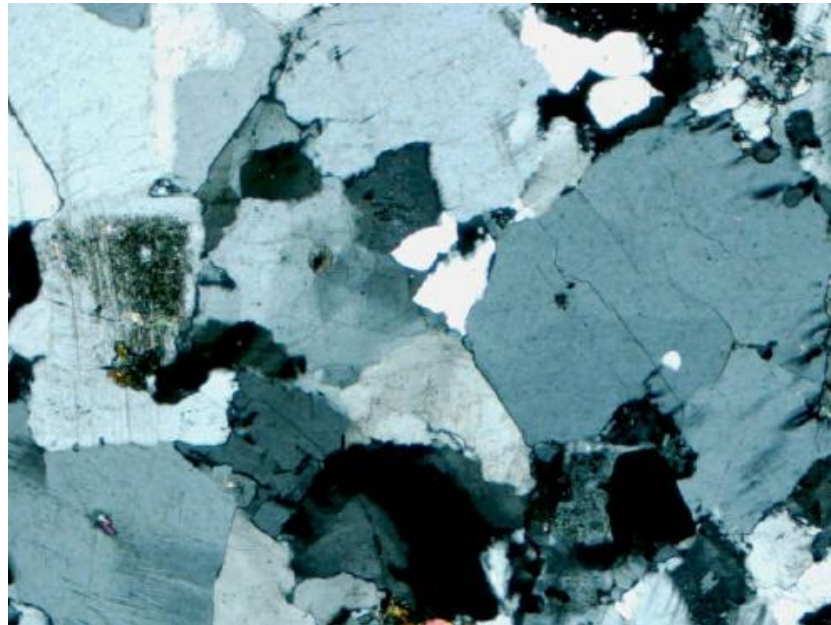


Granity a kontinentální kůra

I

(klasifikace granitů)

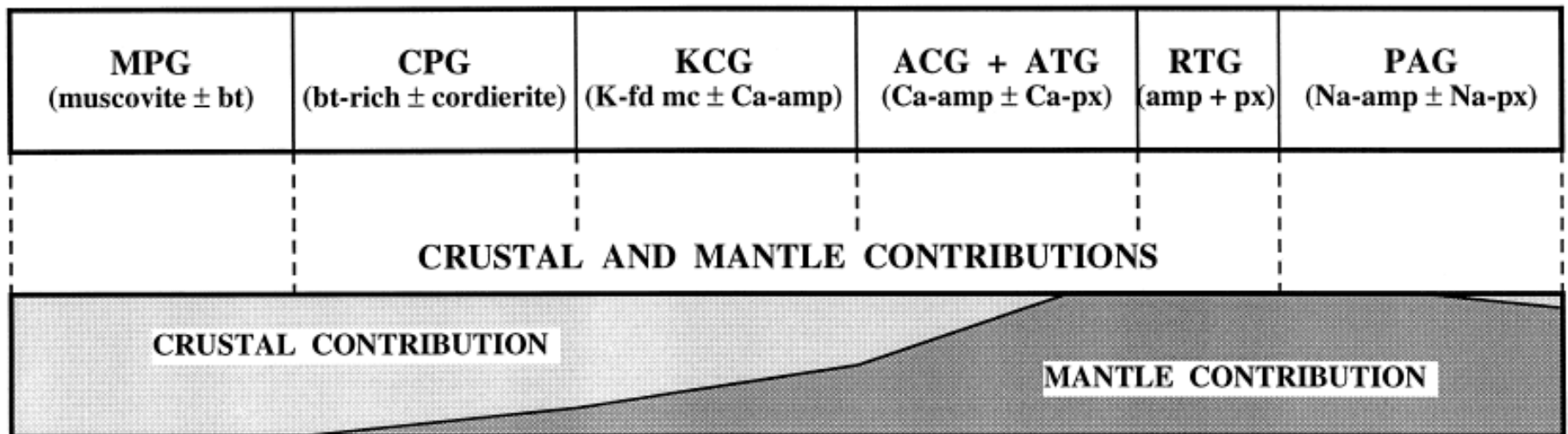
David Buriánek



- **I. 5. Klasifikace granitů**
 - D. Klasifikace spojující více kritérií
- **I. 6. Význam chemického složení pro klasifikaci**

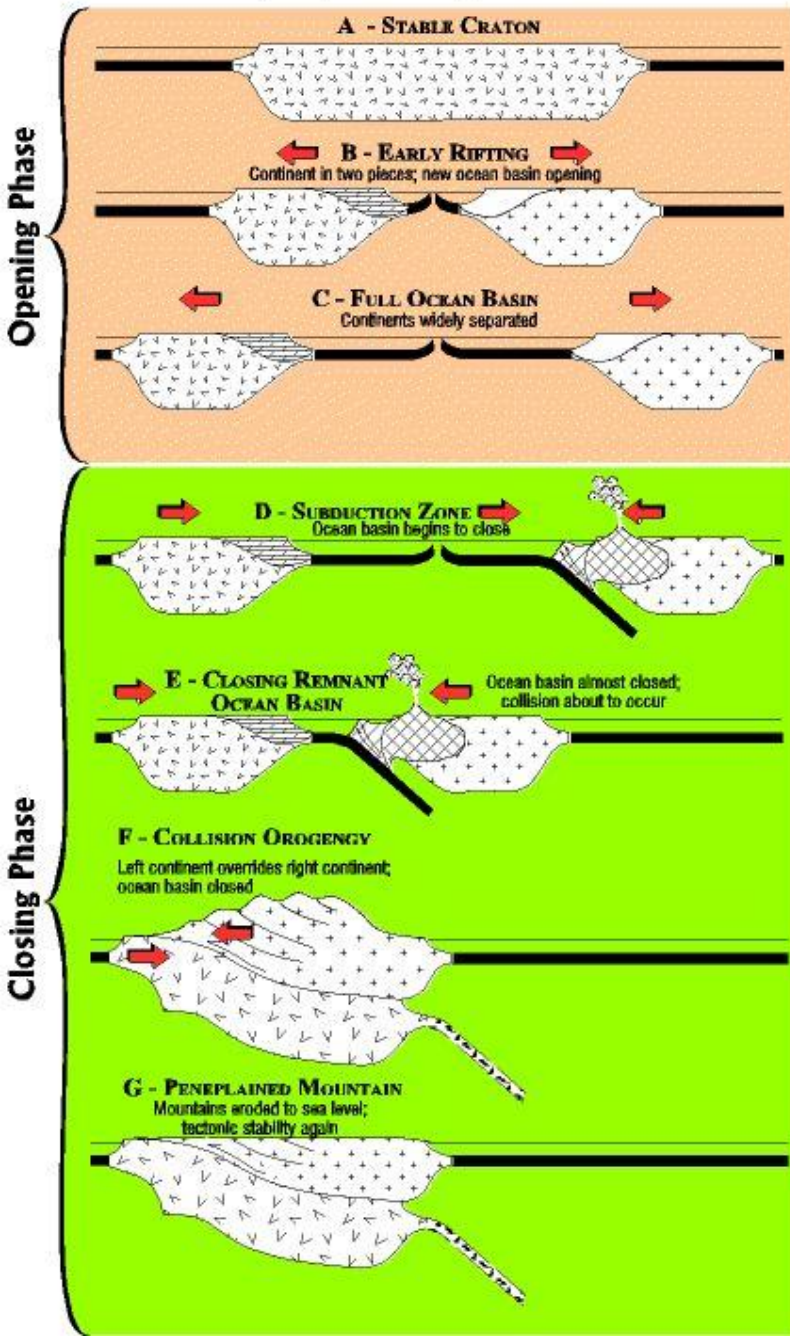
Pozice granitoidů ve Wilsonově cyklu

- Označení jednotlivých skupin granitoidů a jejich zařazení do geotektonických prostředí vychází z klasifikace Barbaina (1999).
1. MPG- muskovitické peraluminické granitoidy
 2. CPG- cordieritické a biotitické peraluminické granitoidy
 3. KCG- vápenato-alkalické draslíkem bohaté granitoidy obsahující porfyrické vyrostlice draselného živce.
 4. ACG- amfibolické vápenato-alkalické granitoidy
 5. ATG- tholeiitické granitoidy oblouků
 6. RTG- tholeiitické granitoidy oceánských hřbetů
 7. PAG-peralkalické a alkalické granitoidy





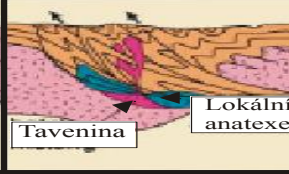
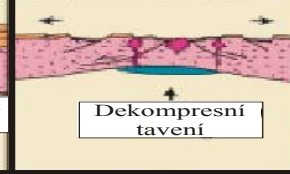
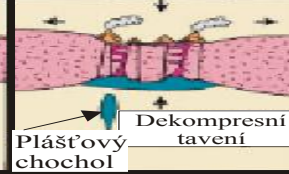

A Simple Wilson Cycle

The Opening and Closing of An Ocean Basin

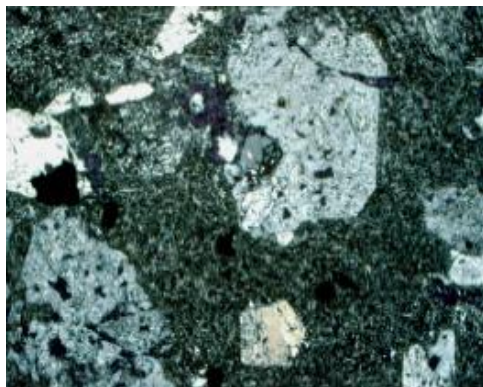


Wilsonuv cyklus

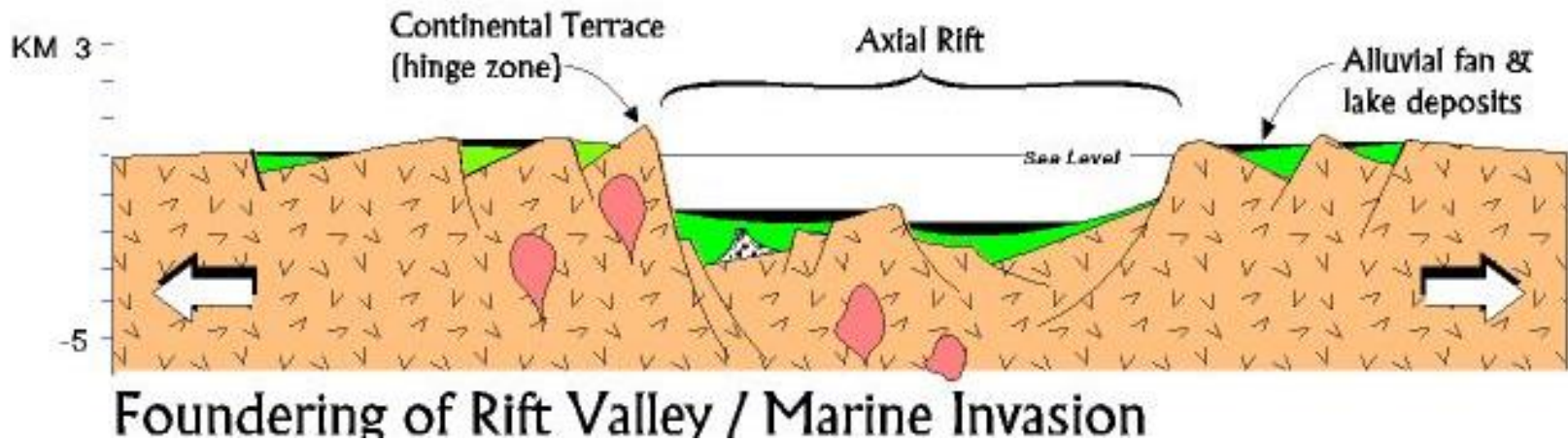
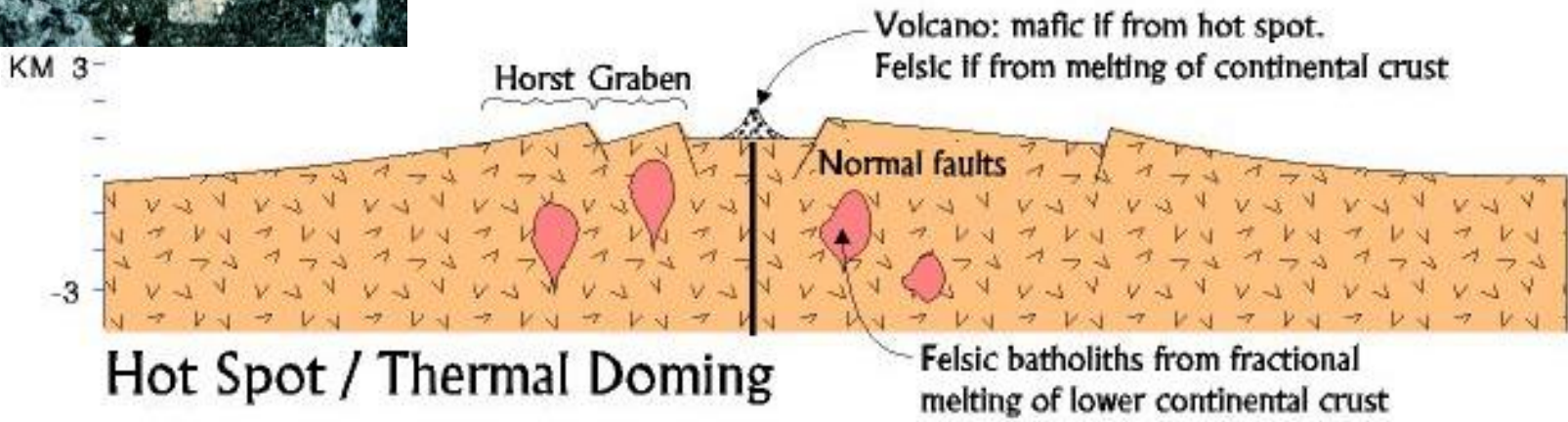
- A) Pod stabilním kontinentální kratonem objeví horká skvrna. Tak vzniká nové divergentní rozhraní kontinentální rift.
- B) Kontinent se rozdělí na dvě části a mezi nimi vzniká nový oceánský bazén (jeho charakter je srovnatelný s Rudým mořem). Sedimenty se akumulují na obou kontinentálních okrajích.
- C) Nově vzniklý oceán se rozšiřuje v tomto stadiu je dnes Atlantik
- D) Na okraji kontinentální desky začínají vznikat subdukční zóny oceánská kůra začíná mizet.
- E) Když je celý bazén subdukován dochází ke kolizi kontinentů. Během subdukce je na okraji kontinentu generováno magma, které způsobuje silný vulkanismus projevující se vznikem kordillerových pohoří. Objevuje metamorfóza, vrásnění a zlomová tektonika.
- F) Kolize dvou kontinentů způsobuje vznik rozsáhlého horstva je spojena s metamorfózou a tavením hornin.
- G) Kolizní orogén je denudován a dochází k jeho zarovnání.

