

# NOȚIUNI DE PETROLOGIE

**Petrologia** este o ramură a geologiei care se ocupă cu studiul petrogenetic și petrografic al rocilor:

- petrogeneza reprezintă un domeniu al petrologiei care abordează problemele complexe ale genezei rocilor magmatice, metamorfice și sedimentare și succesiunea proceselor genetice;

- petrografia este o disciplină a petrologiei care are drept obiectiv inventarierea, clasificarea și descrierea rocilor din punct de vedere al constituției mineralogice, chimice, al structurii și texturii.

**Petrologia** la rândul ei este divizată în funcție de domeniul scoarței terestre pe care-l studiază, în:

- ***petrologia sedimentară*** (studiul rocilor formate în bazinele de sedimentare de la suprafața terestră);

- ***petrologia endogenă*** (studiul rocilor formate sub suprafața topografică, în adâncime):

- *petrologia rocilor magmatice:*

- *petrologia rocilor magmatice intruzive (plutonice);*

- *petrologia rocilor magmatice extrusive (efuzive, vulcanice);*

- *petrologia rocilor metamorfice*

# ROCILE SCOARȚEI TERESTRTE

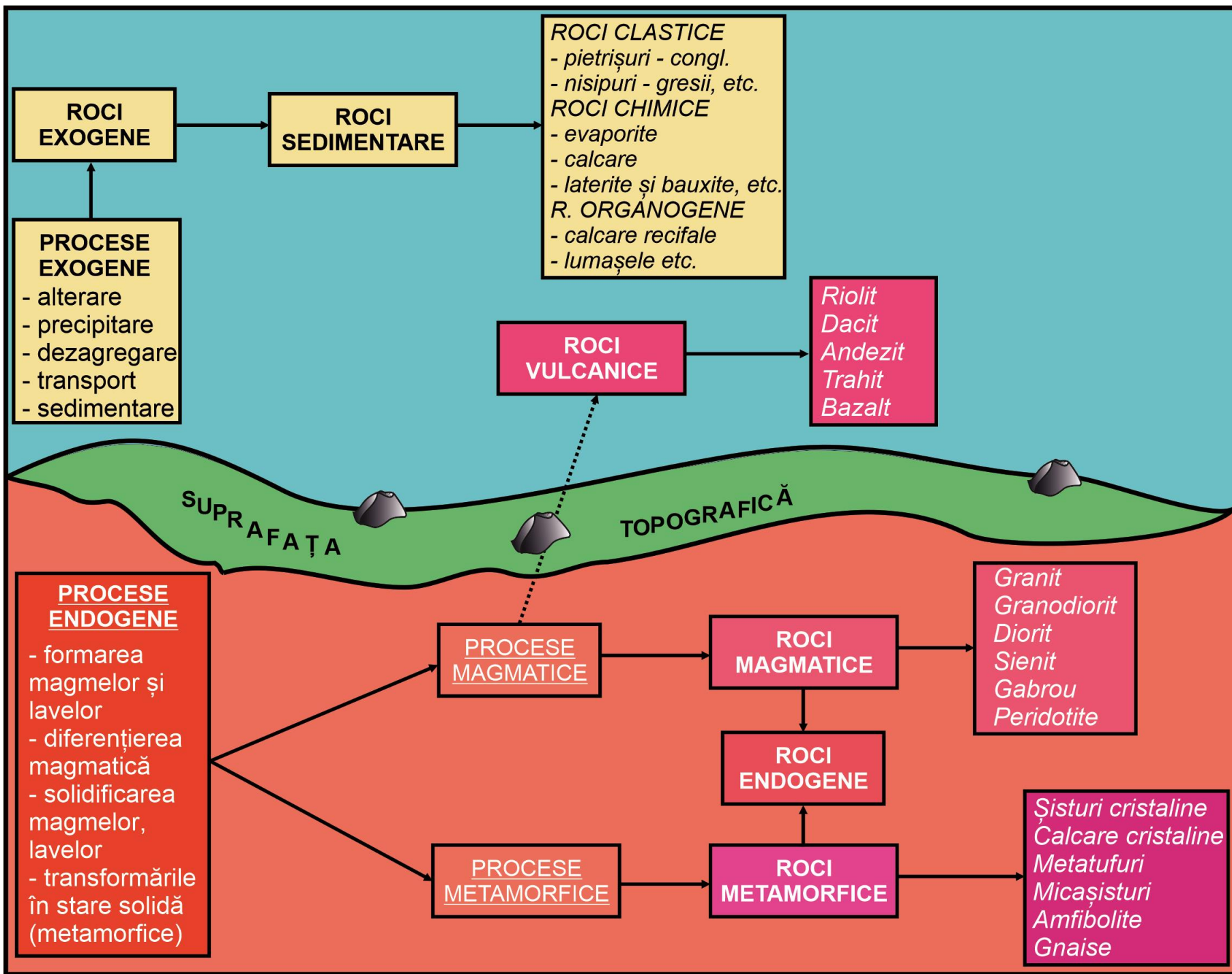
Prin **rocă** se înțelege un ***agregat eterogen***, de regulă polimineral, format prin procese naturale în interiorul scoarței terestre sau la suprafața acesteia, caracterizat prin compoziție mineralogică, structură și textură bine definite.

# Criteriile utilizate în clasificările generale ale rocilor

- *Poziția domeniului de formare a rocilor raportată la suprafața topografică;*
- *Natura proceselor genetice care controlează formarea acestora.*

1. În funcție de ***localizarea proceselor genetice*** raportată la suprafața topografică se deosebesc *roci endogene* și *roci exogene*.

- *rocile endogene* se formează prin procese magmatice și metamorfice ce au loc în interiorul litosferei sau în legătură cu acestea;
- *rocile exogene* se formează în bazinele de sedimentare de la suprafața terestră sub controlul proceselor exogene.



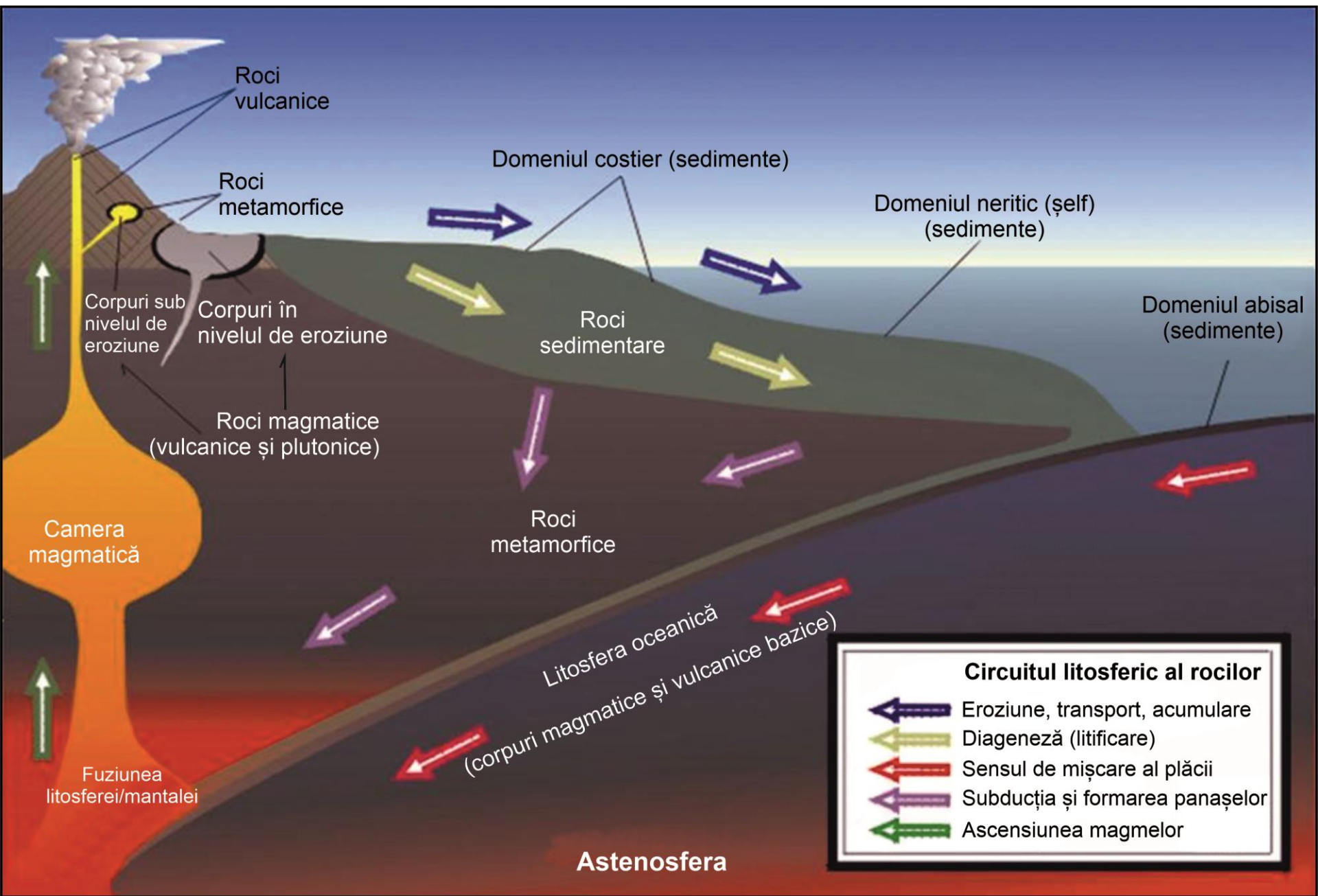
## 2. Din punct de vedere al naturii proceselor genetice, se deosebesc:

