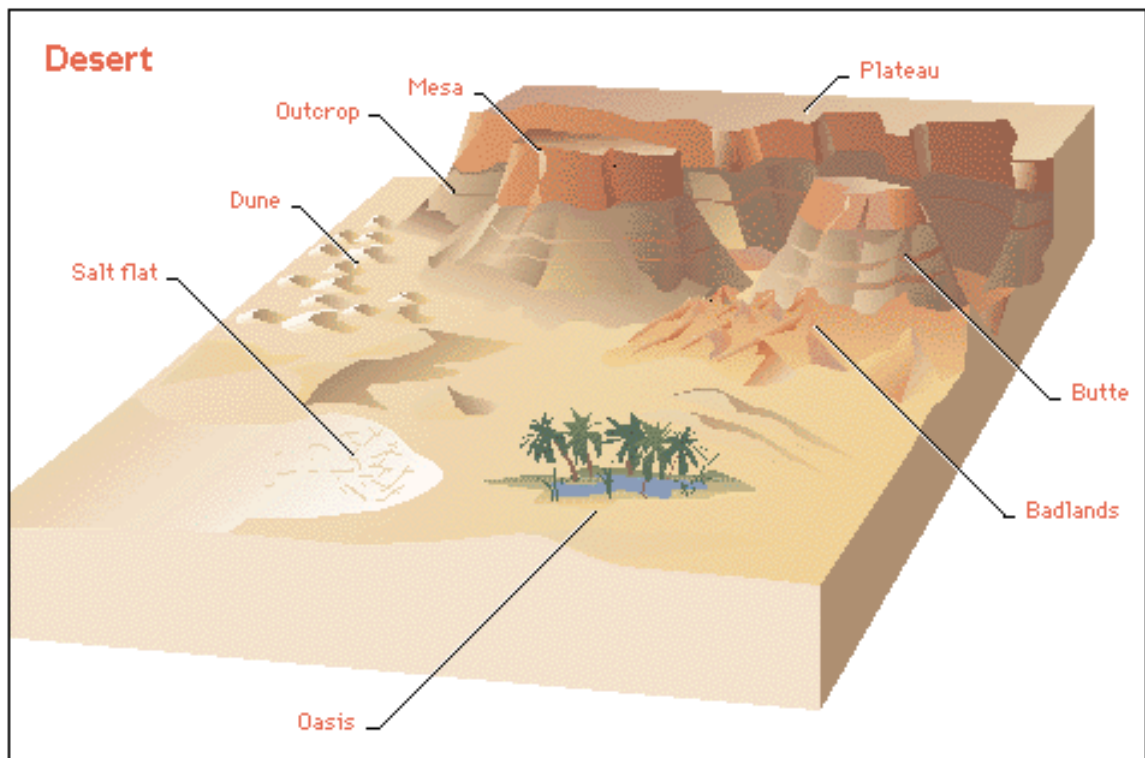
## Dinamica clastelor în mediul subaerian (processe si produse eoliene)

Sistemul eolian reprezinta cadrul natural în care se pot acumula depozite datorita actiunii prelungite a vântului; acest cadru formeaza o parte importanta a mediilor desertice, dar se poate instala si în mediile litorale (de coasta), în lungul unor fluvii sau chiar în arii de depresionare intramontane.

### Factorii sedimentarii

Dezvoltarea faciesului eolian este conditionata de urmatorii factori:

- existenta unei surse de nisip cu spectru granulometric limitat:
  - \* hamade (deserturi stâncoase în zone tropicale);
  - \* nisipuri litorale (de plaje emerse);
  - \* aluviuni fluviale si periglaciare;
  - \* masive saline dezagregate mecanic;
- vânturile constante = agent de transport; viteza vântului  $> 5 \cdot 10$  m/s;
- schimbarea directiei vântului influenteaza morfologia corpurilor de nisip;
- lipsa vegetatiei si a cuverturii de sol în zona "ariei sursa";
- ariditatea zonei în care se face transportul si acumularea nisipului; în zonele desertice, tropicale, precipitatiile nu depasesc 25 mm/an iar temperaturile ating ziua  $50 \cdot 55$ °C;