		OROGENETICKÉ				PŘECHODNÉ		ANOROGENETICKÉ	
		Oceánské ostrovní Oblouky	Kontinentální oblouky	Kontinentální kolize		Post-orogenetický výzdvih/kolaps	Kontinentální rifty, horké skvrny	Středoocéánský hřbet, oceánské ostrovy	
									
		Granitová tavenina	Klín plášťové taveniny	Tavenina	Lokální anatexe	Dekompresní tavení	Plášťový chochol	Dekompresní tavení	Plášťový chochol
GEOCHEMIE		vápenato-alkalické > toleitickými M typu a I-M typu metaluminosní	vápenato-alkalické I typu > S typu metaluminosní až peraluminosní	vápenato-alkalické S typu peraluminosní		vápenato-alkalické I typu, S typu (A typu) metaluminosní až peraluminosní	alkalické A typu peralkalické	tholeitické M typu metaluminosní	
MAFICKÉ MINERÁLY		amfíbol převažuje nad biotitem	amfíbol a biotit	biotit, muskovit, amfíbol, granát, alumosilikáty		amfíbol převažuje nad biotitem	amfíbol, biotit, fayalit, alkalické pyroxeny a alkalické amfiboly	amfíbol	
PLUTONIY		křemenné diority	tonality a granodiority převažují nad granity a gabry	leukogranity a migmatity		granodiority + diority a gabra	granity, syenity + diority a gabra	Plagiogranity	
VULKANITY		bazalty až andezity	andezity až dacity ve velkém objemu	často chybí		bazalty a ryolity	alkalické lávy a pyroklastika	MORB a bazalty oceánských ostrovů	
GENEZE		parciální tavení podsouvané oceánské desky	parciální tavení podsouvané desky + určitý podíl korového materiálu	parciální tavení korového materiálu		parciální tavení spodní kůry + podíl pláště a střední kůry	parciální tavení pláště a/nebo spodní kůry	parciální tavení pláště a frakční krystalizace	
PRINCIP TAVENÍ		subdukční energie, výstup fluid do subdukčního klínu jeho tavení a transport taveniny nahoru		tektonické stluštění + radiogenní korové teplo		korové teplo + plášťové teplo (výstup plášťového materiálu)	horké skvrny nebo konvekční pohyb v plášti		
KLASIFIKACE		Barbarin (1999)	ATG arc tholeiitic granitoids	ACG Amphibole-bearing calc-alkaline granitoids	MPG muscovite-bearing peraluminous granitoids	CPG cordierite-bearing peraluminous granitoids	KCG K-rich calc-alkaline granitoids	PAG peralkaline and alkaline granitoids	RTG mid-ocean ridge tholeiitic granitoids
		Mamarić & Piccoli (1989)	IAG island arc granite	CAG contin. Arc granite	CCG cont. collision granite		POG post-collision granite	RRG CEUG rift & aborted hotspot	OP ocean plagiogranite
		Pearce et al. (1984)	VAG volcanic arc granites			COLG collision granites			WPG a ORG within plate and ocean ridge granites

Kontinentální rozpad a rifting



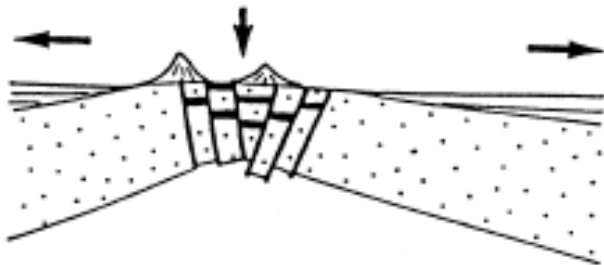
- Volcanos may be fissure type or conduit type
- Bimodal association: felsic (alkaline) + mafic (tholeiitic)



Klasifikace podle Barbaina (1999)

- Cyklus začíná rozpadem kontinentální kůry.
- Během ztenčování kůry vznikají příkopové propadliny a svrchní plášť se posouvá blíže k povrchu.
- Následkem tohoto procesu vystupují k povrchu podél zlomů alkalická magmata a vznikají peralkalické a alkalické granity (PAG).
- Na kontinentálních riftech jsou PAG granitoidy spojeny s intruzemi alkalických syenitů, gaber a anortozitů.

THINNING AND FRACTURING OF A CONTINENTAL LITHOSPHERE



MAJOR RIFTING
(REGIONAL TENSION)

INTRACONTINENTAL RIFT ZONES

**Alkaline and peralkaline granitoids
(syenites, granites and alkali feldspar granites)**

Corsica alkaline province, France
(*Bonin, 1986; 1988; Egeberg et al., 1993*)
Eastern Red Sea margin, Yemen
(*Capaldi et al., 1987; Manetti et al., 1991*)
Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco, Brazil
(*Sial et al., 1987*)

- mixing plášťového (frakcionace alk. baz.) a korového materiálu
- mohou také vznikat tavením metadrob nebo starších A-typových granitů
- vysoké obsahy alkálií (Na_2O , K_2O), SiO_2 ;
- vysoké obsahy inkompatibilních prvků HFSE (Zr, Nb, Ta, Ga, REE, U, Th),
- vysoké obsahy halogenidů ($\text{Cl} = 0,02\text{-}0,2 \text{ wt.}\%$, $\text{F} = 0,05\text{-}1,7 \text{ wt.}\%$)
- peralkalické = Alk. (Na) pyroxen - aegerin a amfibol – reibeckit, Fe bohatý biotit
- často bezvodá minerální asociace
- vysoká teplota ($> 900^\circ\text{C}$)
- granofyrické struktury (hodně Kfs)
- variabilní $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (plášť, kůry)
- malé objemy taveniny
- alkalické granity v klasifikaci Pearce et al. (1984) WPG, A-typ

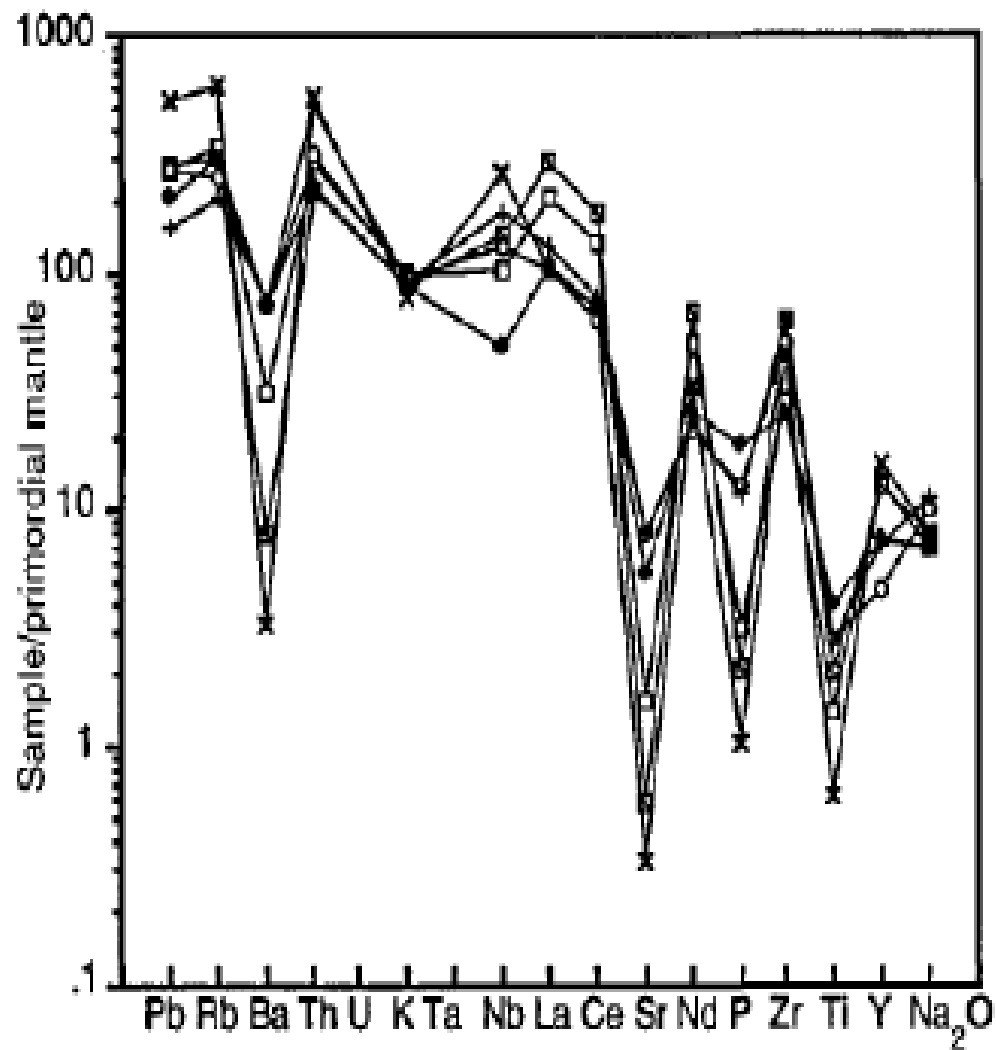
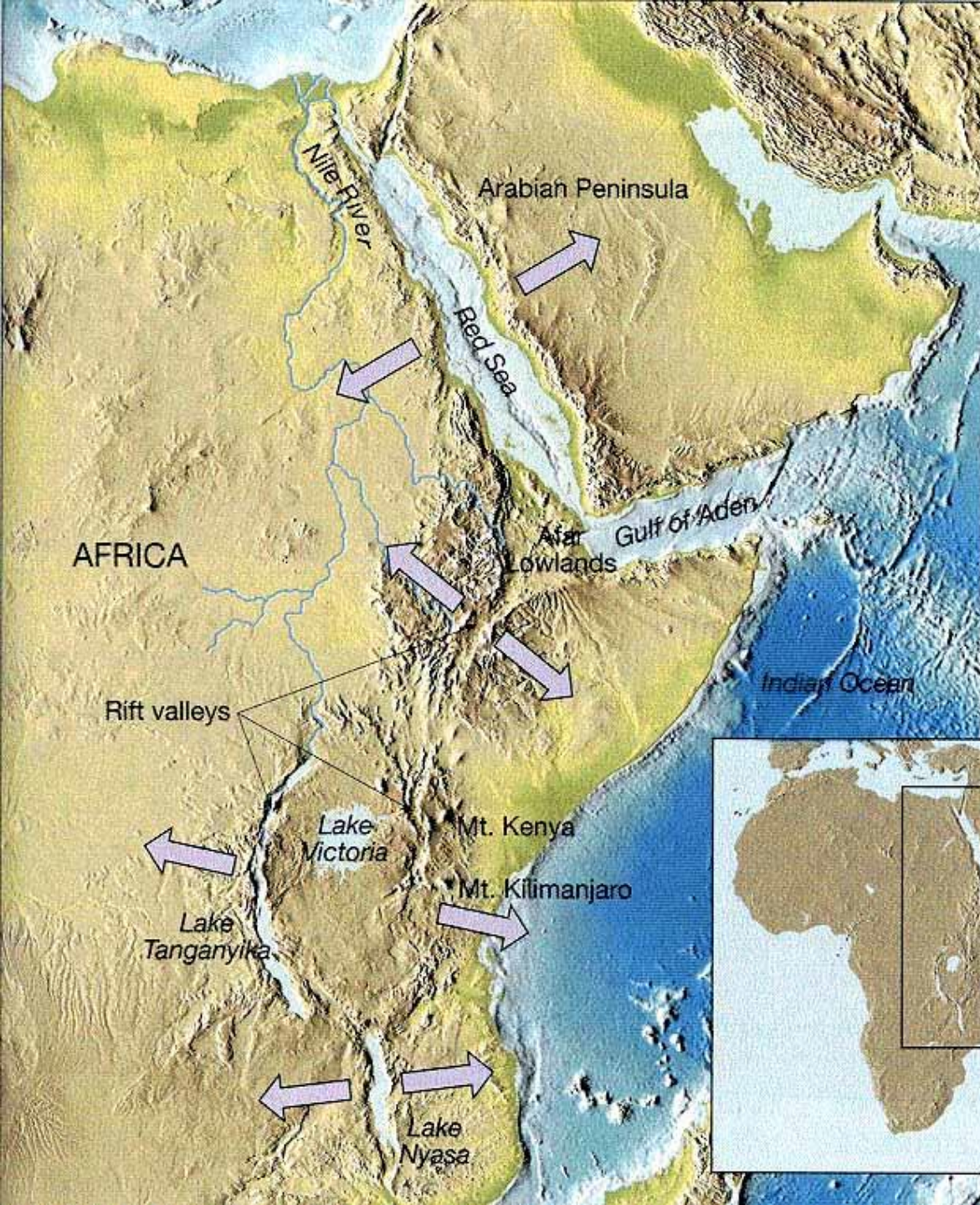