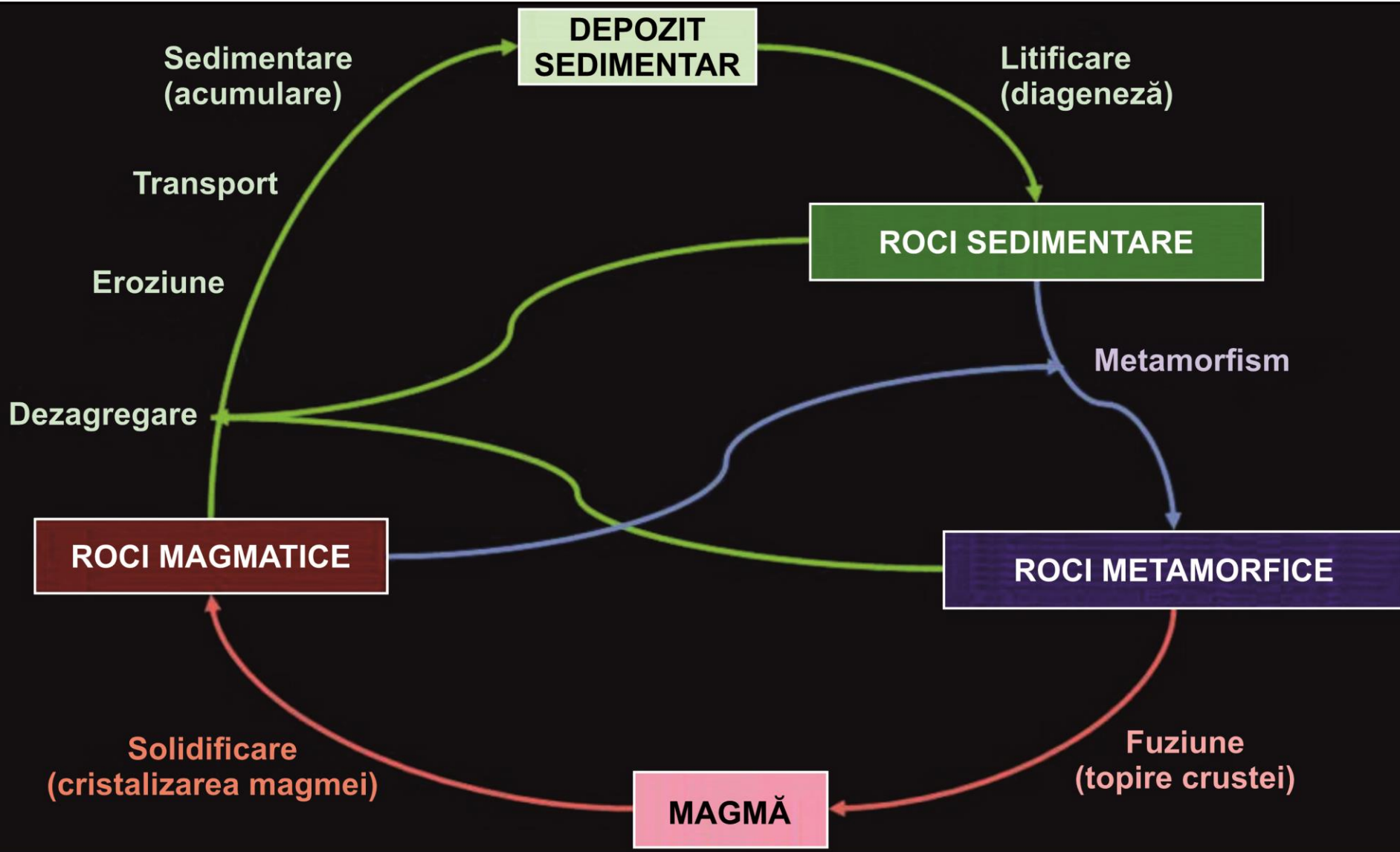
- **roci magmatice** – sunt agregate de regulă poliminerale, silicaticе, formate prin solidificare magmelor în interiorul scoarței (*roci intruzive*) sau la suprafața acesteia (*roci vulcanici, efuzive*), **sub controlul proceselor magmatice**;

- **roci sedimentare** – sunt agregate care se formează în bazinele de sedimentare de la suprafața terestră, subacvatice sau subaeriene, **sub controlul proceselor exogene**: *fizice* (dezagregare, transport, sedimentare etc.), *chimice* (precipitare chimică, alterare etc.) și *biotice* (biochimice, bioacumulare etc.);

- **roci metamorfice** – sunt agregate poliminerale sau monominerale formate **sub controlul proceselor metamorfice** (transformarea în stare solidă a rocilor preexistente). De ex: prin *recristalizarea* rocilor preexistente (= *blasteză*), sub acțiunea *factorilor dinamici* (presiunea), *factorilor termici* (temperatura) sau *factorilor dinamotermici* (presiune și temperatură);