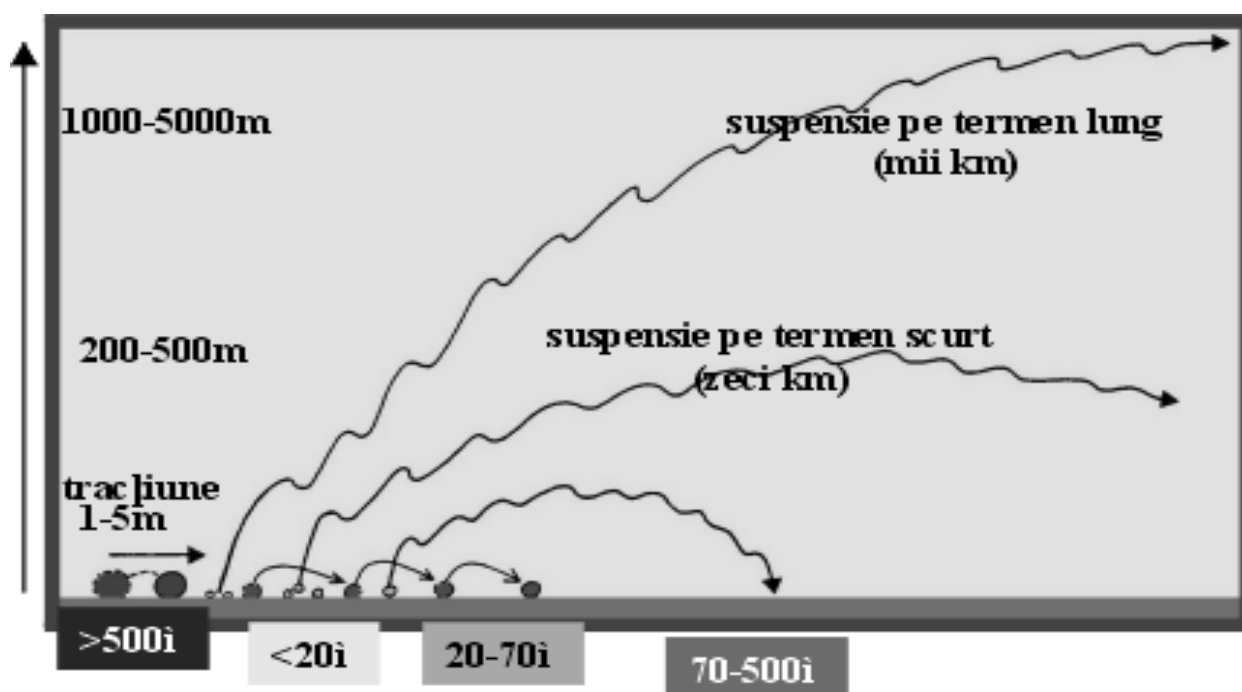
## Procese depozitionale

Deplasarea clastelor în ariile continentale (în zone desertice, plaje emerse, lunci și ostroave fluviale) este provocată și de mișcarea aerului, a cărei forță de transport, față de apă (la o viteză identică), este de circa 300 ori mai mică. Aerul fiind un mediu cu vâscozitate mult mai redusă va deplasa, de regulă, claste cu dimensiuni milimetrice și submilimetrice (diametrul mediu al particulelor din depozitele eoliene este - 0,25 mm), iar viteza vântului necesară pentru a antrenă astfel de particule este de 5 m/s.

Cu toate că mecanismele prin care sunt deplasate clastele în mediul sub-aerian se supun aceluiași legi care guvernează și dinamica granulelor în mediul sub-acvatic, de ex. tracțiunea, suspensia, efectele acțiunii eoliene apar întotdeauna specifice.

Tracțiunea clastelor de către vânt generează la interfața sediment necoeziv - aer un covor de tracțiune cu o înălțime variabilă de 3 - 6 cm, în cadrul căruia mișcarea particulelor este diferențiată, iar forțele de forfecare sunt din ce în ce mai active spre partea superioară a covorului. În partea sa de jos, clastele se mișcă prin alunecare, datorită forțelor de inerție și coliziunii cu alte particule și prin saltare, datorită forței de impact a aerului în partea de sus a "covorului". Viteza inițială necesară unui curent de aer pentru a antrenă claste de 1 - 1,5 mm este apreciată la 9 - 12 m/s; clastele cu dimensiuni centimetrice (5 - 10 cm) pot fi rostogolite pe distanțe mici. Atunci când viteza vântului crește foarte mult, granulele lutite, siltice și, uneori, arenitice, sunt ridicate și menținute în curent formând o "suspensie eoliană" (a cărei încărcătură de praf poate ajunge până la 800 - 900 t/km<sup>3</sup> aer). În raport de aria sursă (o zonă desertică, o erupție vulcanică etc.)