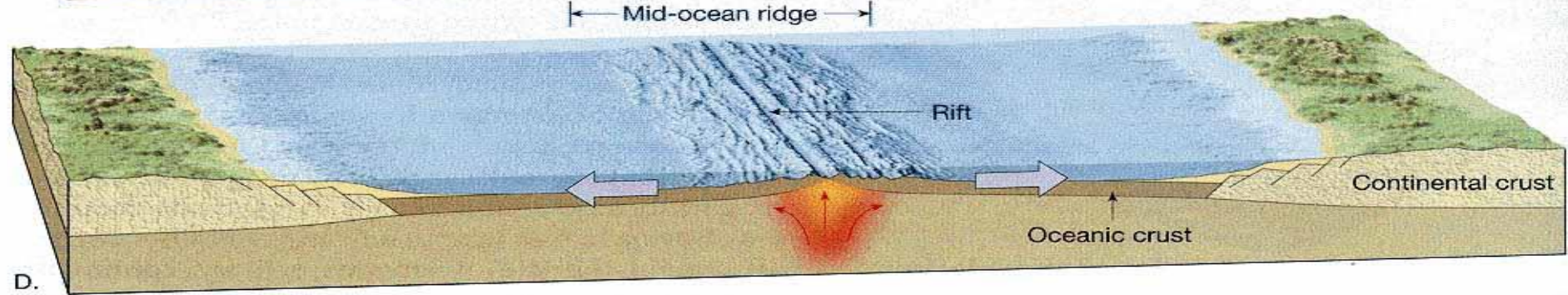
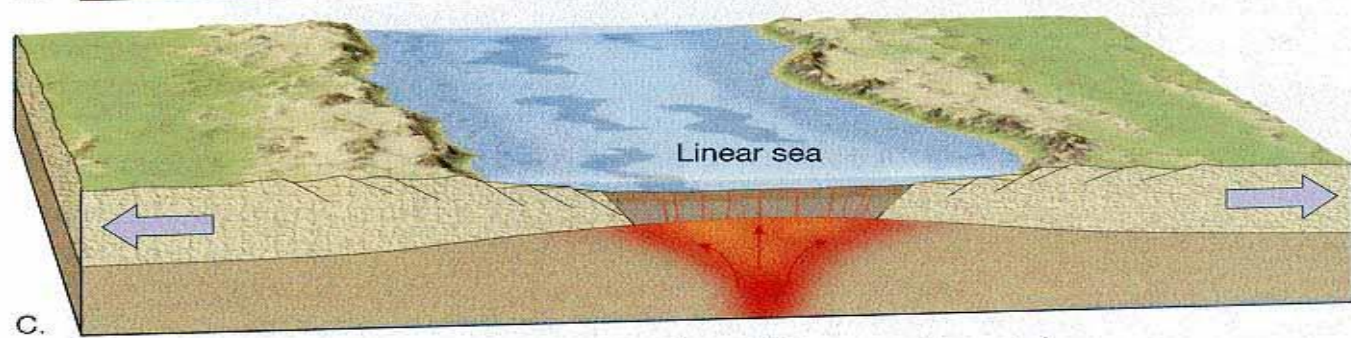
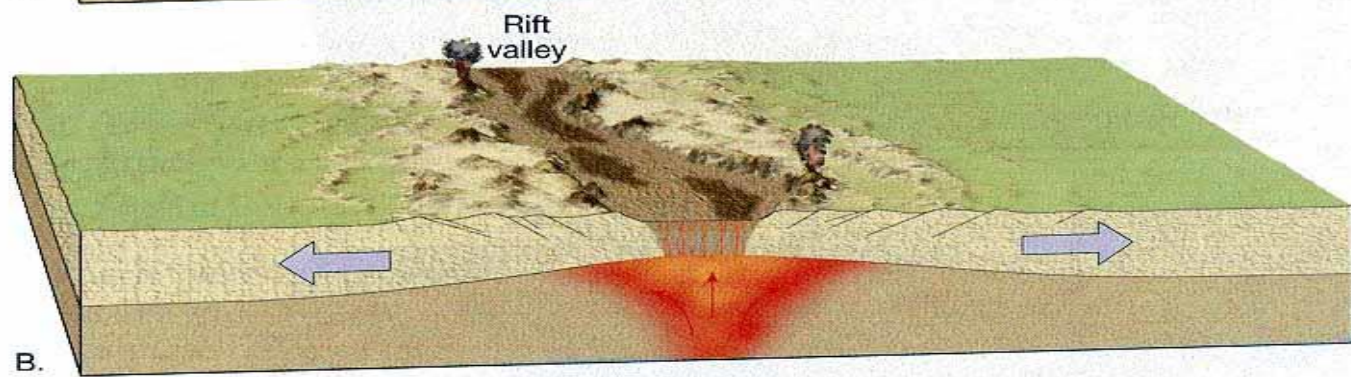
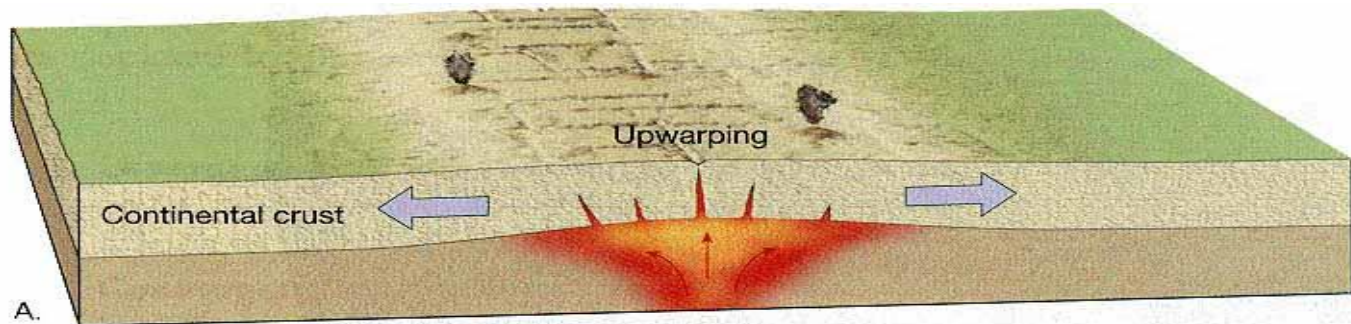
Figure 5 Primordial mantle-normalised multi-element diagram comparing representative analyses of various varieties of French Creek Granite. Plots normalised to the values of McDonough *et al.* (1992). Symbols as in Figure 4.



Granophyric quartz-alkali feldspar intergrowth, consequence of rapid, simultaneous crystallization of quartz and feldspar, from French Creek Granite, New Zealand (f.o.v. ca. 2mm). Note that all the quartz is one crystal, with simultaneous extinction, from Waight (1995).



- Existují ještě A-WPG (Within Plate Granites - thin lithosphere)
- Na kontinentálních okrajích a oceánských plató.
- Hlavně M-typy, málo S, M
- Většinou tholeitický charakter, vzácně korový charakter
- Granity s Cpx, Ol



Ringový komplex Evisa (Korsika) alkalický granit





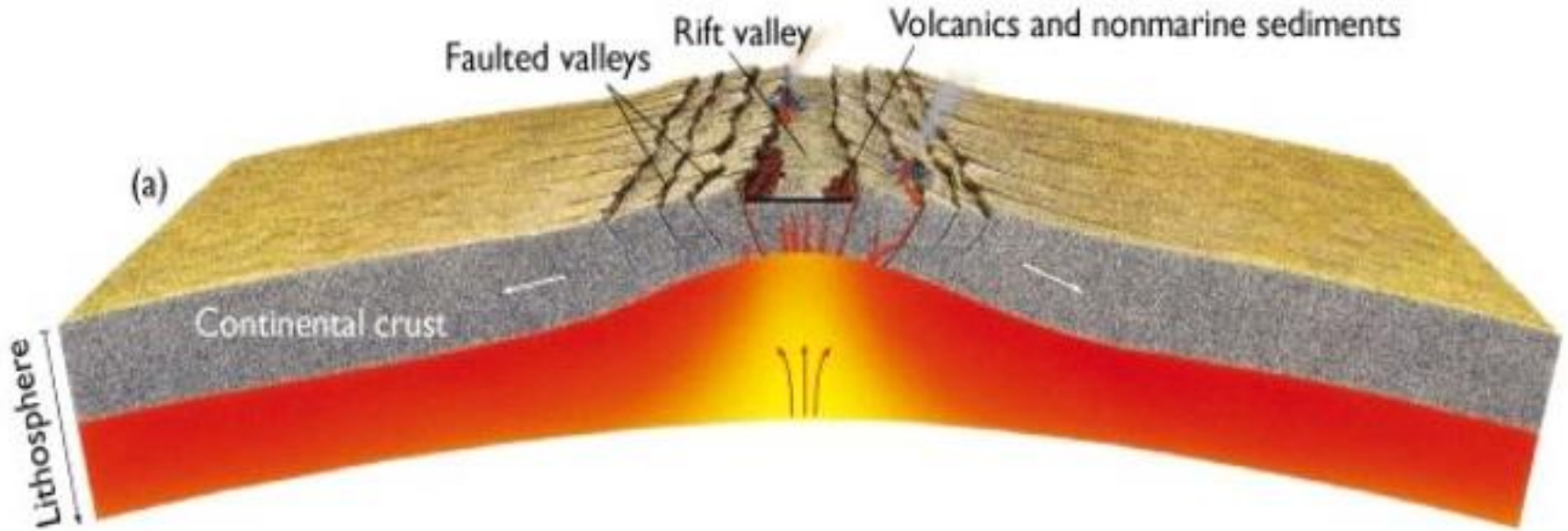
Ringový komplex Cauro-Bastelica (Korsika, přehrada Tolla) hypersolvní fayalitový granit



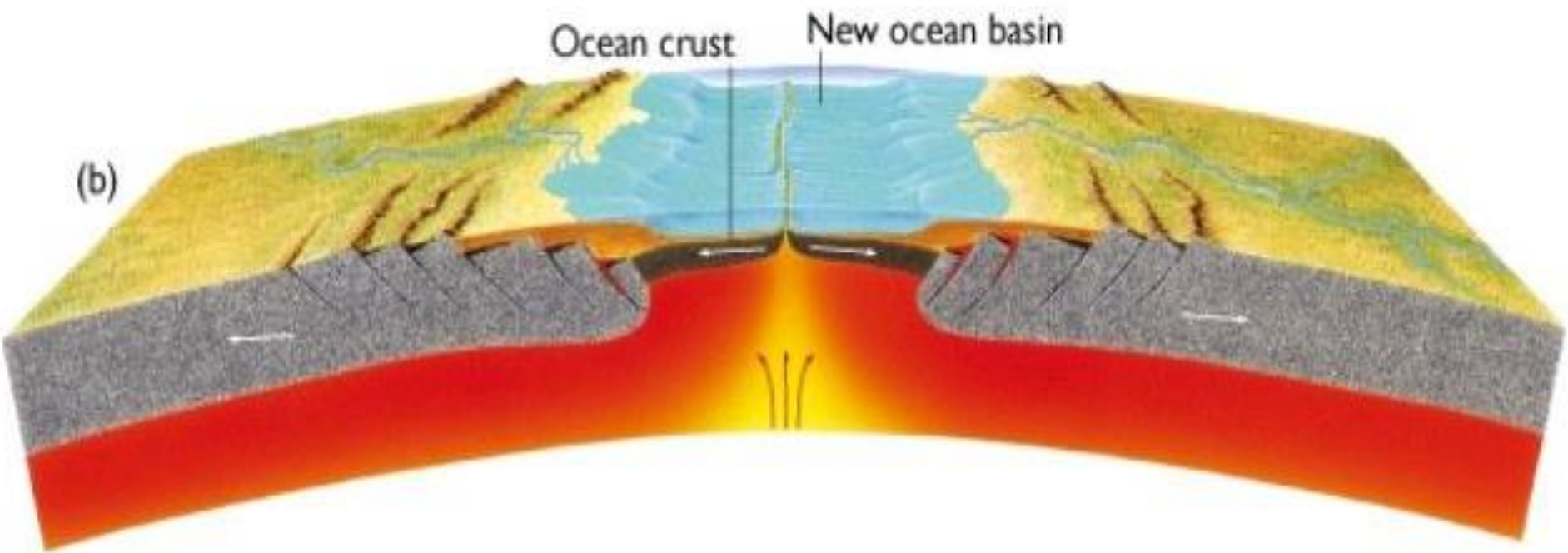


Ringový komplex Evisa (Korsika) pegmatit s krystaly fayalitu (Qtz+Kfs+Fa)