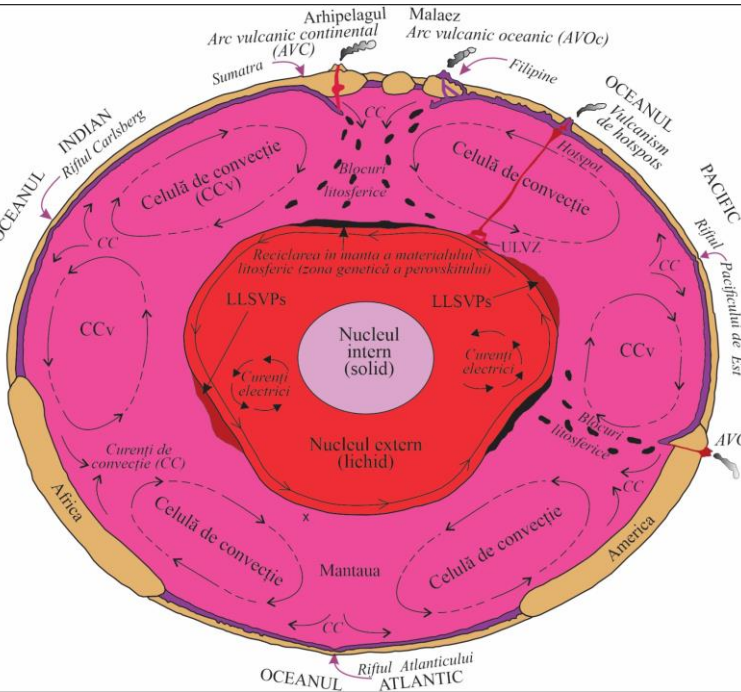
# DESPRE CIRCUITUL ROCILOR ÎN NATURĂ



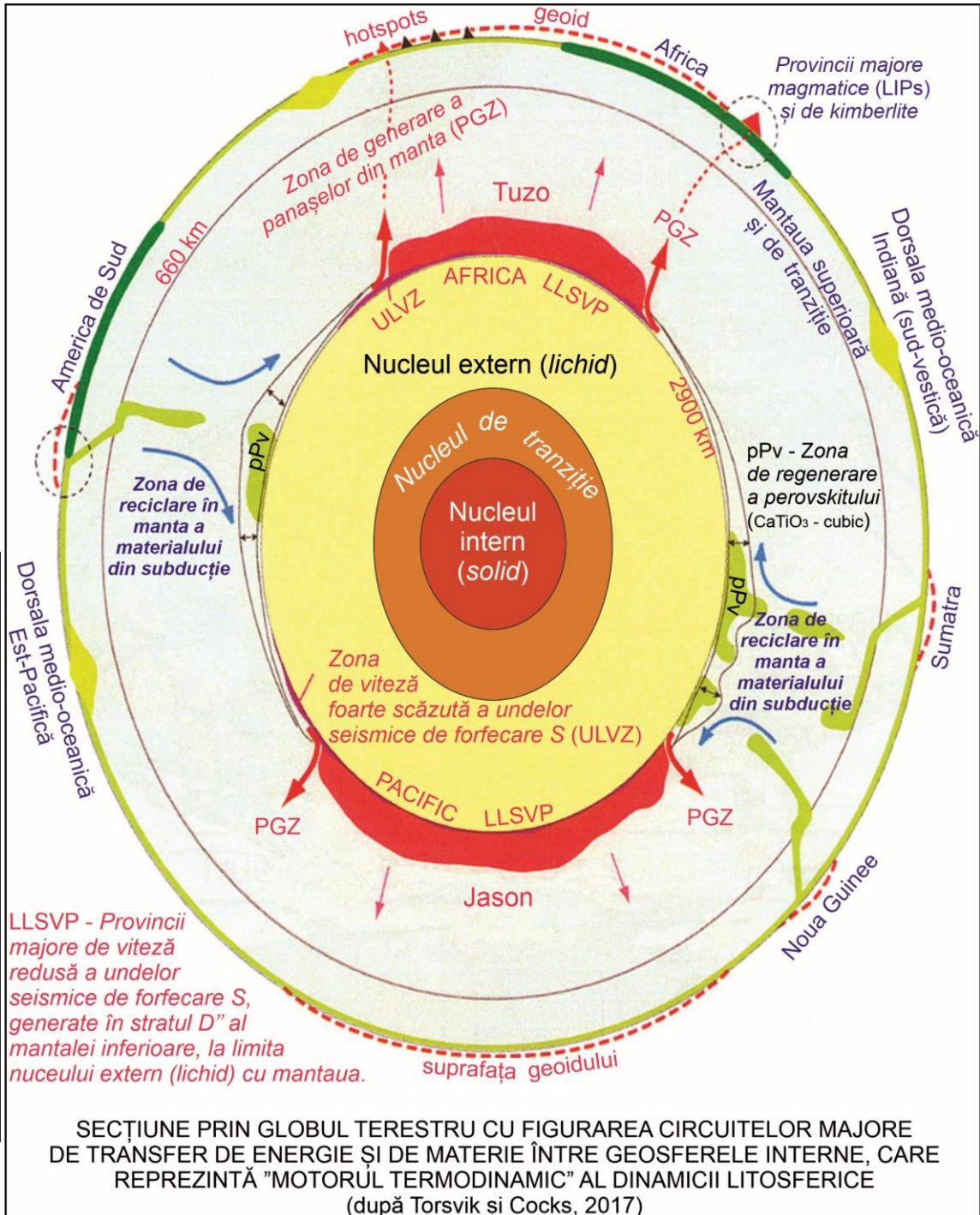




**CELULELE DE CONVECȚIE DIN MANTAUĂ INFERIOARĂ ȘI SUPERIOARĂ, FORMAREA PANAȘELOR DE MANTA ȘI DECLANȘAREA MECANISMULUI DE DEPLASARE A PLĂCILOR TECTONICE, CU PROCESELE MAGMATICE ȘI SEISMICE ASOCIATE**



**Structura Pământului în plan ecuatorial, cu dinamica asociată (din Mărmureanu, 2016)**



LLSVP - Provinciile majore de viteză redusă a undelor seismice de forfecare S, generate în stratul D' al mantalei inferioare, la limita nuceului extern (lichid) cu mantaua.

**SECȚIUNE PRIN GLOBUL TERESTRU CU FIGURAREA CIRCUIELOR MAJORE DE TRANSFER DE ENERGIE ȘI DE MATERIE ÎNTRE GEOSFERELE INTERNE, CARE REPREZINTĂ "MOTORUL TERMODINAMIC" AL DINAMICII LITOSFERICE (după Torsvik și Cocks, 2017)**

# PROCESE ȘI ROCI MAGMATICE

## 1. Magma și lava

## 2. Procese magmatice

*2.1. Formarea magmelor*

*2.2. Diferențierea magmatică*

*2.3. Solidificarea magmelor*

## 3. Aliniamente structogenetice magmatice

## 4. Procese și manifestări vulcanice

## 5. Clasificarea rocilor magmatice

# 1. Magma și lava

**Magma** este un sistem natural multicomponent, stabil la temperaturi de peste 650°C, format dintr-o *fază lichidă* (o topituri de silicați), o *fază gazoasă* (constituită din *elementele volatile*) și o *fază solidă*.

- **Faza lichidă** este constituită dintr-o topitura de silicați de Al, Ca, Mg, Fe, Na, K etc. Componentul principal este *silicea* (SiO<sub>2</sub>), cu participări procentuale variabile, ceea ce conferă magmelor caractere chimice diferite: *acide*, *neutre*, *bazice* și *ultrabazice*.

- **Faza gazoasă** provine din separarea substanțelor volatile H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, HCl, HF, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> etc., atunci când are loc variația temperaturii și a presiunii.

- **Faza solidă** este reprezentată prin cristale ale unor minerale care apar în cazul când magmele se găsesc la temperaturile limită de cristalizare, sau datorită căderii unor fragmente solide din pereții rezervoarelor magmatice (= *xenolite*).

Cele mai frecvente magme sunt cele *silicatic*e (cu  $\text{SiO}_2$  peste 30%), dar în natură se pot găsi în proporții reduse și *magme carbonatice*, *sulfurice* și *oxidice*.

**Magmele silicatic**e se clasifică în funcție de conținutul în silice:

- magme acide cu conținuturi mai mari de 63%  $\text{SiO}_2$ ;
- magme neutre, cu 52 - 63%  $\text{SiO}_2$ ;
- magme bazice, 45 - 52%  $\text{SiO}_2$ ;
- magme ultrabazice, 30 – 45%  $\text{SiO}_2$ .

**Lava** reprezintă o magmă care ajunge la suprafață și se revarsă fisural sau punctiform, unde pierde o parte din elementele volatile și își modifică o serie de parametri fizico-chimici.

- prin solidificarea lavelor iau naștere rocile vulcanice (efuzive).
- în mod similar magmelor, acestea pot fi *acide*, *neutre* sau *bazice*.
- lăvele bazice sunt mai fierbinți și mai fluide, iar cele acide mai reci și mai vâscoase.

## 2. Procese magmatice

### 2.1. Formarea topiturilor magmatice: sistemul magmă-lavă

În principal, se pot lua în considerare următoarele ipoteze privind geneza magmelor:

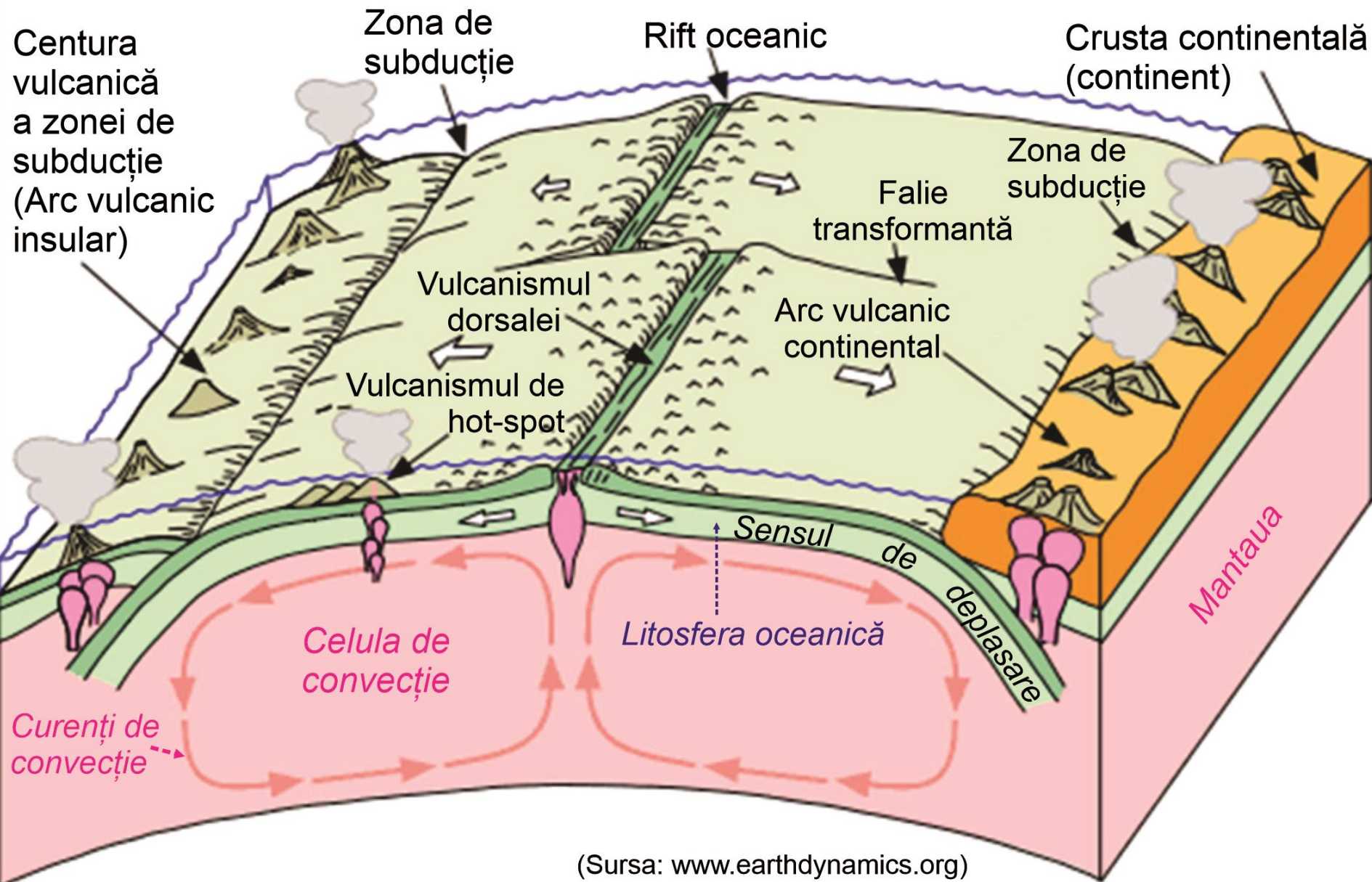
**a. Magma ar reprezenta un rest incandescent** al materiei solare inițiale – cea mai veche ipoteză (R. A. Daly, 1935);

**b. Teoriile moderne iau în calcul sistemul termodinamic endogen și dinamica litosferică conform teoriilor tectonicii globale:**

- Sistemul termodinamic asigură circuitul endogen al "*materialelor*" din interiorul globului și procesele declanșate în legătură cu dinamica litosferică (riftare, subducție etc.). Căldura necesară declanșării proceselor endogene asociate este **remanentă**, sau provine prin **dezintegrarea radioactivă**, **schimbările de fază** etc.