Fig. 1.2. Diferite tipuri de suspensii eoliene și poziția lor în raport cu suprafața reliefului.



si de înaltimea în atmosfera pâna la care se poate ridica o suspensie eoliana, se disting doua situatii frecvente (Friedman, 1978) :

- Suspensii de mici altitudine (2 - 5 km), constituite din particule aparținând unei surse ușor de precizat și deplasate pe distanțe reduse față de aceasta; curenții eolieni pierd treptat particulele transportate și generează straturi din ce în ce mai subțiri, alcătuite din granule cu diametrul din ce în ce mai mic (de exemplu, în loessurile din China sunt recunoscute clăste din desertul Gobi, iar în cel din Câmpia Panonică clasate de origine sahariană).
- Suspensii de mare altitudine (10 - 15 km), unde clăstele ajung rar și nu li se poate stabili aria sursă. Ele sunt deplasate sub formă "norilor de praf", la distanțe de mii de km de locul patrunderii în paturile înalte ale atmosferei, iar depunerea lor se face târziu și, de regulă, sub influența unor curenți de aer descendenți. Se cunosc cazuri când astfel de nori au înconjurat de câteva ori Globul pământesc; de exemplu, cenușa aparținând vulcanului Hekla (Islanda) a fost deplasată timp de 51 ore cu o viteză de 75 km/h, pe o distanță de peste 3 800 km. Cantitatea totală transportată de vânt și acumulată în bazinele marine și oceanice este apreciată la 0,6-1014 g/an, ceea ce reprezintă după Garrels și Mackenzie (1971) cca 25% din cantitatea de sedimente pelagice care se acumulează în zonele abisale și hadale.

Depunerea suspensiilor eoliene urmează legi similare cu acumularea suspensiilor din apă, conform cărora procesele de sedimentare-decantare sunt controlate de: raza particulei, greutatea ei specifică, forma, vâscozitatea mediului, accelerația gravitației în punctul considerat etc. Din date experimentale și observații de teren generalizate, s-a conchis că viteza de cadere în aer a particulelor, considerate sferice și având dimensiuni și greutăți specifice identice, este de circa 30 - 50 ori mai mare în aer decât în apă. Această diferență tinde să se reducă mult dacă dimensiunile clăstelor luate în considerare sunt mai mici. Datorită vâscozității și densității foarte mici a aerului, acumulările eoliene vor fi alcătuite din particule cu dimensiuni apropiate, chiar dacă greutățile lor specifice sunt diferite. Această comportare explică situațiile frecvente în care sedimentele din zonele desertice au o sortare bună (sunt alcătuite din fracțiuni granulometrice apropiate).

Grăție acelorasi proprietăți ale curenților de aer, prin deflație se conturează tendința de a fi ridicate în suspensie doar clăstele mici, sferice și cu grad bun de rulare. Îndepărtarea fracțiunii fine dintr-un sediment necoeziv, uscat și slab sortat, provoacă, dincolo de consecințele resimțite în procesul de acumulare, "ridicarea" valorii dimensiunii medii a clăstelor rămase "in situ" și mai bună sortare a depozitului respectiv. Detritusul rămas pe loc este mai grosier și, implicit, mai angular; în timp, prin deflație prelungită, se naște un pavaj de desert.

Pe lângă aceste aspecte, transportul eolian favorizează o abraziune a granulelor de circa 100 - 1 000 ori mai mare decât cea din mediul acvatic și determină o rotunjire a tuturor granulelor cu  $d > 0,03$  mm (clasa granulometrică la care prelucrarea sub apă nu poate modifica rotunjimea particulelor). În urma coliziunii eoliene intragranulare, prin slefuire și impact, la suprafața clăstelor apar creste meandrate, cavități semilunare și cavități în "V".