Volcanic and Nonmarine sediments are deposited in rift valleys

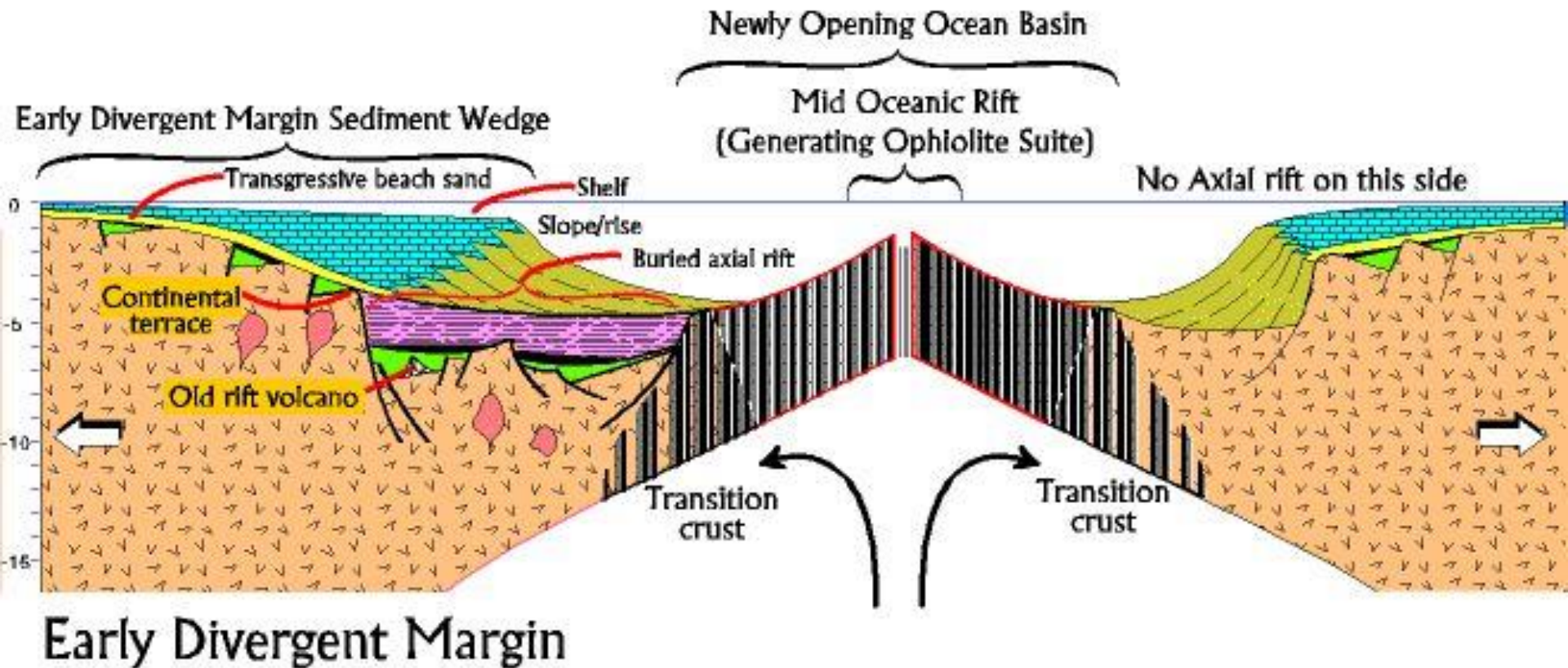


Cooling and subsidence of rifted margin allows sediments to be deposited



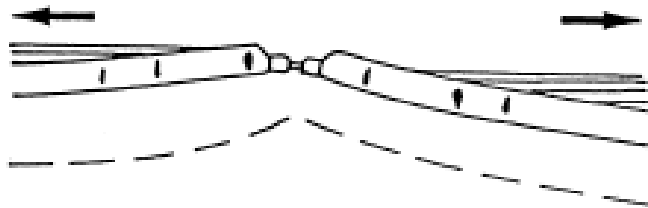
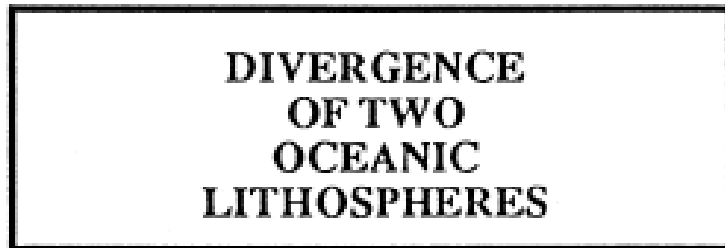
Středoocéánské hřbety

THIRD STAGE IN THE RIFTING PROCESS STAGE C IN WILSON CYCLE



Klasifikace podle Barbaina (1999)

- Na středooceánských hřbetech vystupují v obrovském množství bazická magmata derivovaná z pláště, ale i přesto odtud známé granity typu RTG.
- Jde o plagiogranity až tonality (nízké obsahy K) vzniklé extrémně silnou frakcionací bazického magmatu.
- I když jsou RTG granity známy z většiny odkrytých ofiolitových komplexů, je jejich objemové zastoupení v těchto komplexech menší než 2%.
- RTG odpovídají v klasifikaci Pearce et al. (1984) ORG, M-typ



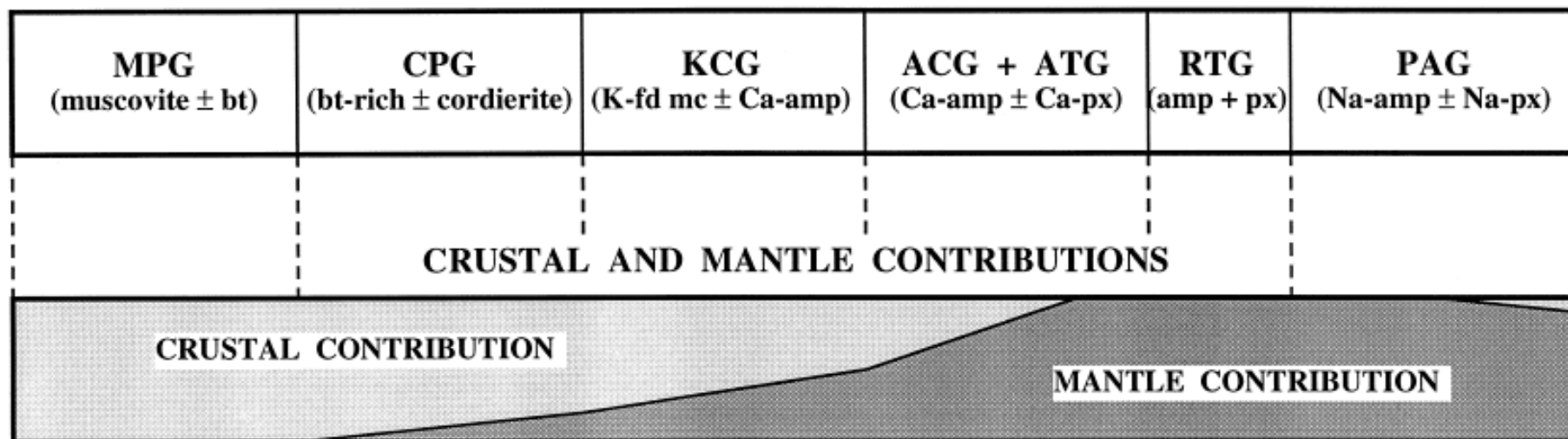
- Malá tělesa ve spodní oceánské kůře.
 - Obsahují pyroxen a amfibol.
- MID-OCEAN RIDGES (OPHIOLITES)**

**Mid-ocean ridge tholeiitic granitoids
(plagiogranites)**

Western ophiolite belt, Albania
(*Bébién et al., 1997*)

Karmoy ophiolite, western Norway
(*Pedersen and Malpas, 1984*)

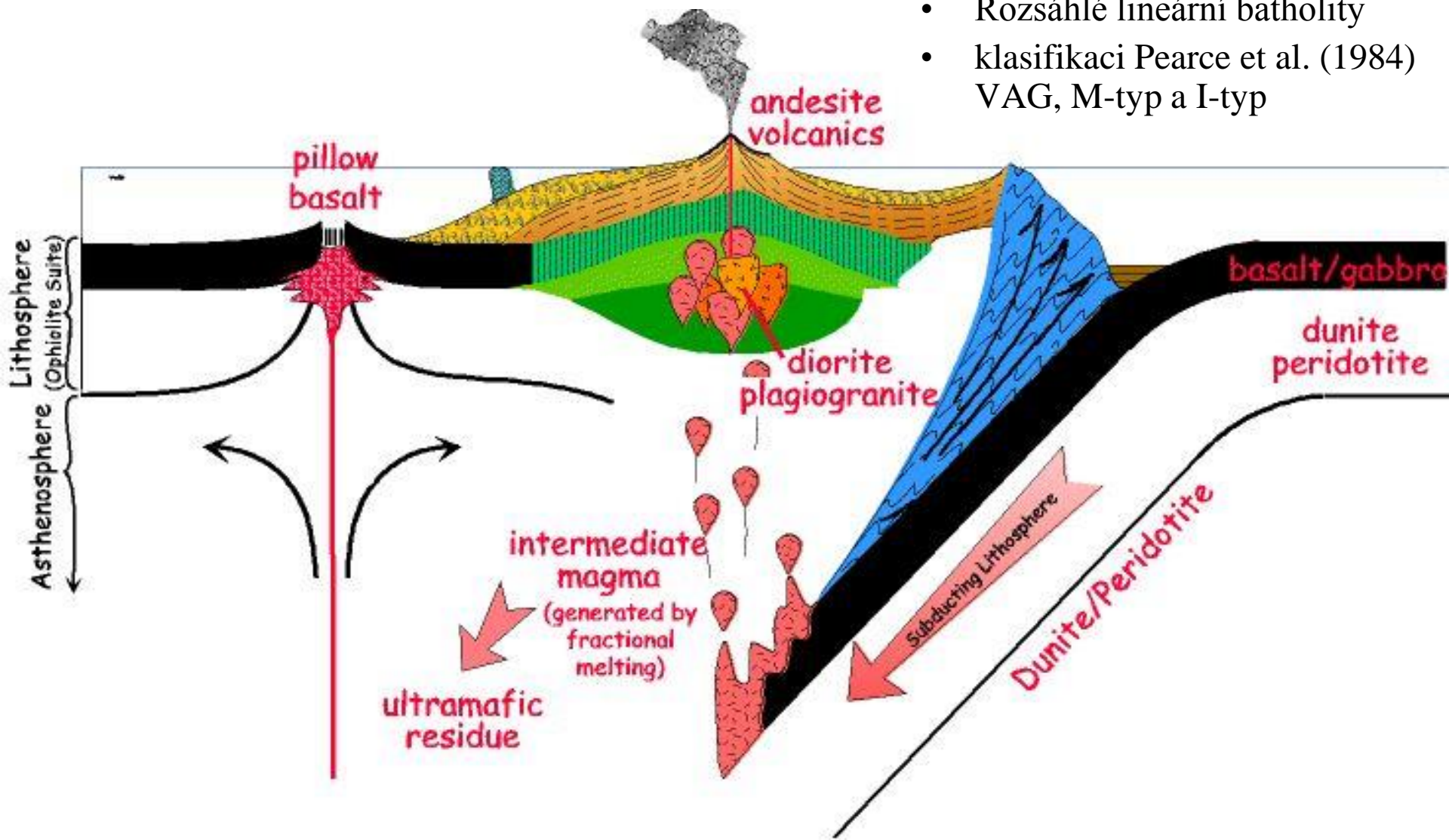
- Označení jednotlivých skupin granitoidů a jejich zařazení do geotektonických prostředí vychází z klasifikace Barbaina (1999).
1. MPG- muskovitické peraluminické granitoidy
 2. CPG- cordieritické a biotitické peraluminické granitoidy
 3. KCG- vápenato-alkalické draslíkem bohaté granitoidy obsahující porfyrické vyrostlice draselného živce.
 4. ACG- amfibolické vápenato-alkalické granitoidy
 5. ATG- tholeiitické granitoidy oblouků
 6. RTG- tholeiitické granitoidy oceánských hřbetů
 7. PAG - peralkalické a alkalické granitoidy



Subdukce a vulkanické oblouky

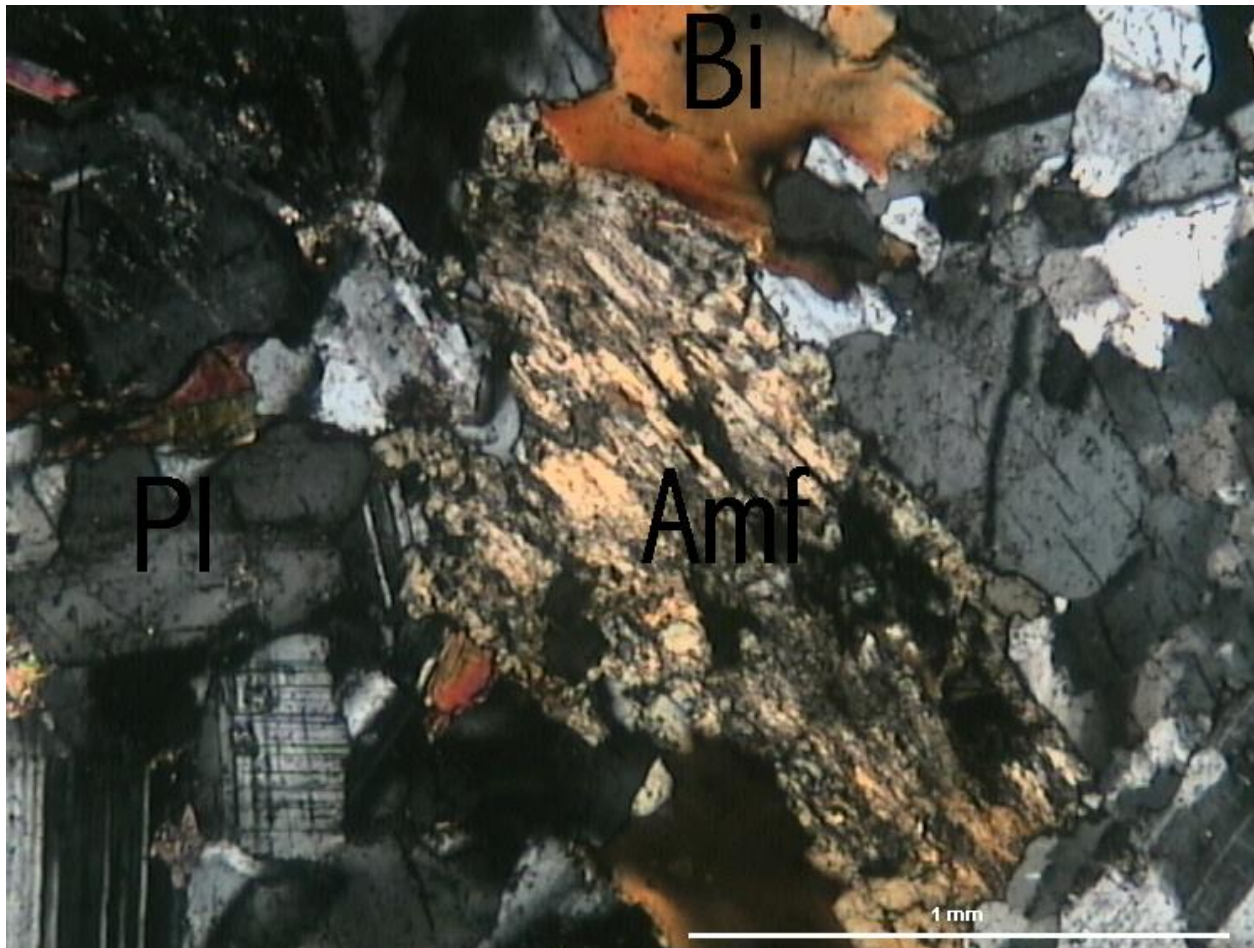
- Tavení subdukčního klínu, pláště a kůry (intrakce mezi plášťovým a korovým magmatem).
- Většinou vápenato-alkalické tonality až granodiority
- Amfibol, klinopyroxen a biotit