# Formarea camerelor magmatice și a vulcanismului asociat zonelor de convergență

## DINAMICA LITOSFERICĂ



(Sursa: [www.earthdynamics.org](http://www.earthdynamics.org))

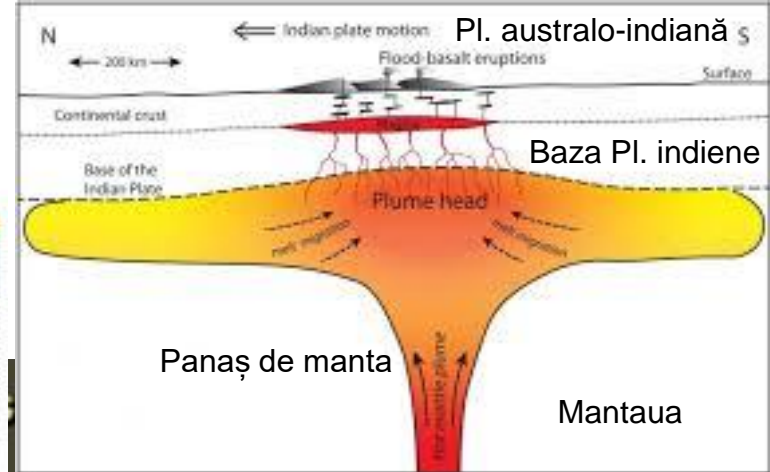
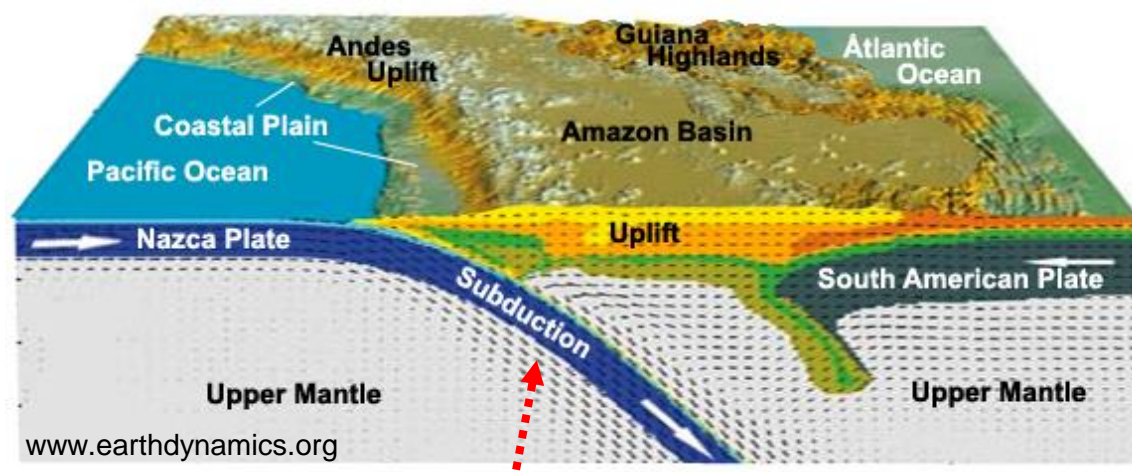
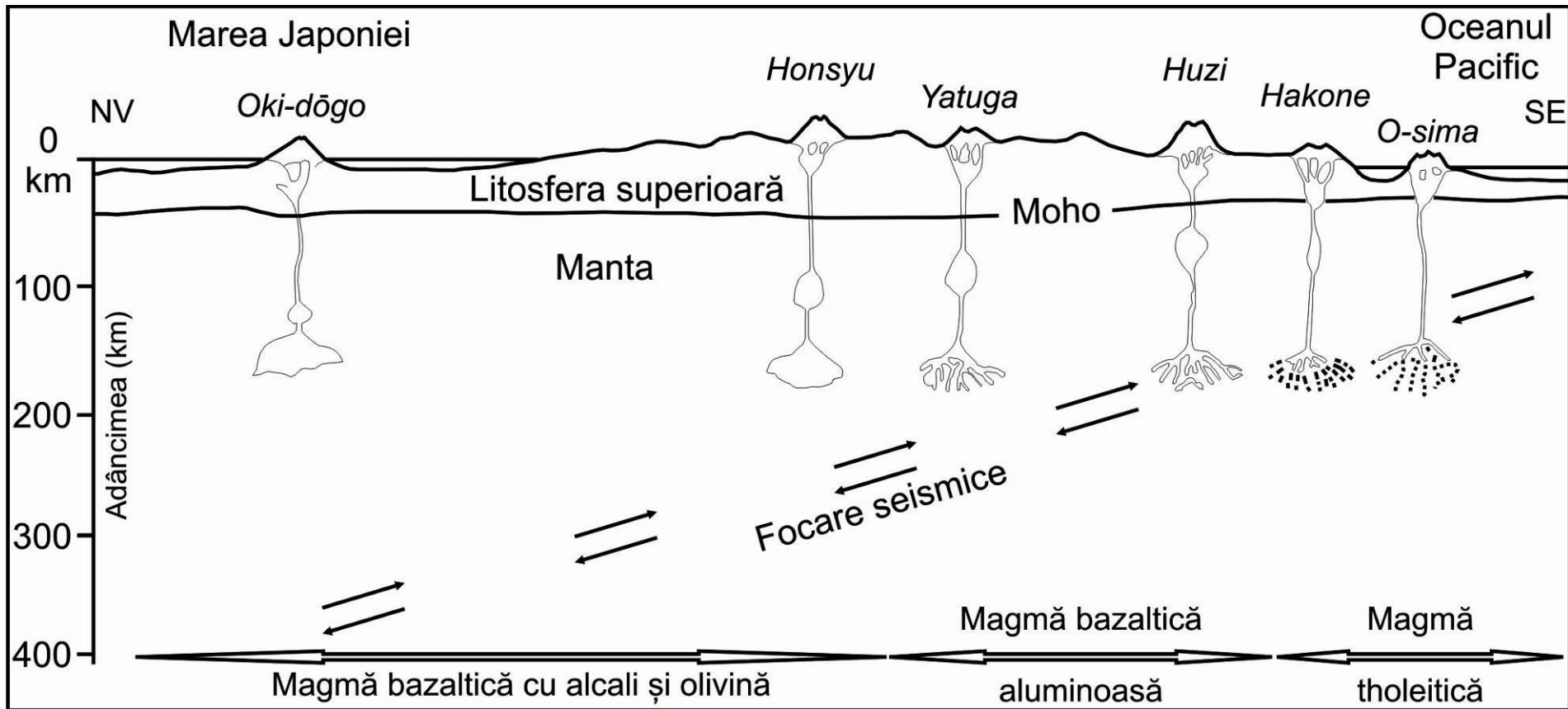


Plate Boundaries
  Volcanoes
  Earthquakes



# Formarea camerelor magmatice și a vulcanismului asociat zonelor de convergență



(după Bleahu, 1983)



## ***2.2. Diferențierea magmatică***

- Prin diferențiere magmatică se înțelege procesul prin care dintr-o magmă parentală iau naștere, în timpul consolidării, fracțiuni cu o compoziție chimică diferită față de cea originală, fracțiuni care coexistă și se succed în timp;***
- Diferențierea magmatică conduce la formarea unei mari varietăți de roci magmatice, din aceeași magmă parentală;***
- Principalele căi de diferențiere magmatică sunt următoarele:***

- a. Diferențierea prin licuație** – se formează fracțiuni lichide imiscibile, din care cristalizează asociații mineralogice distincte: de ex. acumulări de sulfuri (pirotina) alături de asociații de silicați;
- b. Diferențierea prin separare gravitațională** – separarea inițială a unor minerale cu greutate specifică mare (de ex. olivina din magmele bazaltice), conduce la acumularea gravitațională (pe fundul camerei magmatice) a mineralelor mafice, rezultând roci femice (de ex. dunitul); topitura reziduală are o compoziție mai acidă;
- c. Diferențierea prin difuzie și convecție termică** – datorită diferențelor de temperatură se produce o difuzie selectivă care modifică omogenitatea corpului de magmă; astfel, în zonele marginale, prin concentrarea  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  se formează asociații de roci bazice;