Mecanismele de deplasare sunt o functie a dimensiunii (si a densitatii) clastelor aflate sub incidenta vânturilor. Vânturile normale deplaseaza ? prin saltatie si în suspensie ? claste cu diametrul cuprins între 0,125 si 0,50 mm; clastele mai mari pot fi deplasate prin tractiune (translatie) pe substrat; procentul lor este foarte mic. Acumularea nisipului rezultat în urma depunerii suspensiilor, din curenti tractivi (din covorul de tractiune) si uneori prin rostogolirea "în masa" a clastelor sub forma de "avalanse de nisip". Procesele de deflatie reactiveaza nisipuri deja depuse si creeaza suprafete erozionale.

### Caracteristicile clastelor eoliene

Compozitie: în functie de sursa, ea poate fi uniforma sau variabila. In zonele litorale ele sunt foarte bogate în bioclaste; clastele de sulfati sau sare nu sunt excluse. Cele mai frecvente sunt clastele de quart, feldspati, mai putin mice.

Granulometrie: frecvent: 0,125?0,50 mm, de aceea ele au si o sortare foarte buna ( $S_o=0,5?0,7$ ); particulele siltice sunt rare.

Morfometrie: de regula, clastele arenitice sunt bine rulate ( $R_o>0,7$ ); cele grosiere sau blocurile bazale capata forme triunghiulare, denumite si dreicanter.

Morfoscopie: clastele sunt lucioase si prezinta "cratere" de impact eolian;

Culoarea clastelor: este adesea rosie si se datoreaza acoperirii lor, în timp, cu o pelicula de oxizi de fier; în depozitele vechi, datorita diagenzei, aceasta culoare este mult mai evidenta.

### Structuri sedimentare

Structurile fiecarei "unitati depozitionale" exprima conditiile de transport si acumulare a clastelor ce o alcatuiesc si de aceea, se constituie într-o cheie a determinarii aparitiei si evolutiei faciesurilor eoliene.

- Stratificatia oblica la scara mare si corpurile oblic tabulare sunt foarte frecvente; unitatile planare rezulta din curenti unidirectionali prin alunecarea clastelor (grain fall) pe flancul scurt al dunei (înclinari de 280), sau prin avalanse (avalanching sand flows).
- Ondulatiile eoliene (eolian ripple, climbing ripples) însotesc laminele superioare si flancurile dinspre curent ale dunelor.

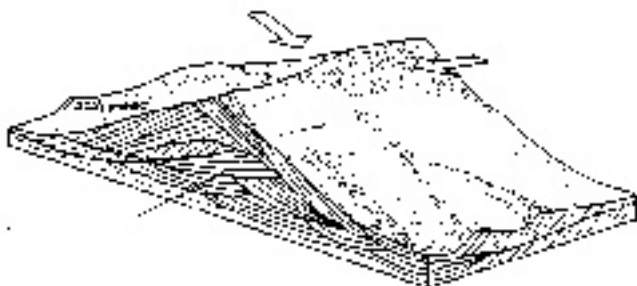




Fig. Dune eoliene la marginea marii si undulatii de curent intr-o zona desertica.

- La suprafata corpurilor de nisip mai apar: urme de reptatie, "striuri circulare" date de balansul sau rotirea unor plante, urme ale picaturilor de ploaie etc.

### **Geometria corpurilor de nisip** (Bedforms).

Corpurile rezultate prin "transport si depunere eoliana" sunt differentiate, în functie de dimensiuni si morfologie în:

*Ondulatii eoliene* (cu lungimea de unda între 2,5 si 25 cm) cu un grad mare de, asimetrie, indicele de ondulare între 30 - 70 si se deosebesc prin aceste caractere de undulatiile de valuri si cele de curent.

*Dune* - reprezinta acumulari mari de nisip, cu lungimea bazei între 10 si 500 m, conturate în morfologia zonelor desertice ca megaondulatii. Crestele lor, adesea transversale si rectilinii pe directia vântului ("dune transversale"), se pot curba, devenind semilunare (barchane) sau pot evolua paralele cu directia vântului ("dune longitudinale" - ). Crestele undulatiilor eoliene si a megaondulatiilor datorita fenomenelor de deflatie pastreaza fractiunile granulometrice grosiere. Flancurile scurte, care înclina spre directia de transport a materialului (si, deci de înaintare a vântului) se identifica de foarte multe ori cu suprafata laminelor oblice frontale ce caracterizeaza structura interna a dunelor (materialul tractat pe flancul lung al undulatiilor ajunge sa se rostogoleasca frontal si sa genereze o lamina oblica). Astfel de structuri interne sunt similare cu cele generate în mediul fluviatil. Urmarind mecanismul lor de formare sesizam ca atât undulatiile eoliene cât si dunele sunt structuri mobile care migreaza într-un ritm invers proportional cu lungimea si înaltimea lor.