- Rozsáhlé lineární batholity
- klasifikaci Pearce et al. (1984)
VAG, M-tyt a I-tyt



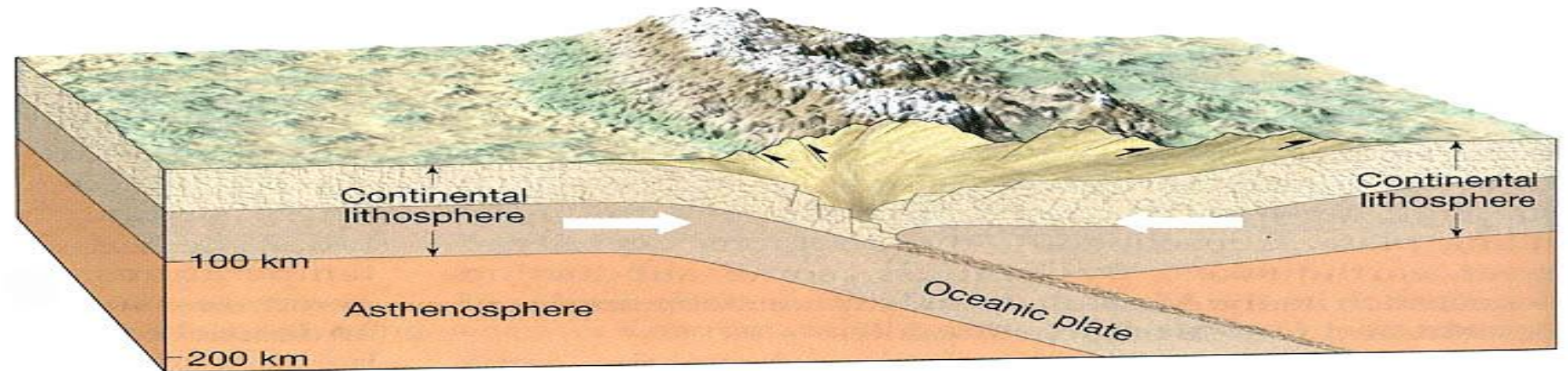
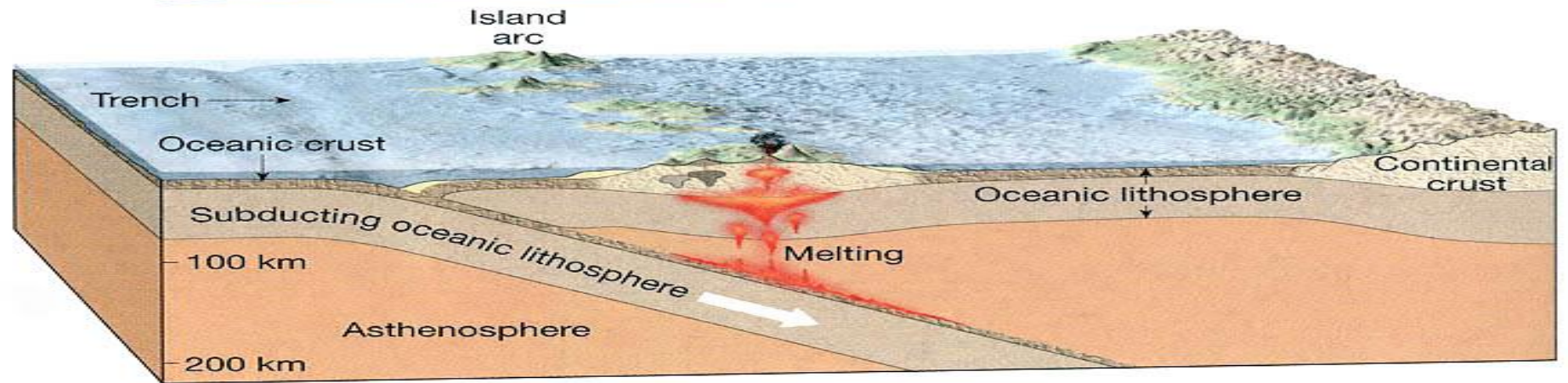
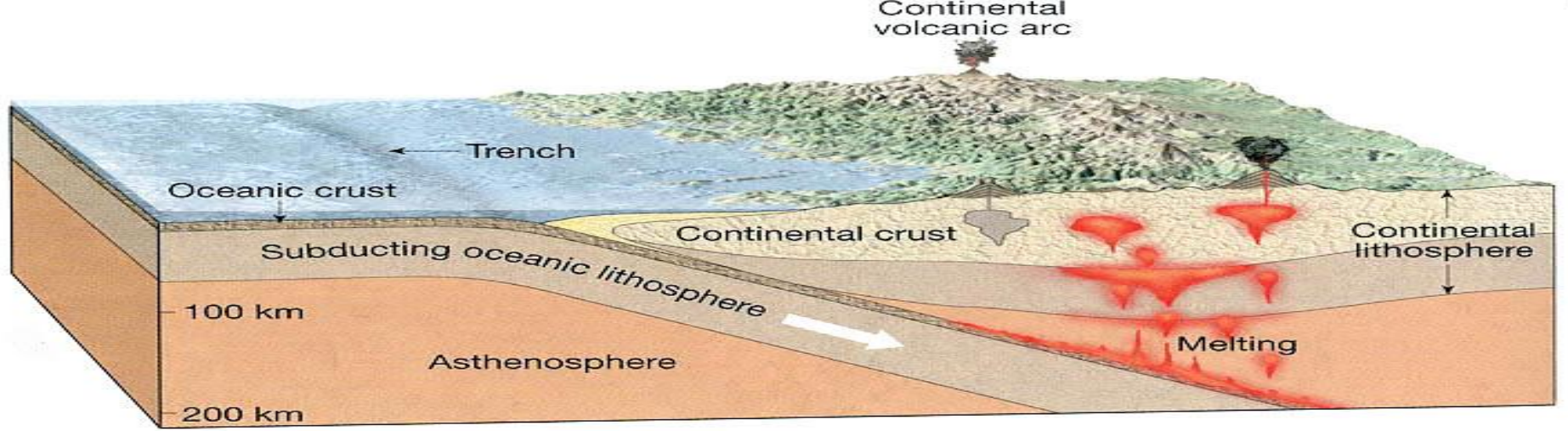
I-typové granity

- metaluminické
- amfibol, titanit, magnetit
- biotit = žlutý-zelený-hnědý pleochroismus
- magnetit a zelený biotit ukazují na oxidační prostředí
- Vysoký Na₂O a CaO, εNd
- Nízký ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr (0,704-0,708), δ18O





enkláva dioritu v Bt tonalitu Miřetínský pluton



Parts of an Ocean–Ocean Convergent Plate Boundary

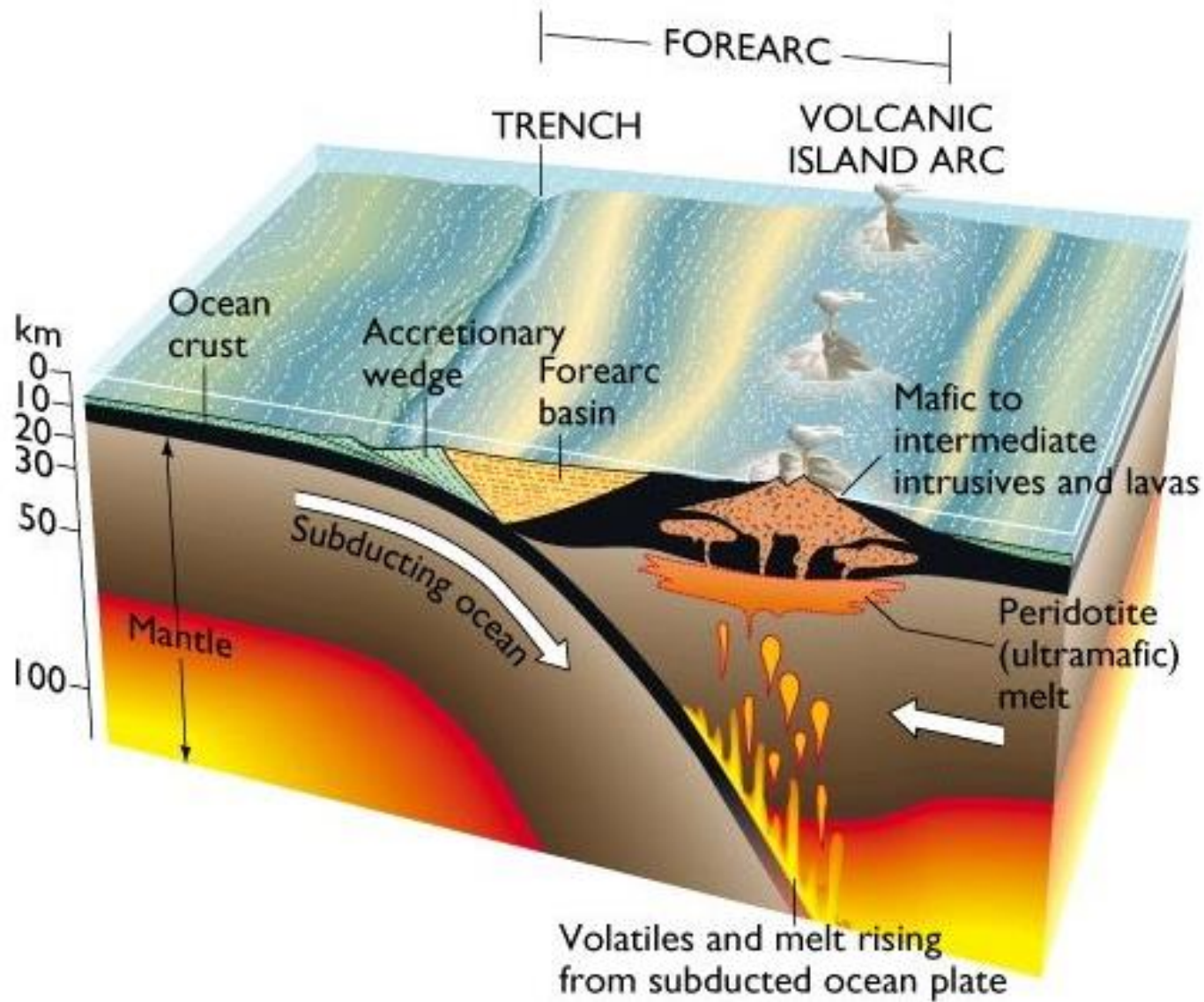
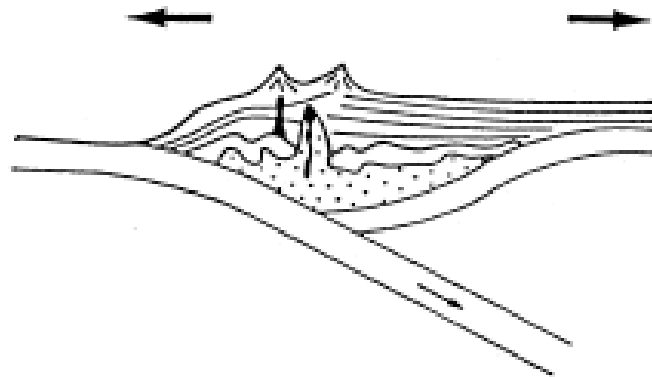
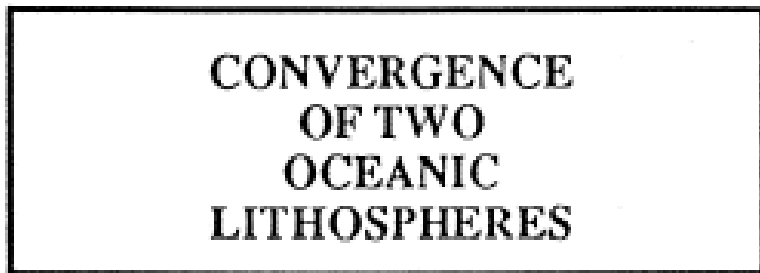


Fig.

Klasifikace podle Barbaina (1999)

- V oblastech, kde dochází k subdukcí jedné oceánské desky pod druhou, vznikají vulkanické oblouky, na něž jsou vázány vápenato-alkalické diority až tonality a granodiority (ACG) s menším zastoupením tholeitických gaber až křemenných monzodioritů (ATG).
- Zastoupení hlubinných vyvřelin je však poměrně malé ve srovnání s zastoupením jejich vulkanických analogů hlavně vápenato-alkalických a tholeitických bazaltů a andezitů.