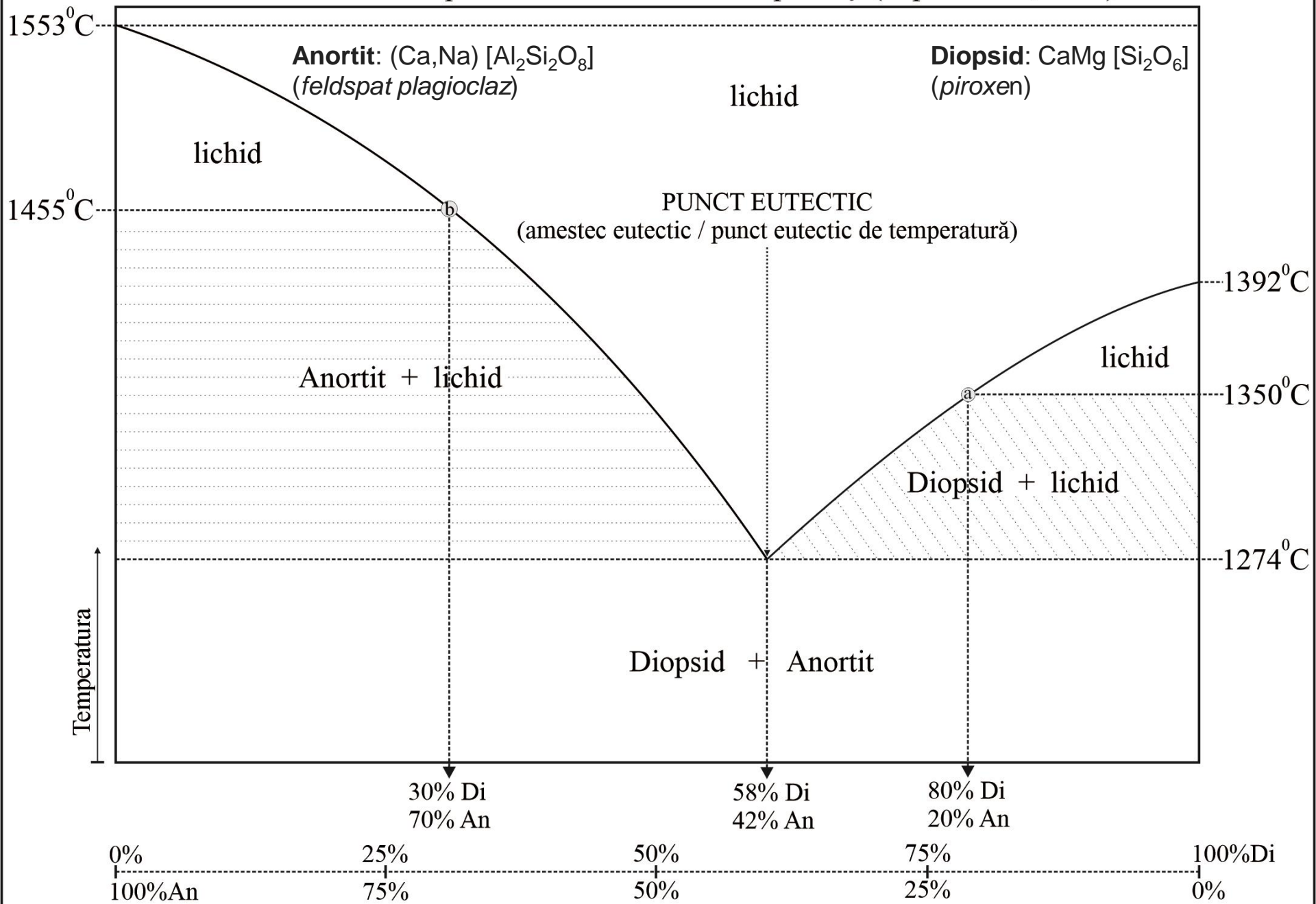
**d. Diferențierea prin transport de gaze (pneumatolitică)** – în timpul răcirii magmei, componentii volatili ies din soluție antrenând o serie de compuși (minerale), care intră în reacție cu rocile înconjurătoare;

**e. Asimilarea (amestecul)** – în cursul ascensiunii, sau la contactul magmei cu pereții camerei magmatice, o serie de roci pot fi topite și asimilate în magmă, rezultând o magmă cu parametri influențați de chimismul rocilor asimilate.

## 2.3. Solidificarea magmelor

- Pentru a se explica procesul de solidificare a magmelor s-au făcut experimente în laborator, pe amestecuri de minerale în stare topită;
- Cel mai simplu amestec studiat este cel binar, alcătuit din doi componenți;
- De ex. un amestec de:
  - anortit (feldspat plagioclaz) - An =  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  = 20%
  - și
  - diopsid (*piroxen monoclinic*) - Di =  $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$  = 80%

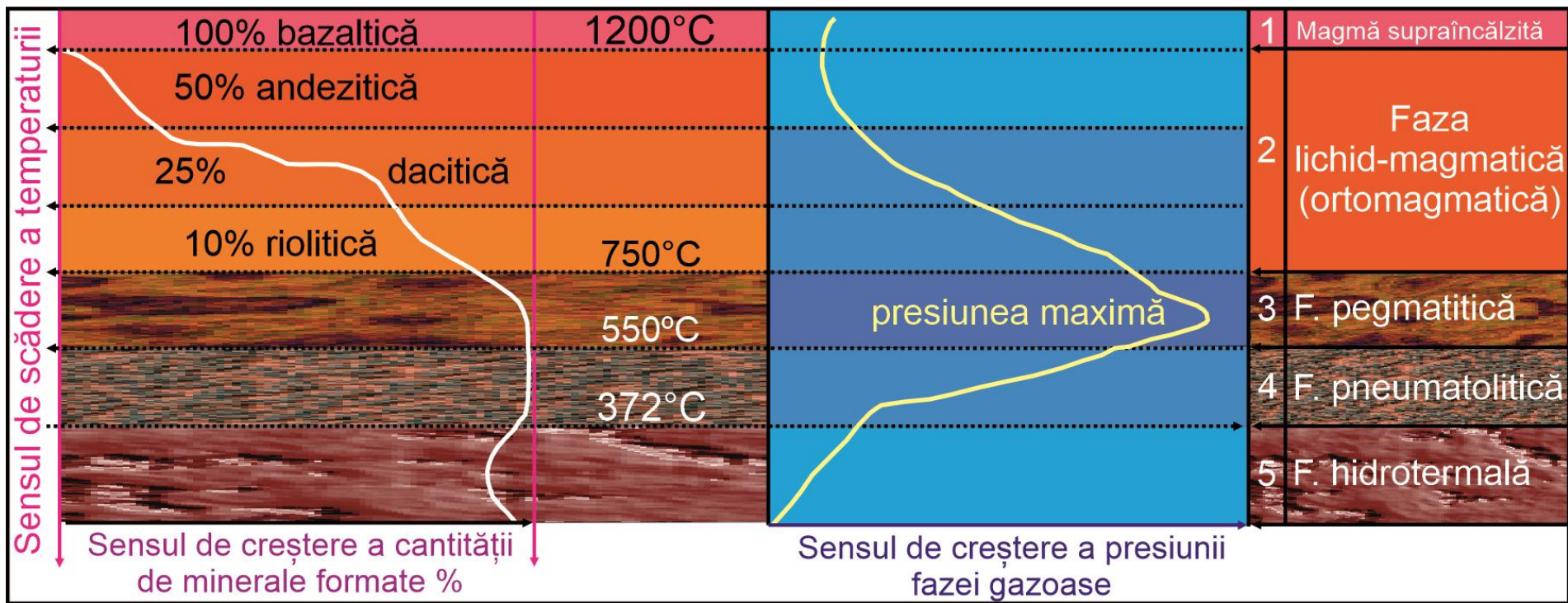
# Solidificarea unei topituri alcătuite din doi componenți (după Winter, 2014)