Zona de "INTERDUNE" este o zona plana în care apar dupa deflatie, depozite grosiere (pietrisuri, pavaje de deflatie), paturi de argila cu urme vegetale sau crapaturi de contractie; grosimea depozitelor este foarte mica.

\* Variatiile laterale de facies ale depozitelor eoliene continentale, desertice (inland) se fac spre depozite de tip "playa" (sabkha continental), conuri aluviale sau câmpii aluviale. Dunele de coasta trec lateral în faciesuri litorale, tidale sau nontidale.

Conservarea faciesurilor eoliene în coloanele litologice se realizeaza greu; dunele continentale pot fi erodate prin spalare (la schimbari climatice), iar cele litorale, prin actiunea marii (în momente de înaltare a nivelului de baza); materialul eolian fiind redistribuit.

## Dinamica clastelor în mediul subnival (procese si produse glaciare)

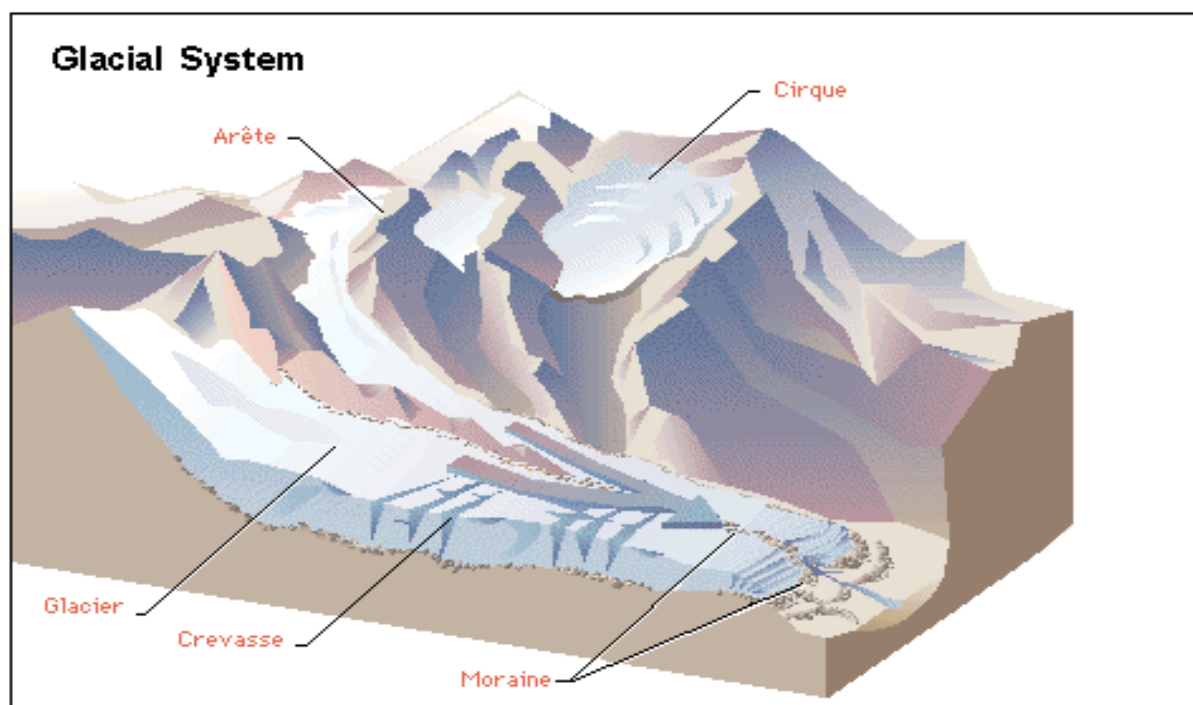
SISTEMUL GLACIAR este un domeniu determinat de interactiunea ghetarilor cu substratul lor si zonele imediat limitrofe. Ocupa 10% din suprafata globului si se extinde atât asupra zonelor continentale cât si a celor marine. Este conditionat de un regim climatic polar si subpolar.

### Subsisteme:

A) Morfologie: ghetari de calota (continentali si marini, în Antarctica); ghetari alpini (de altitudine în Alpi, Himalaya etc.).