SUBDUCTION
(REGIONAL TENSION)

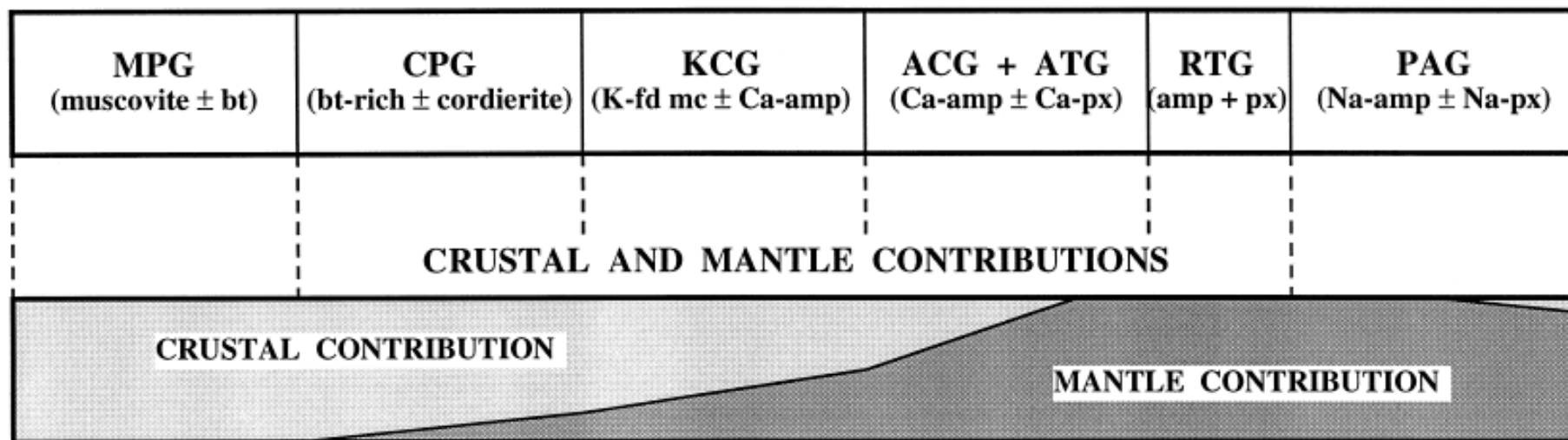
VOLCANIC ISLAND ARCS

Calc-alkaline granitoids
(diorites-tonalites-granodiorites)
+ Arc tholeiitic granitoids
(gabbros-quartz monzodiorites)

New Britain arc, Papua New Guinea
(Whalen, 1985)

Aleutian arc, Alaska
(Perfit et al., 1980; Kay et al., 1983)

- Označení jednotlivých skupin granitoidů a jejich zařazení do geotektonických prostředí vychází z klasifikace Barbaina (1999).
1. MPG- muskovitické peraluminické granitoidy
 2. CPG- cordieritické a biotitické peraluminické granitoidy
 3. KCG- vápenato-alkalické draslíkem bohaté granitoidy obsahující porfyrické vyrostlice draselného živce.
 4. ACG- amfibolické vápenato-alkalické granitoidy
 5. ATG- tholeiitické granitoidy oblouků
 6. RTG- tholeiitické granitoidy oceánských hřbetů
 7. PAG - peralkalické a alkalické granitoidy

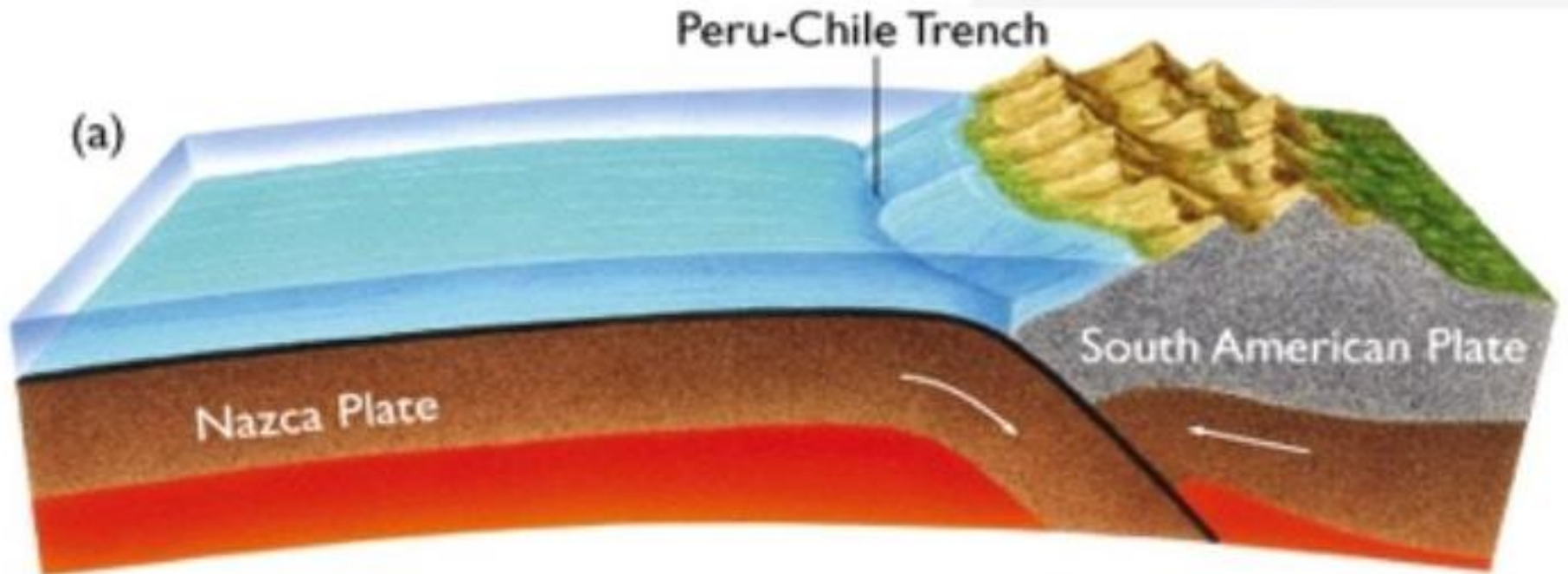
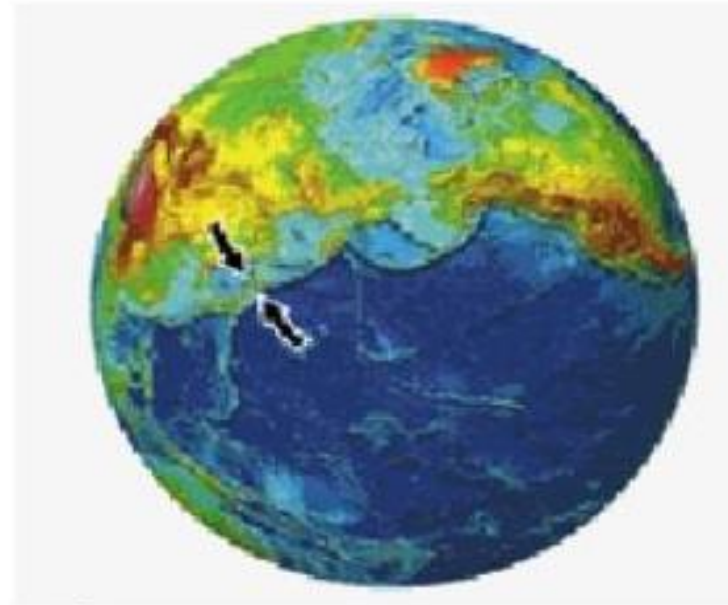


Subdukce a aktivní kontinentální okraj

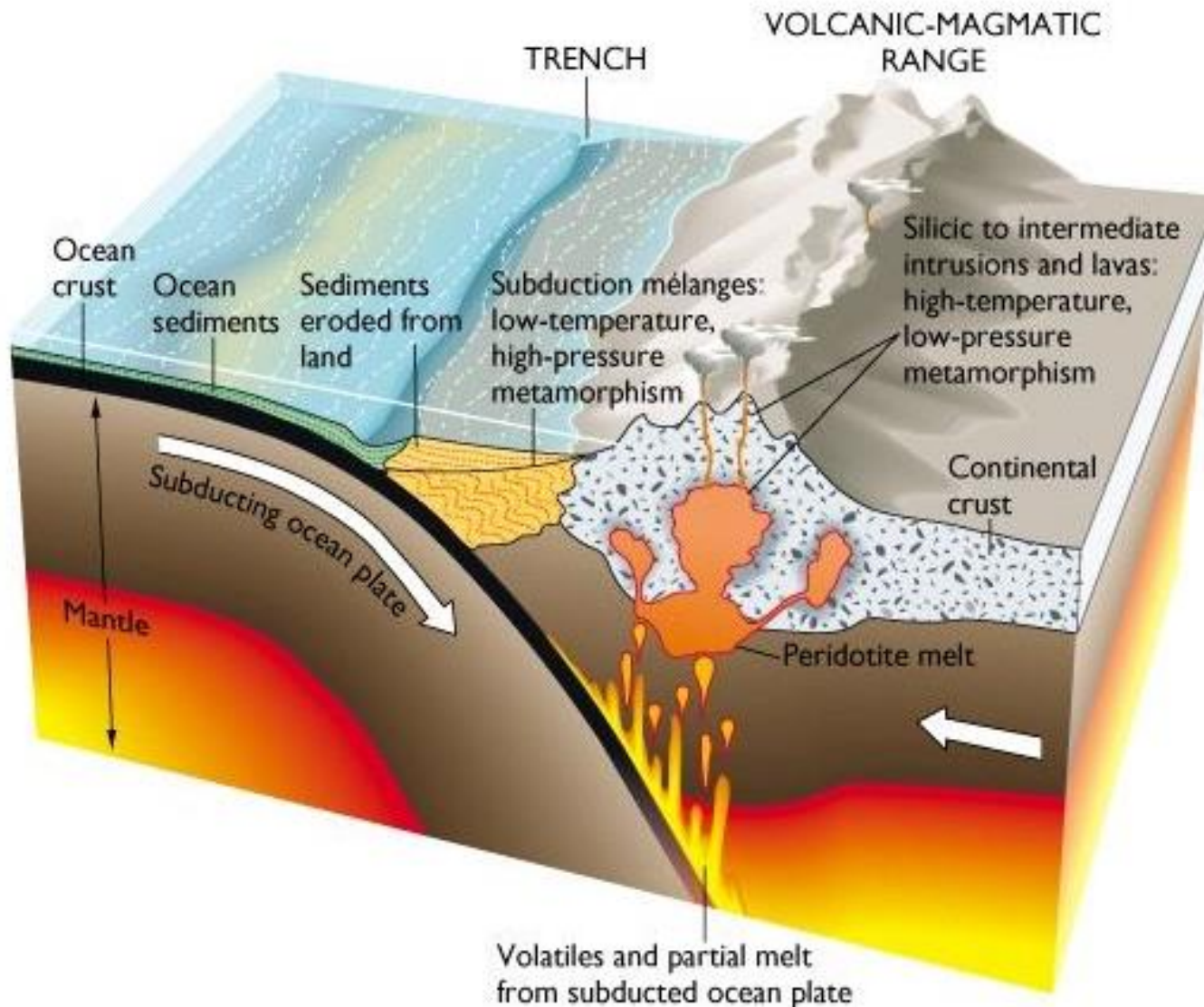
Ocean-continent subduction zone

Continental arcs:

- Active volcanoes (andesite to rhyolite)
- Often accompanied by compression of upper crust
- Andes, Japan, Indonesia
- Mt. St. Helens, Krakatoa, Thira



Parts of an Ocean–Continent Convergent Plate Boundary

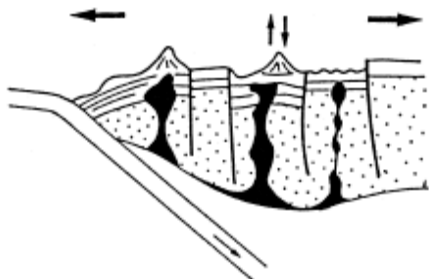


- Na aktivním kontinentálním okraji je magma generováno tavením akrečního klínu subdukované oceánské desky.
- Vzniklé magma pak taví nadložní kontinentální kůrou.

Klasifikace podle Barbaina (1999)

- V oblastech subdukce oceánské kůry pod kontinenální vznikají velké objemy nížce draselných a vysoce vápenatých a vápenato-alkalických tonalitů až granodioritů (ACG).
- Tyto granitoidy tvoří stovky plutonů po celé délce kontinentálního okraje při hranici se subdukční zónou. Nad těmito plutony bývá vyvinut rozsáhlý komplex vulkanitů andezitového charakteru.
- I když typ ACG je na aktivních kontinentálních okrajích zastoupen nejvíce, jsou zde přítomny i další typy.
- ATG granitoidy se v malém množství vyskytují v blízkosti subdukčního příkopu.
- Dále na kontinentu se pak vzácně mohou vyskytnout KCG granity, které oddělují ACG granity od PAG granitů vázaných na zaobloukové pánve.

CONVERGENCE OF OCEANIC AND CONTINENTAL LITHOSPHERES



SUBDUCTION
(REGIONAL TENSION)

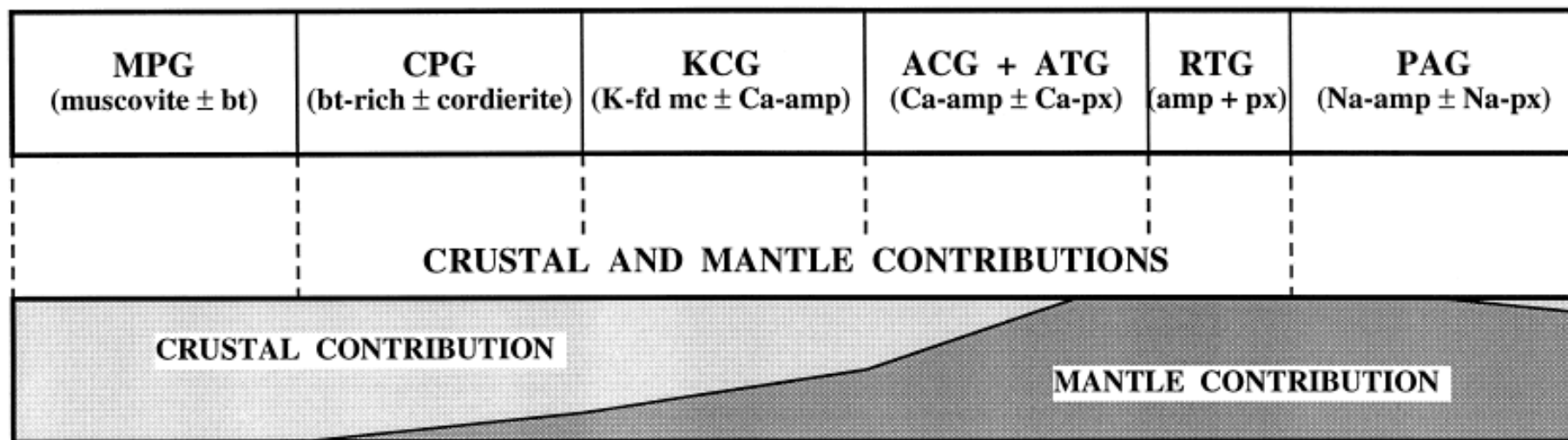
ACTIVE CONTINENTAL MARGINS

Calc-alkaline granitoids
(tonalites-granodiorites)
± K-rich calc-alkaline granitoids
(monzogranites)