## ***Din aceste experimente s-a constatat:***

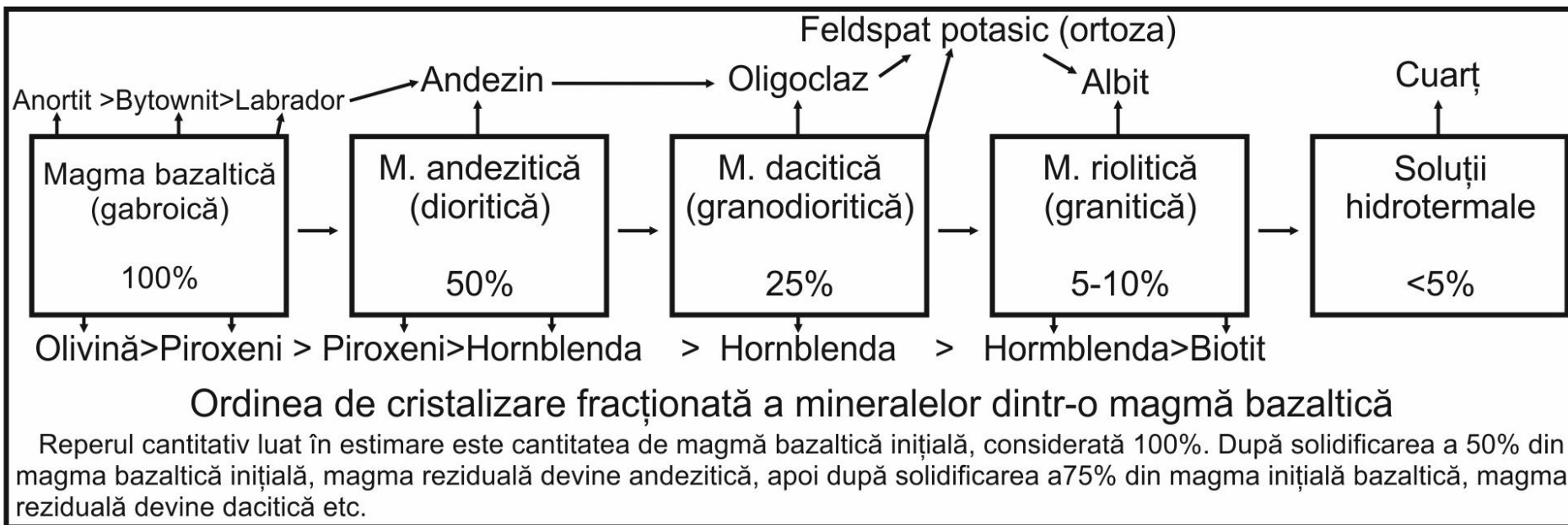
1. Într-o topitură supusă procesului de răcire, nu cristalizează toți componenții simultan; cristalizarea este fracționată și depinde de compoziția chimică a topiturii și de mineralul care iese primul din topitură;
2. În timpul răcirii, chimismul magmei se modifică prin ieșirea din soluție a unor minerale, până se ajunge la compoziția ***amestecului eutectic***; din acest punct de temperatură (= ***punctul eutectic***) încep să cristalizeze simultan toți componenții topiturii;

**Având în vedere rezultatele experimentale obținute s-au separat 5 faze principale în solidificarea magmelor primare bazaltice:**



**1. Faza magmei supraîncălzite** ( $t = \text{mai mare de } 1200^{\circ}\text{C}$ ) – întreg bazinul magmatic conține magmă lichidă;

**2. Faza lichid-magmatică (ortomagmatică);**  $t = 1200\text{--}750^{\circ}\text{C}$ ; (presiune în creștere): (a) se produce cristalizarea fracționată, magmele transformându-se în funcție de temperatură și presiune, în sensul: gabroică (bazaltică) – dioritică (andezitică) – granodioritică (dacitică) – granitică (riolitică); (b) la sfârșitul acestei faze cca. 90% din rocile magmatice sunt formate.





- *inițial magma este gabroică (bazaltică)*: se separă olivină, piroxeni, anortit, bytownit, labrador etc., până când cristalizează cca. 50% din topitură; **rezultă roci bazaltice**;

- *din acest moment magma este dioritică (andezitică)*: se separă piroxeni, hornblendă, andezin etc., până când cristalizează cca. 75% din topitura inițială; **rezultă roci intermediare**;

- *din acest moment magma este granodioritică (dacitică)*: se separă hornblenda, ortoza, oligoclazul etc., până la cca. 90% din topitura inițială; **rezultă roci acide**;

- *din acest moment magma este granitică (riolitică)*: se separă hornblenda, biotitul, albitul, cuarțul, feldspați potasici; **rezultă roci acide**.



**Bazalt**



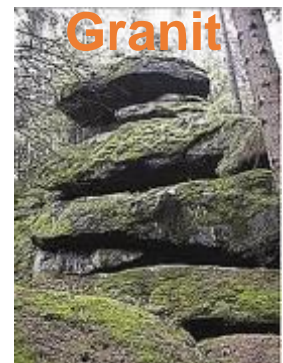
**Diorit**



**Dacit**



**Structură porfirică**



**Granit**

3. Faza pegmatitică ( $t = 750\text{--}550^{\circ}\text{C}$ ; presiune ridicată) – rezultă o topitură cu o mare fluiditate datorită îmbogățirii în elemente volatile, care este injectată pe fisurile, contactele dintre roci, falii; se formează filoane pegmatitice, cu minerale foarte larg dezvoltate: feldspați potasici (ortoză), miche, turmalină, cuarț;

4. Faza pneumatolitică ( $t = 550\text{--}372^{\circ}\text{C}$ ; presiune în scădere) – soluțiile reziduale (rămase după cristalizarea în fazele anterioare) sunt în stare de vapori, cu o concentrație slabă de silicați; soluțiile foarte mobile pătrund în fisurile din pereții camerelor magmatice și produc fenomene de metasomatoză, rezultând în cazul maselor calcaroase rocile denumite skarne și o serie de minereuri de  $\text{ZnS}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  etc.;

5. Faza hidrotermală ( $t = 372\text{--}50^{\circ}\text{C}$ ; presiune scăzută) – rămân soluții apoase diluate, cu o compoziție chimică complexă; soluțiile circulă pe fisuri, pe contactele dintre masele de roci sau falii și depun mineralele hidrotermale: sulfuri de Pb, Zn, Sn, Sb, Cu, Au, Ag etc., cuarț.

# 3. Aliniamente structogenetice magmatice

**3.1. Aliniamente de corpuri magmatice intruzive** – rezultate prin solidificare magmelor sub suprafață topografică (în camerele magmatice, pe canalele de ascensiune spre suprafață a magmelor).

**3.2. Aliniamente vulcanice** - alcătuite din aparate vulcanice și curgeri de lave rezultate în urma erupțiilor vulcanice.

# CORESPONDENȚA STRUCTURII ROCILOR MAGMATICE CU DOMENIILE DE SOLIDIFICARE

viteza de răcire lentă

viteza de răcire moderată

viteza de răcire rapidă

viteza de răcire rapidă

viteza de răcire rapidă

(cristale de dimensiune mare)

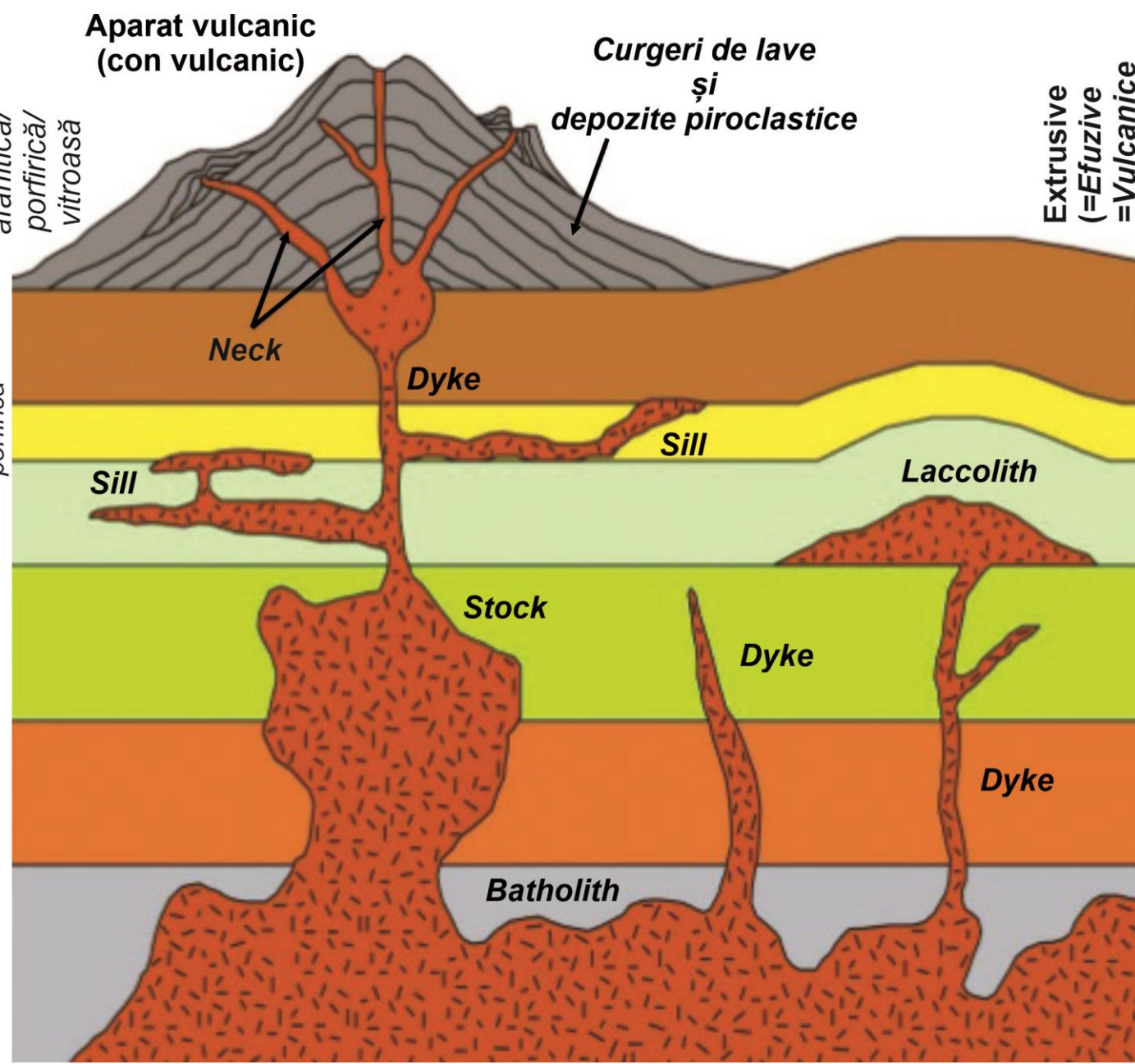
de dimensiune medie)