B) Dinamice. În raport cu rolul lor în procesul de eroziune si acumulare glaciara se disting patru sectoare:

- 1) sectorul subglaciar, din lungul contactului cu substratul;
- 2) sectorul supraglaciar de la suprafata ghetarului, aflat sub influenta variatiilor climatice (sezoniere);
- 3) sectorul intraglaciara (sau englaciara) corespunde masei ghetarului si nu are rol sedimentogenetic;
- 4) sectorul proglaciara, din fata calotelor glaciare sau a "limbilor" de



gheata, unde au loc fenomene de topire; dupa mediul cu care intra în legatura se disting "arii de sedimentare" glaciomarine, glaciolacustre si glaciofluviatile.

### Factorii sedimentarii glaciare.

Aparitia si miscarea sedimentelor sunt determinate de regimul climatic, schimbarile de masa si dinamica ghetii.

Regimul climatic, polar si subpolar, controleaza fenomenele de topire a masei de gheata si, astfel, balanta dintre eroziune si depunere; temperatura medie anuala este sub 0 °C. În zonele în care temperatura se afla permanent sub punctul de topire a ghetii se dezvoltă ghetari "reci", fara apa libera în sistem, iar în zonele cu temperaturi care trec si peste punctul de topire a ghetii se formeaza ghetari "temperati", cu apa libera în sistem. Precipitatiile abundente asigura acumularea zapezii si cresterea volumului de gheata.

Schimbarile de masa. Pierderea de masa din ghetar la partea sa superioara, prin evaporare si topire, sau în talpa sa, prin topire în lungul substratului, poate fi compensata prin acumulare de zapada si asigura retragerea sau înaintarea ghetarului; prin aceasta determina pozitia sedimentelor în cadrul sistemului.

Dinamica ghetii. Masa de gheata curge sub propria greutate cu viteze de ordinul centimetrilor si metrilor în 24 ore si determina atât, eroziunea substratului (cu 1 - 10 mm/an) în sectoarele în care si deplasarea sa este mai lenta, cât si transportul sedimentelor de pe suprafata sau din masa sa (unde viteza de deplasare este mai mare).

### Procese si produse

Procesele nivale sunt exclusiv mecanice - erozionale si depozitionale si au intensitate mai mare în marginea ghetarilor si în zonele periglaciare. Principalele procese si produse depozitionale raportate la subsistemul de acumulare sunt :

#### Proces / Produs

- Depunere sub gheata activa/ Till bazal (mixtit) masiv sau stratificat, foarte slab sortat
- Curgeri în masa si transport individual / Tillite frontale, laterale, superioare; till de ablatie (ex. Tillitele de Gowganda)
- Depuneri ciclice din suspensii acvatice / Varve (argile si siltite cu laminatie fina, paralela)
- Depunerea suspensiilor la topirea aisbergurilor / Mâluri masive
- Depuneri din curenti de apa / Aluviuni ("wash"), grosiere si medii cu laminatie oblica



Fig. Procese si produse glaciare :  
avalanse, till (diamictit), varve

## Dinamica ghetii

În zonele cu temperaturi medii anuale apropiate de zero grade, formarea si conservarea ghetii este un fapt curent. Ea muleaza morfologia marilor înaltimi tere-stre sub forma de ghetari alpini si se concentreaza masiv dincolo de cercurile polare sub forma calotelor glaciare. Actionând în aceste regiuni, ghetarii si variatiile termice ale atmosferei determina formarea clastelor prin gelivatie, prin rupere din versanti, prin smulgere din substrat si sfarâmare etc.

Din circurile glaciare sau de pe pante, gheata curge laminar, fie prin deformare plastica sub presiune, atunci când grosimea ei depaseste sute de metri, fie prin alunecare pe substrat si gratie unor frecvente modificari de faza (în special datorita variatiilor termice). Astfel, în zonele înalte gheata se acumuleaza iar în cele mai joase se topeste; între aceste doua repere masa de gheata (limba ghetarului) pas-treaza o lungime constanta, dar sufera o curgere lenta si constanta cu o viteza variabi-la (de ordinul cm sau m/zi), mai mare spre centrul si la suprafata ghetarului si mai mica lateral si pe fundul sau. Nasterea unor curenti de apa (râuri subnivale) sub limba de gheata creeaza la contactul dintre talpa ghetarului si roca "vie" un regim mixt fluvio-glaciar.