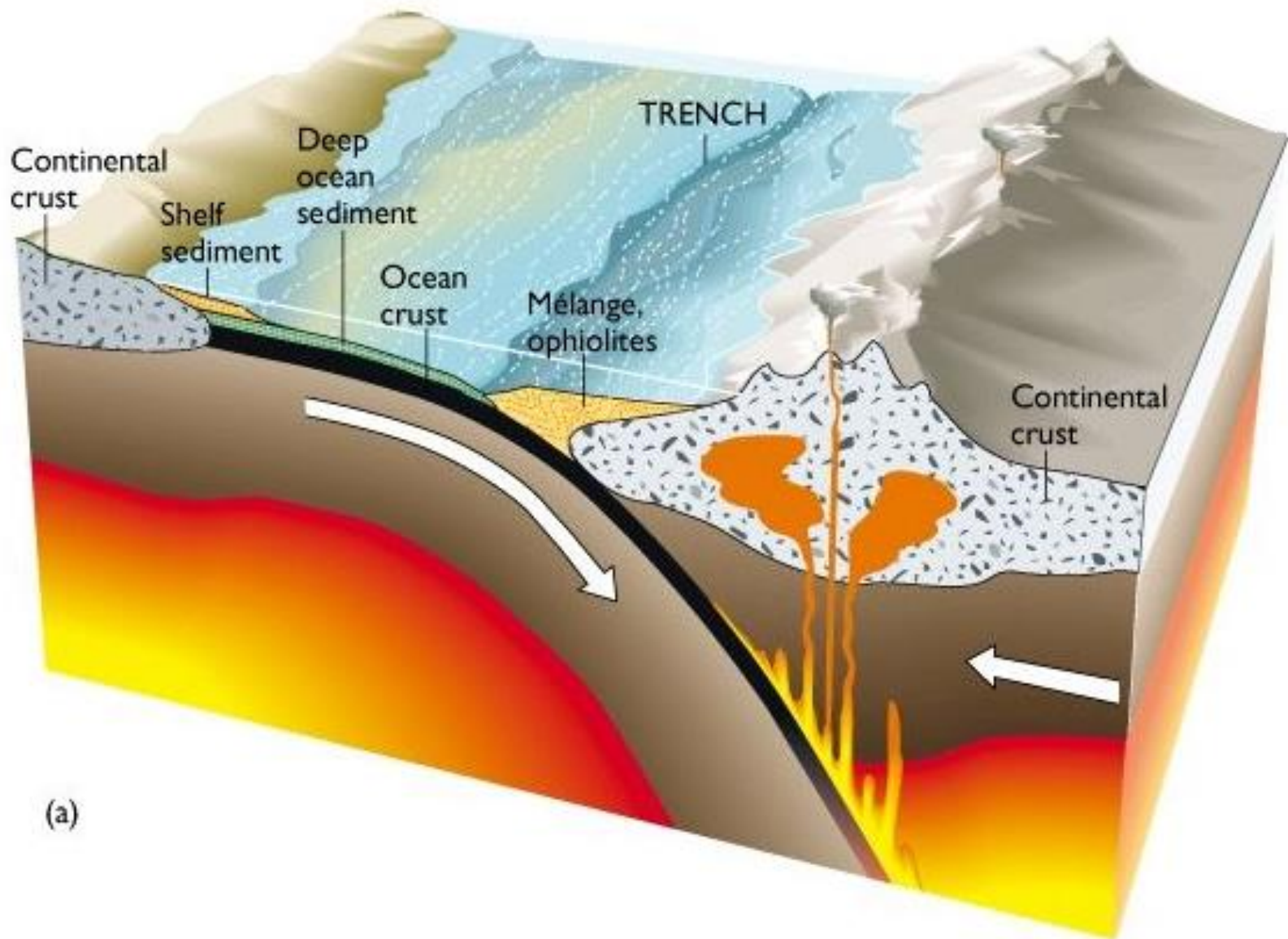
Coastal batholith, Peru, and Patagonian batholith, Chile
(Pitcher et al., 1985; Bartholomew and Tarney, 1984)
Sierra Nevada batholith, California
(Bateman, 1983, 1992)

- Na aktivních kontinentálních okrajích tedy můžeme pozorovat směrem od hlubokomořského příkopu zonálnost: malé množství ATG, velké plutony ACG, vzácné KCG a nejdále PAG granitoidy typické pro zaoblokové pánve.

- Označení jednotlivých skupin granitoidů a jejich zařazení do geotektonických prostředí vychází z klasifikace Barbaina (1999).
1. MPG- muskovitické peraluminické granitoidy
 2. CPG- cordieritické a biotitické peraluminické granitoidy
 3. KCG- vápenato-alkalické draslíkem bohaté granitoidy obsahující porfyrické vyrostlice draselného živce.
 4. ACG- amfibolické vápenato-alkalické granitoidy
 5. ATG- tholeiitické granitoidy oblouků
 6. RTG- tholeiitické granitoidy oceánských hřbetů
 7. PAG - peralkalické a alkalické granitoidy

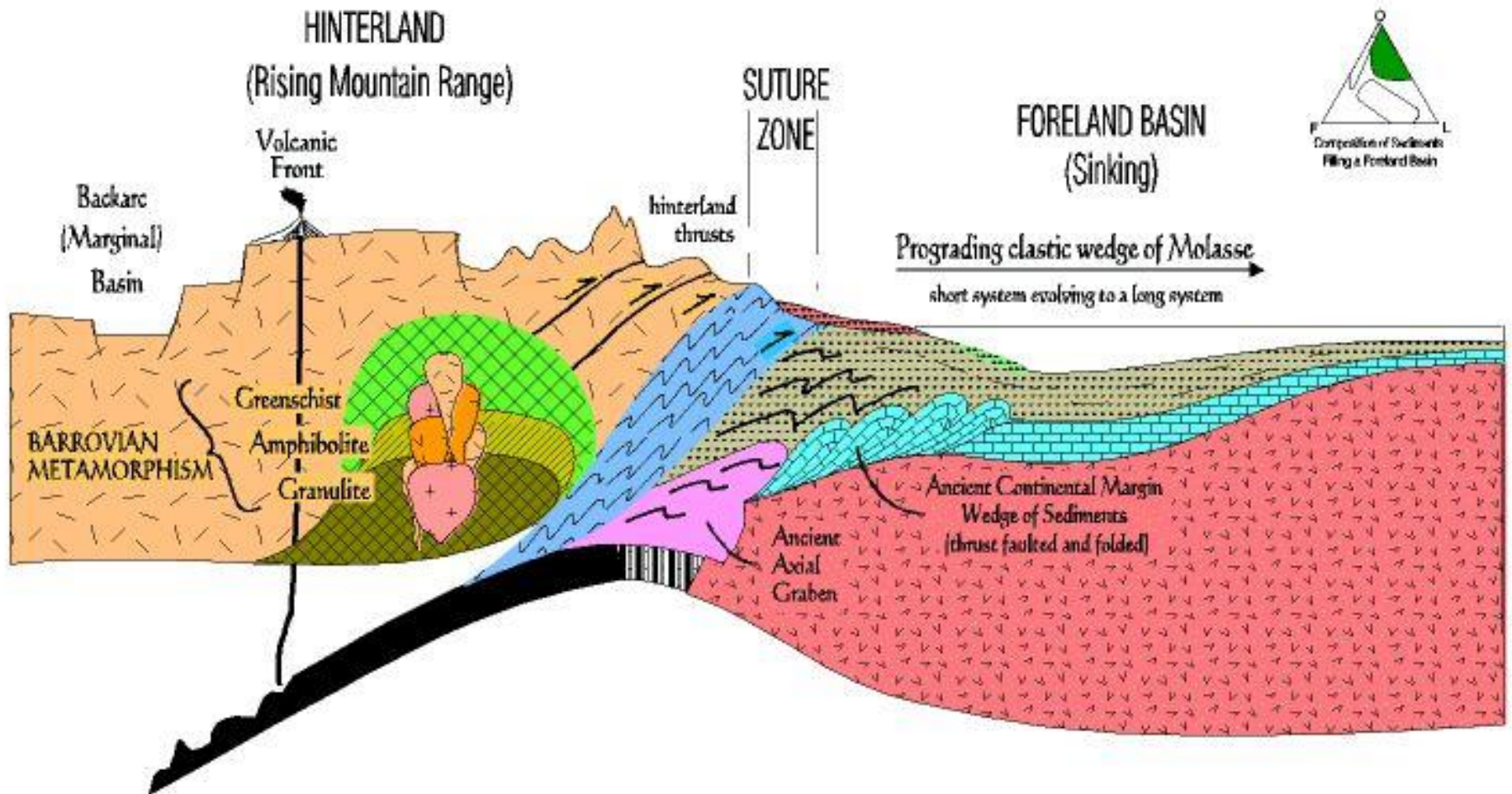


Continued Subduction



Kolize dvou kontinentálních desek

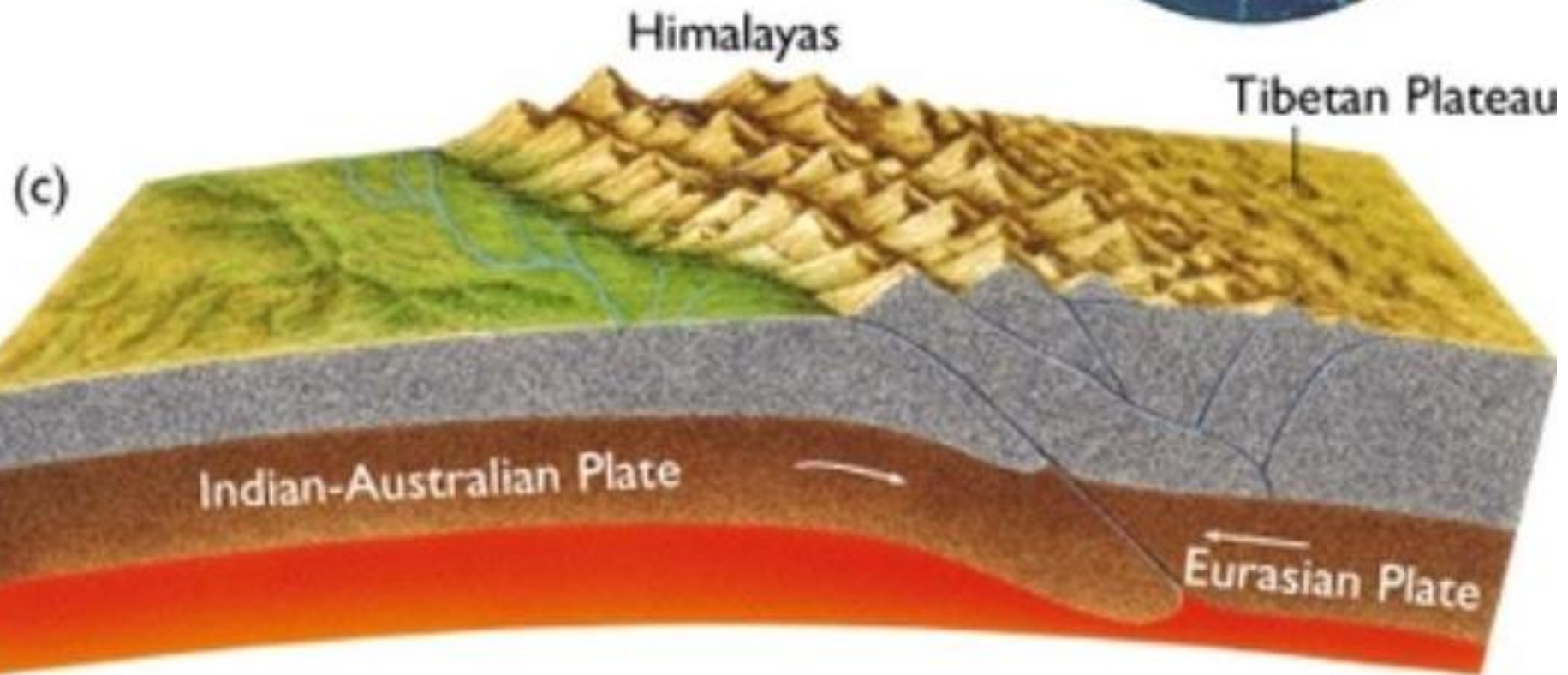
DETAILED FEATURES OF A CONTINENT-CONTINENT COLLISION OROGENY



Continent-Continent Collision

Continent-continent boundaries, convergence is accommodated by

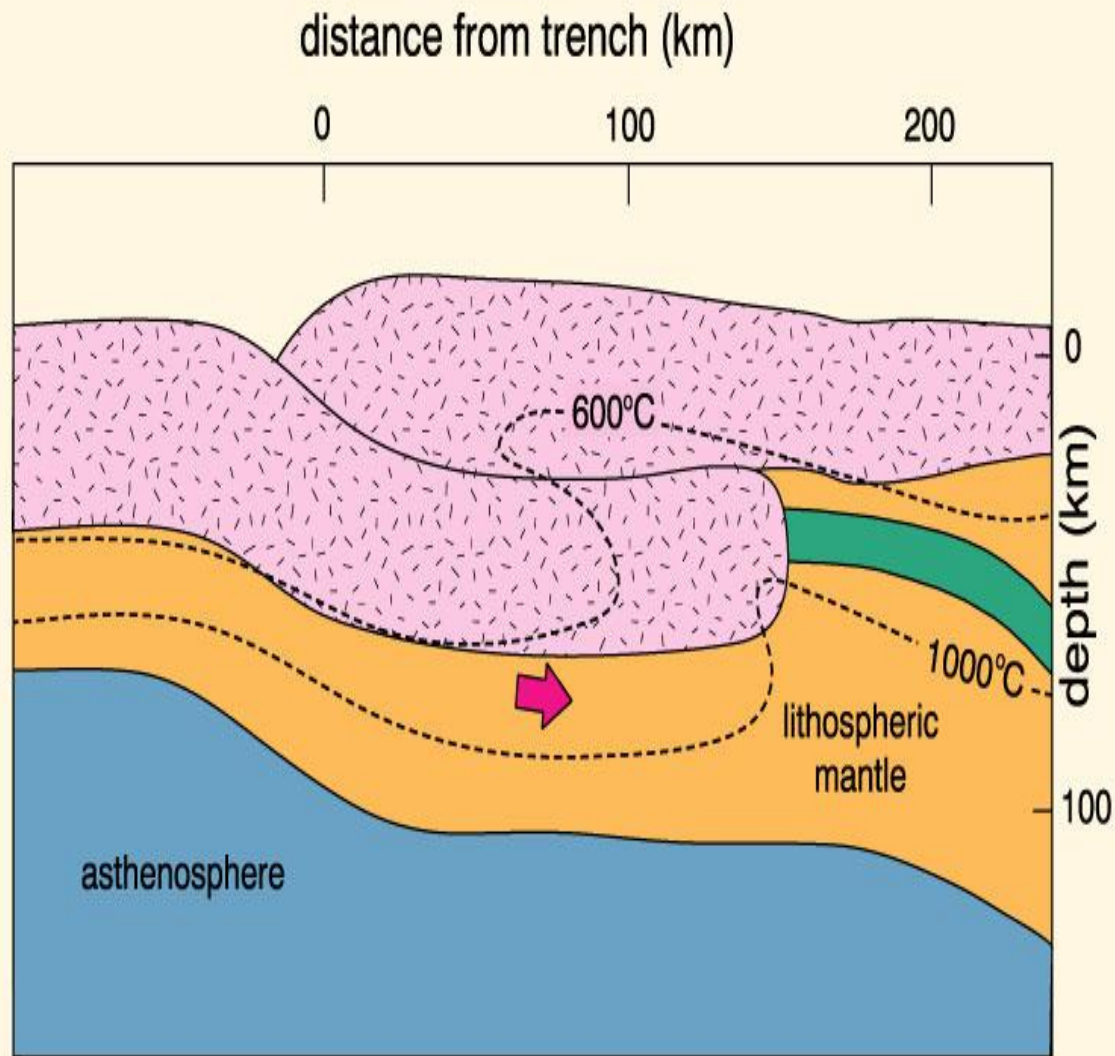
- *Folding* (shortening and thickening)
- *Strike-slip* faulting
- *Underthrusting* (intracontinental subduction)