(cristale de dimensiuni mici)

structură faneritică

structură faneritică/porfirică

structură afanitică/porfirică/vitroasă



Extrusive  
(=Efuzive  
=Vulcanice  
=Eruptive)

Intrusive (=Plutonice=Magmatice s.s)

R O C I M A G M A T I C E

(sursa: Kenneth A. Bevis, 2013; din <https://www.slideshare.net/venkateshsambandan/intrusive-topography>)

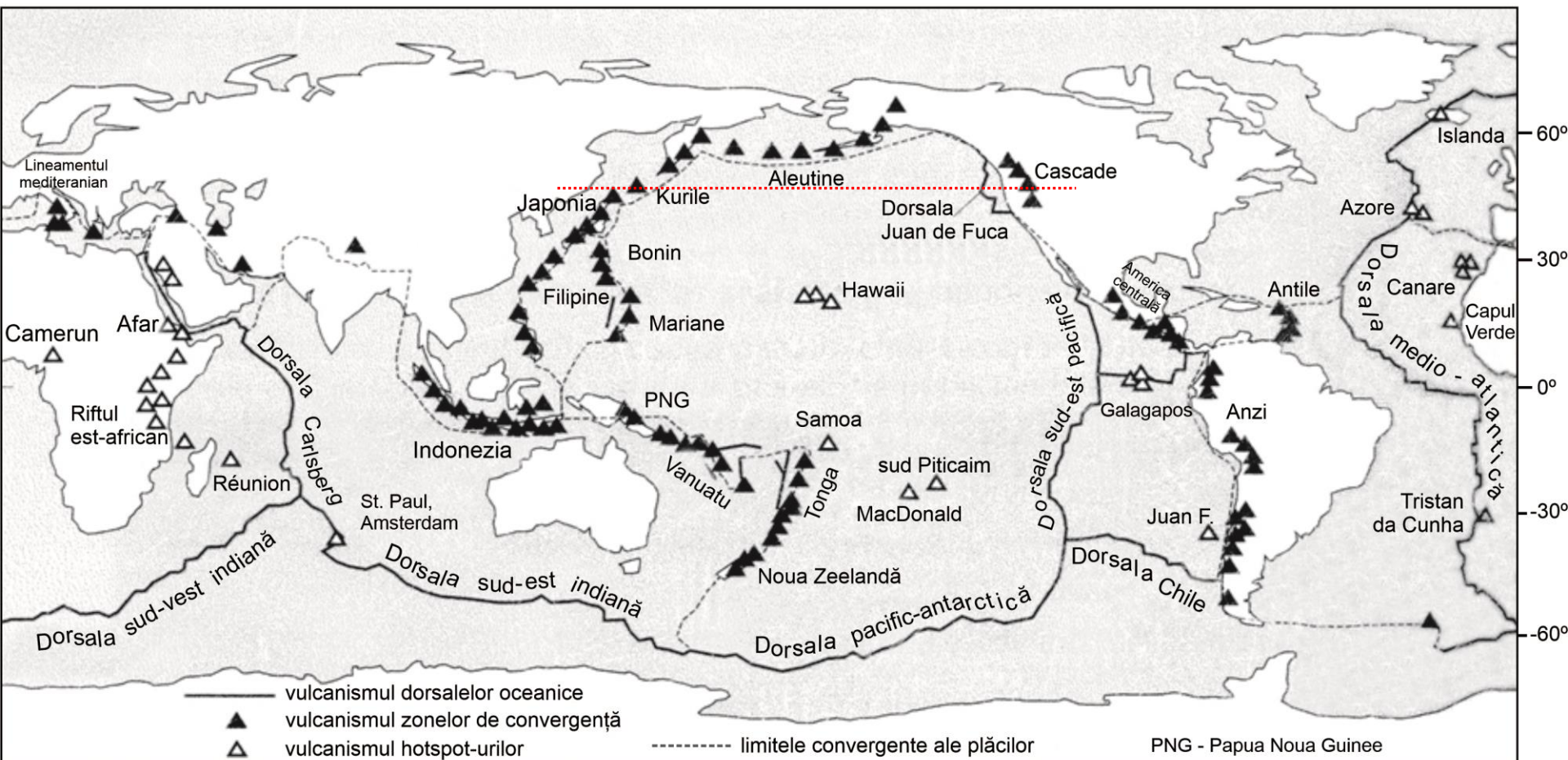
## Plăcile litosferice majore și principalele aliniamente structurale:

- rifturi oceanice;

- aliniamente de subducție

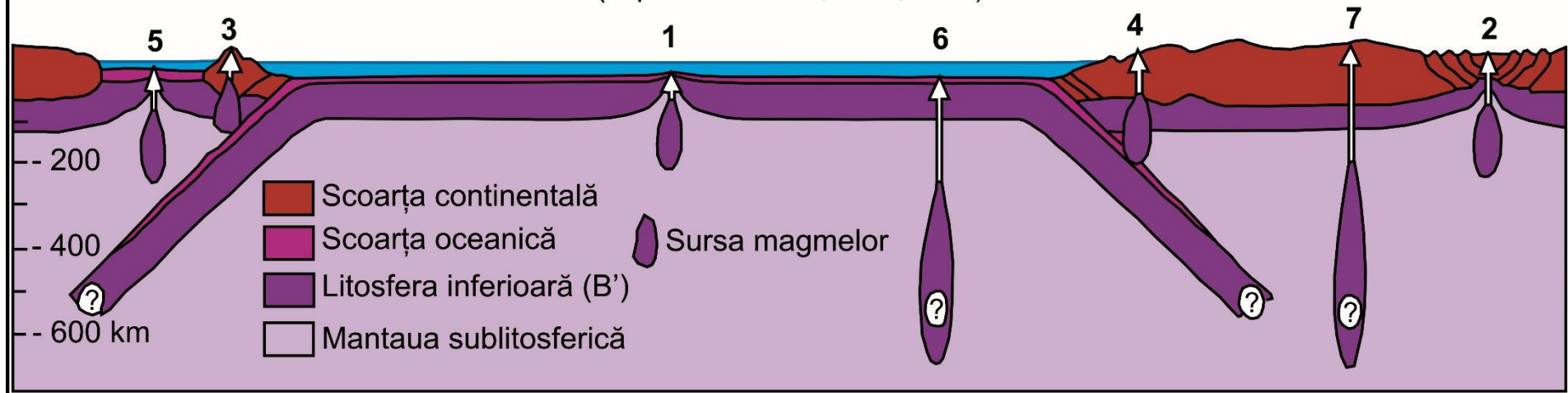
- falii transformante

ALINIAMENTELE VULCANICE MAJORE PE GLOB



## Relațiile între aliniamentele tectonice majore și magmatism

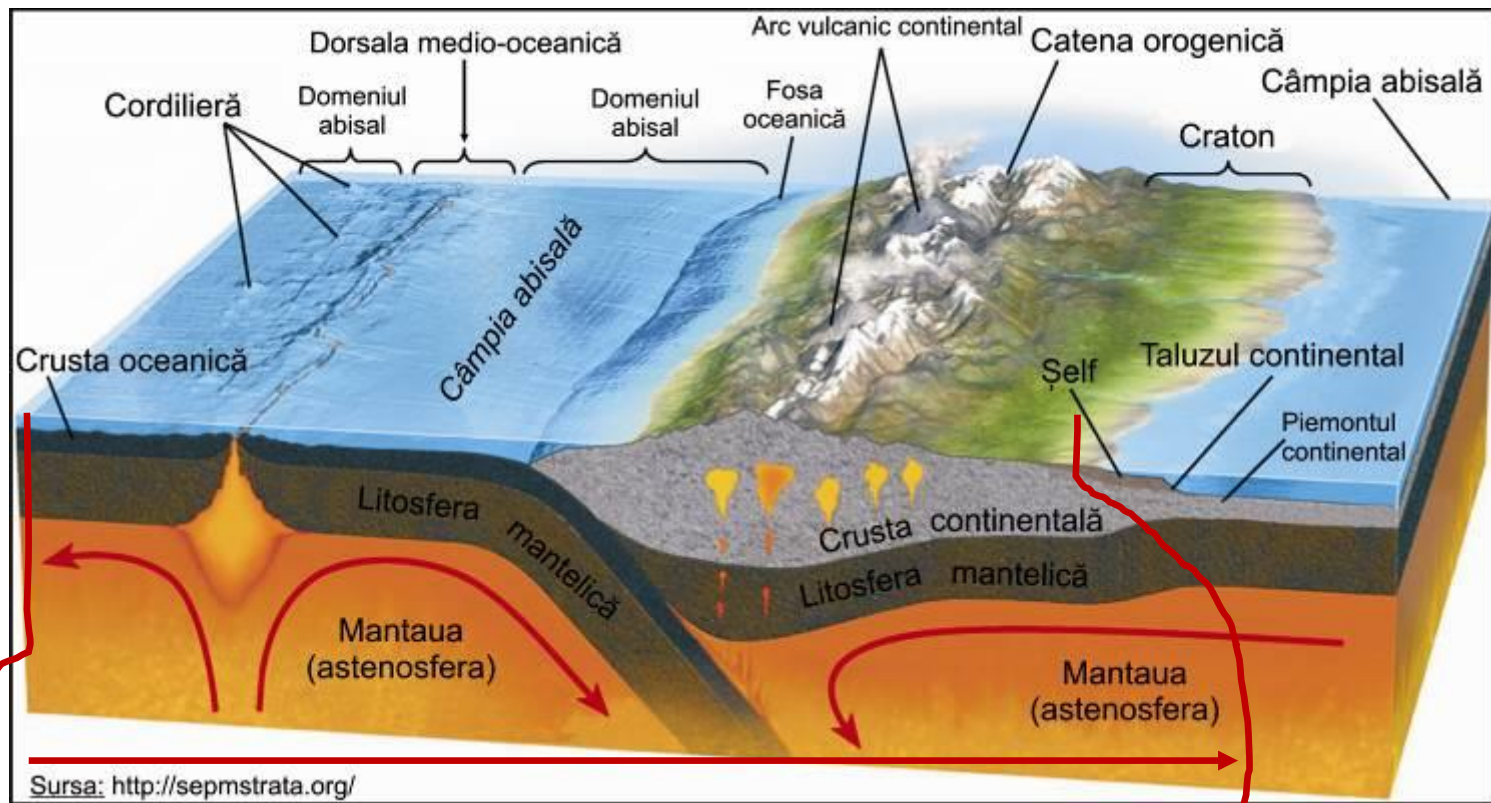
(după John Winter, 2001, 2003)