Materialul detritic generat în ambianta unui ghetar poate fi prins în masa acestuia (prin cadere sau pe versanti), poate fi antrenat lateral (prin desprindere si smulgere din peretii ghetarului) sau poate constitui un "pat" în talpa sa. Indiferent de pozitia pe care o ocupa el constituie sarcina sedimentara a ghetarului si se deplaseaza lent odata cu ghetarul spre regiunile în care media termica anuala depaseste 0 °C. La topirea ghetii sarcina este depusa sub forma de till-uri sau depozite glaciare nestratifi-cate: cunoscutele morene (terminale, laterale sau bazale), cu grosimi variabile între 10 - 40 m si mai mari in zonele depresionare. În conditiile unui astfel de transport, clastele vor fi putin prelucrate. În ansamblu, depozitul glaciar este slab sortat, blocurile angu-lare sunt prinse într-un amestec relativ omogen de argila, silit si/sau nisip (prin aceste trasaturi un astfel de sediment, se apropie de caracteristicile curgerilor gravitationale, a diamictitelor). Din punct de vedere mineralogic constituentii metastabili si instabili, de tipul feldspatilor, silicailor feromagnezieni, se conserva. Litoclastele grosiere (galetii) au tendinta de a se orienta paralel cu directia de curgere a ghetii si, frecvent, de a conserva zgârieturi cu o aceeaasi orientare; imbricatiile sunt mai rare.

Atunci când sarcina sedimentara a ghetarului este antrenata de curentul de apa nascut sub limba acestuia, ea se poate depune mai departe câstigând si câte-



va din attributele transportului subacvatic. Caracterul principal al acestor sedimente îl constituie stratificatia (asa-numitele depozite glaciare stratificate) si, uneori, granoclasarea. Apa, preluând în drumul ei "sarcina" cea mai fina - materialul lutitic si siltic - lasa în depozitul morenic din aria ghetarului sarcina cea mai grosiera; cantitatea de fractiune rudistica creste în aceste depozite. În urma unui astfel de transport, fractiunea fina se acumuleaza în lacuri glaciare generând varve: argile microstratificate cu laminatie paralela determinata de alternanta ritmica a laminelor lutitice (negre si mai subtiri) cu lamine siltice (albe si mai groase) depuse în anotimpul rece si, respectiv în cel cald. Masele de gheata desprinse din calotele glaciare si deplasate sub forma de "iceberg-uri" spre latitudini mici ( $60^\circ$  -  $50^\circ$  -  $45^\circ$  sud si nord) ajung sa se topeasca si lasa sarcina lor sedimentara sa contamineze suspensiile pelagice si sa se acumuleze în câmpiile abisale ale oceanelor clastele foarte grosiere provenite din iceberg-uri constituie asa-numitele "blocuri eratice" a caror prezenta în sedimentele din largul oceanelor continua sa ridice multe probleme legate de originea (sursa) lor.

**Morfologia (geometria) corpurilor** de sedimente glaciare:

- câmpii morenice, morene lobate si conuri de dejectie;
- drumlin-uri, coline de forme elipsoidale, asimetrice longitudinal situate în spatele morenelor frontale;
- esker-e, ramblee sinuoase în canale si tunele glaciare;
- kame, terase fluvio-glaciare ("mameloane") cu flancuri înclinate situate între doi ghetari; microdelte si plaje.

**Criterii de recunoastere:** compozitia mineralogica reflecta întotdeauna substratul si conserva specii cu grade de stabilitate diferite (inclusiv minerale usor alterabile); variatii mari ale parametrilor granulometrici Md si s, de regula depozite foarte slab sortate; predomina claste discoidale si izometrice; galetii si blocurile prezinta striuri paralele; tillurile nu prezinta stratificatie; depozitele fluvioglaciare pot avea laminatii oblice, iar cele glaciolacustre, laminatie paralela evidenta.

\* \* \*

Cantitatea totala de material detritic transportata anual de ghetari în ocean este apreciata la 20 10<sup>14</sup> g/an din care 19 10<sup>14</sup> g/an numai de pe suprafata calotei antarctice (0,69 km<sup>3</sup>/an). O alta parte din materialul morenic poate ajunge în bazinele marine prin intermediul retelei hidrografice, care-i sterge, însa, caracterele petrografice initiale.