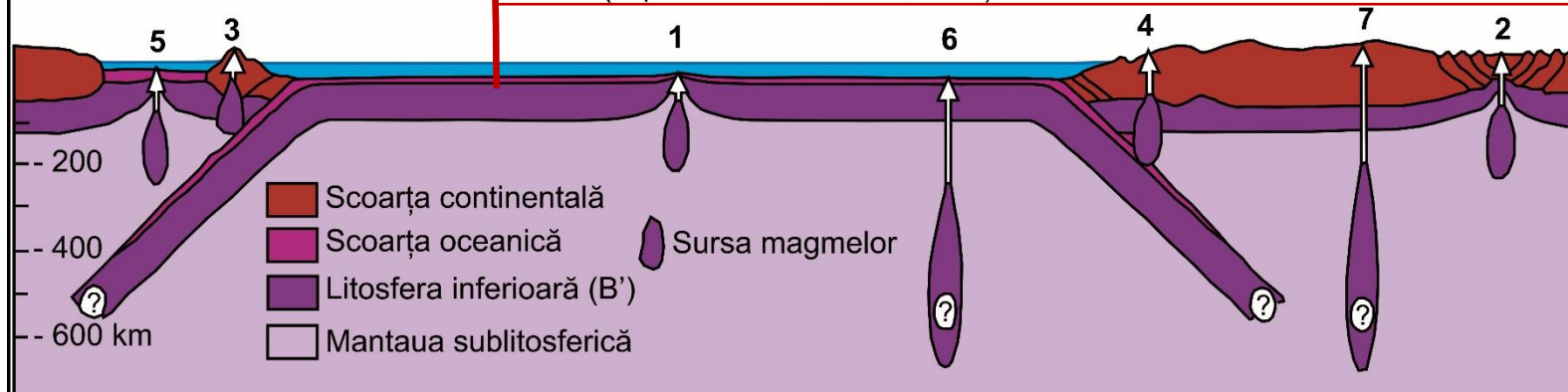
1 - Dorsala medio-oceanică; 2 - Rift intracontinental; 3 - Arc insular; 4 - Margini continentale active (arc continental);  
5 - Bazin de tip back-arc; 6 - Insule bazaltice; 7 - Activitate magmatică intracontinentală.

(An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology, Prentice Hall, 2001 și Prelegeri Igneous Petrology, 2003)

- 1 – roci bazaltice de tip MORB (Mid-Ocean Ridges Basalts);  
magmatism asociat rifturilor și dorsalelor medio-oceanice)
- 2 – formațiuni vulcanogen-sedimentare (magmatism asociat rifturilor continentale)
- 3 – roci intermediare și bazaltice (magmatism asociat zonelor de subducție; de tip arc insular)
- 4 – roci intermediare și acide (magmatism asociat zonelor de subducție; de tip arc continental)
- 5 - roci bazice (bazin back-arc)
- 6 – roci bazaltice de tip OIB (Ocean Island Basalts);  
magmatismul asociat domurilor de manta = hot-spot = puncte fierbinți;  
magmatism intraplacă cu scoarță oceanică.



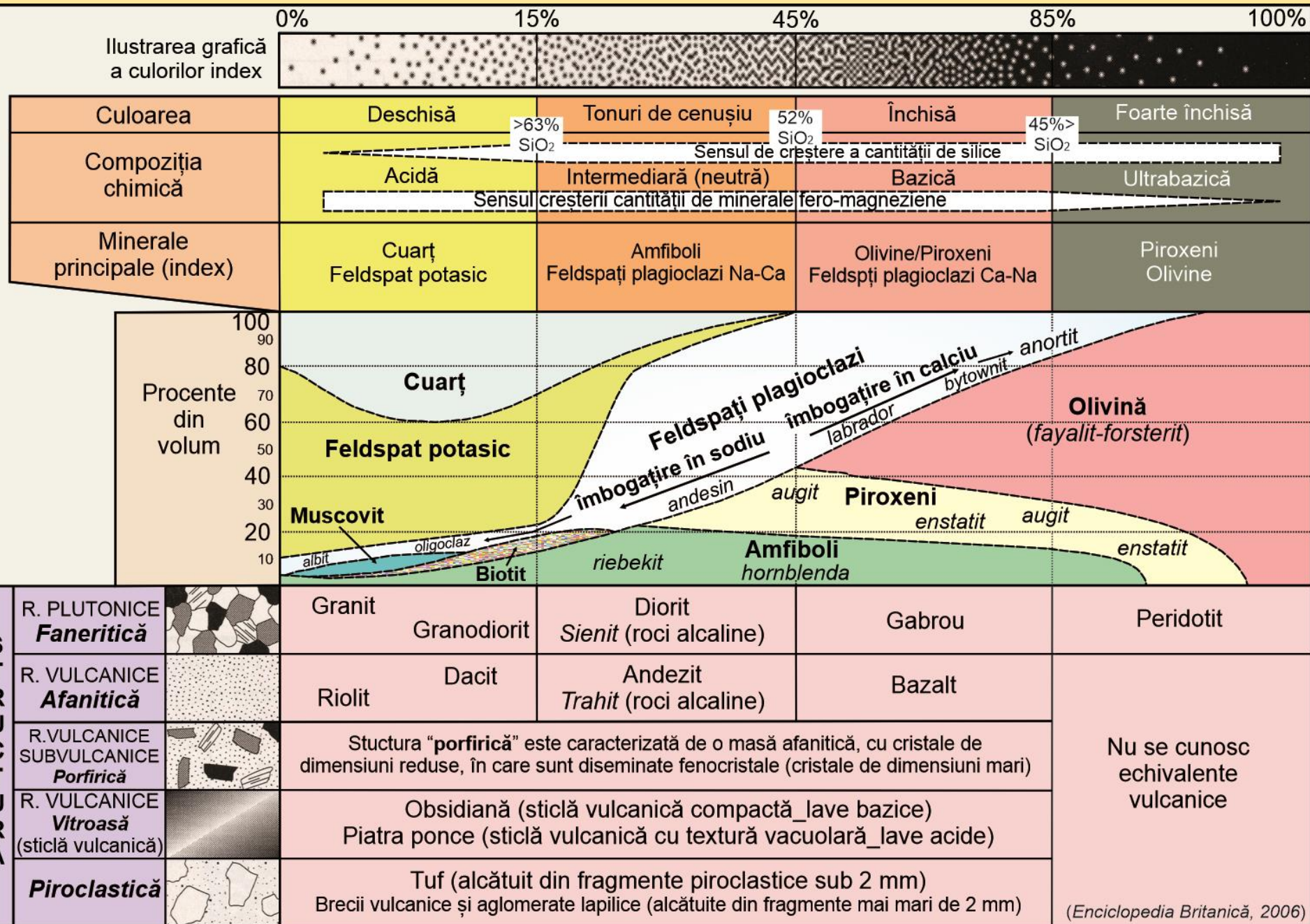
Relațiile între aliniamentele tectonice majore și magmatism  
(după John Winter, 2001, 2003)



- 1 - Dorsala medio-oceanică; 2 - Rift intracontinental; 3 - Arc insular; 4 - Margini continentale active (arc continental);  
5 - Bazin de tip back-arc; 6 - Insule bazaltice; 7 - Activitate magmatică intracontinentală.



# CLASIFICAREA ROCILOR MAGMATICE



(Enciclopedia Britanică, 2006)