- Rozdílné velikosti těles (většinou malé)
- Tavení kůry (dekompresní nebo s přínosem fluid)
- Peraluminické (muskovit, granát, biotit, cordierit)
- klasifikaci Pearce et al. (1984) Syn-Collision Granites (syn-COLG), S-typ



Cdr granit (lom Vanov)



Pokračující ubdukce táhne studenou kont. Desku. Ztluštění kontinentální kůry vede ke zvýšení teploty na její bázi a k tavení. Winter (2001) An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology. Prentice Hall.



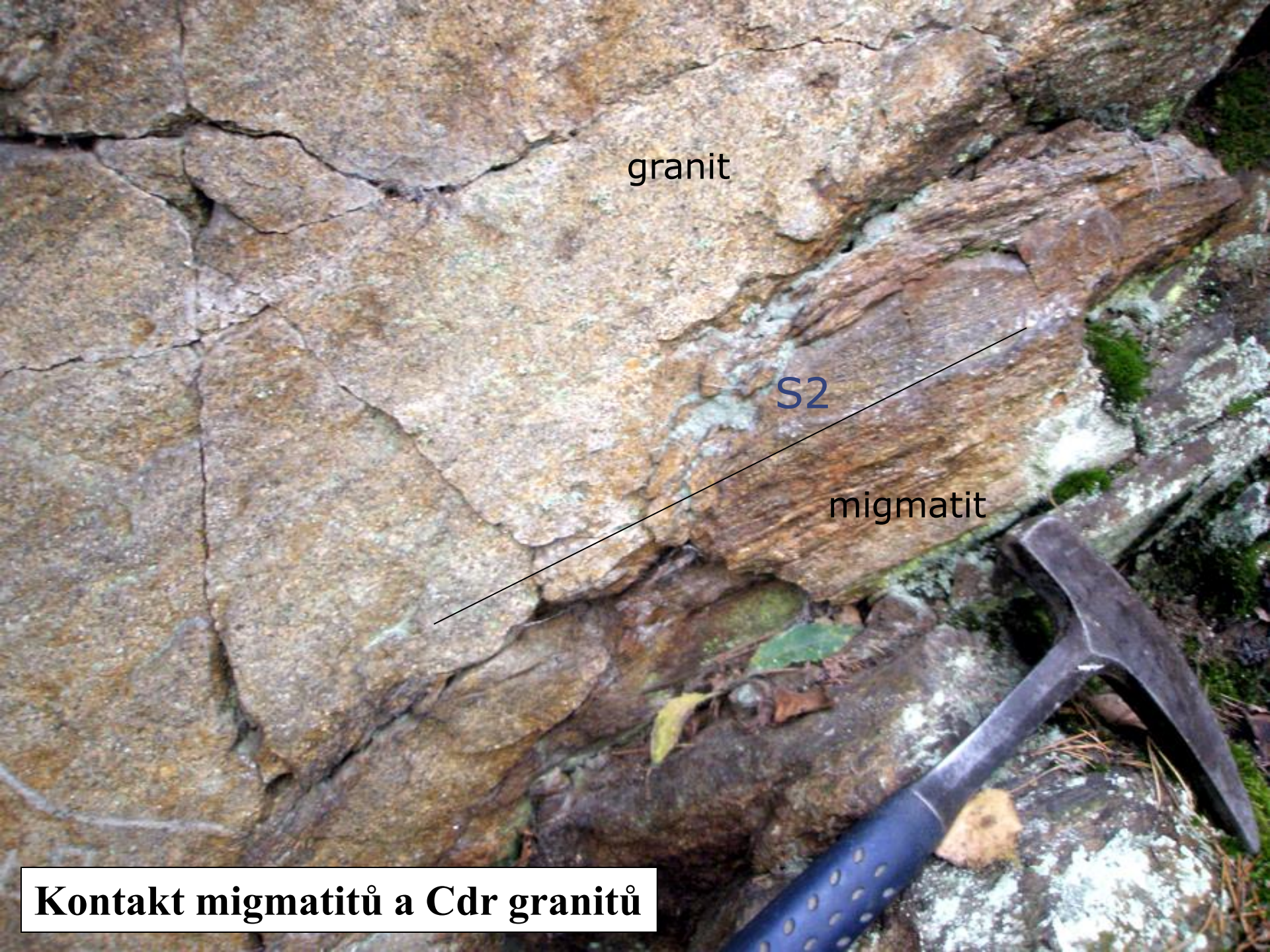
Pegmatitová žíla v granulitu

granit

S2

migmatit

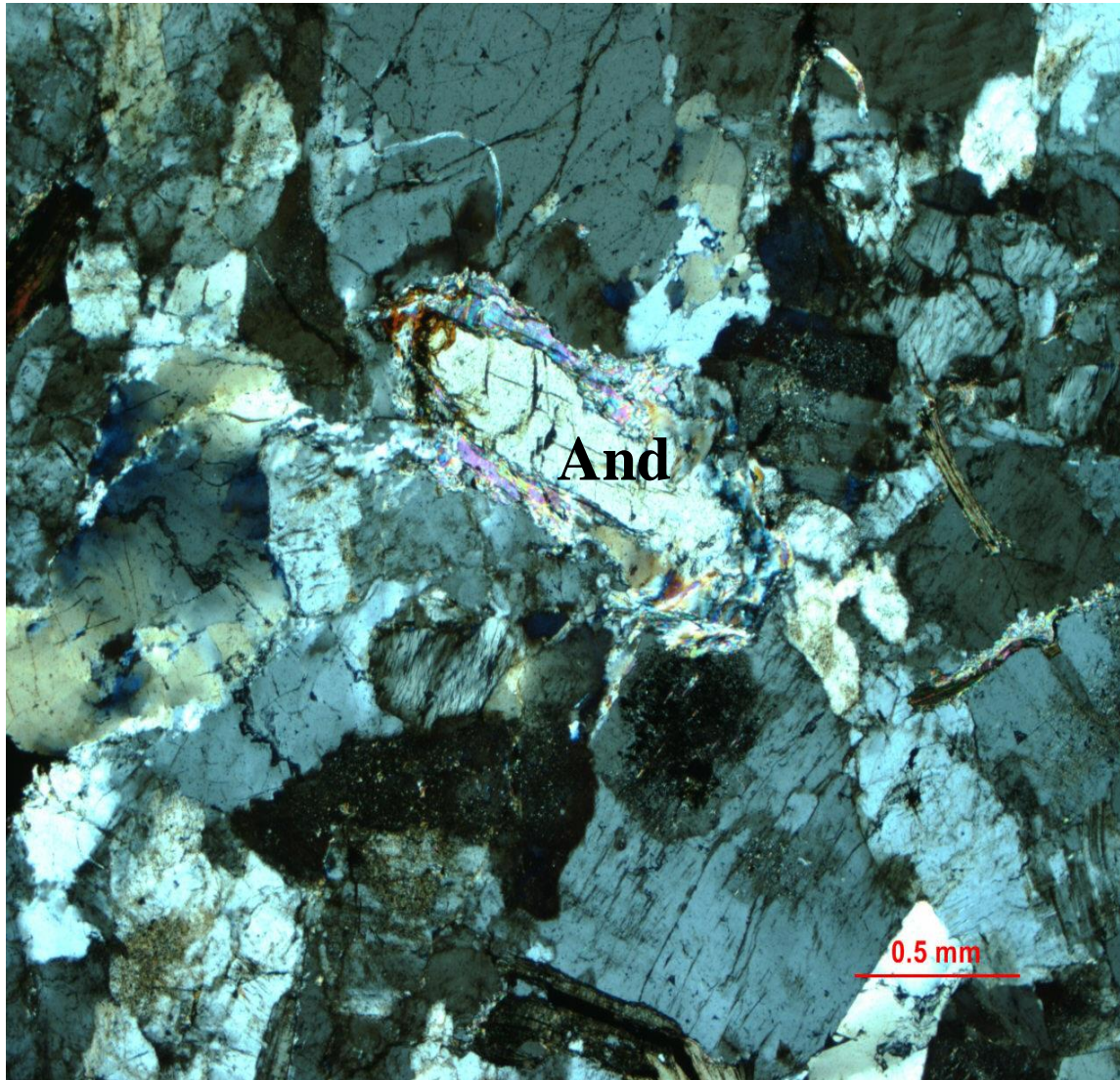
Kontakt migmatitů a Cdr granitů





Kontakt migmatitů a amfibolitů (Mongolsko)

S-typové granity



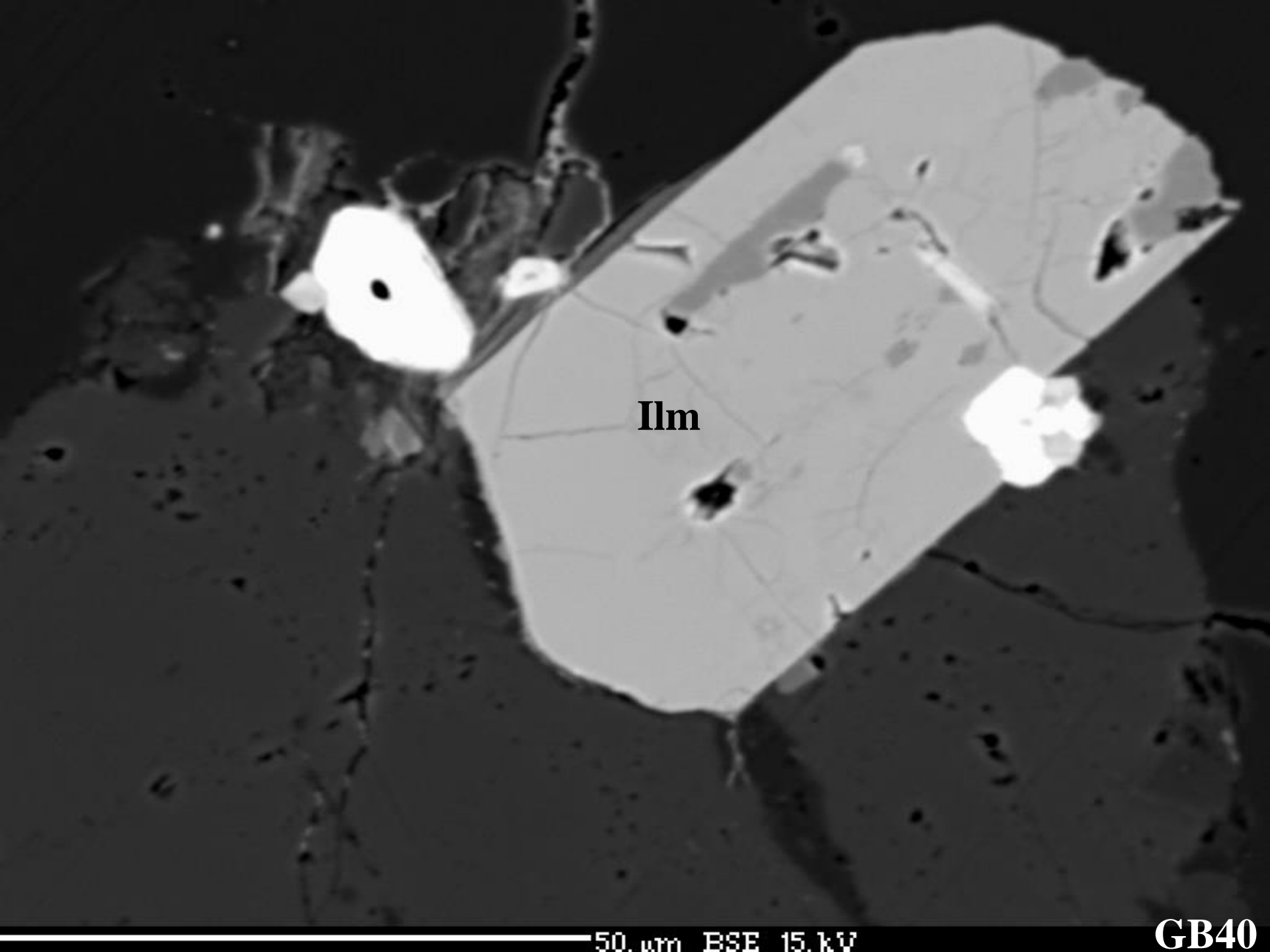
- peraluminické
- muskovit, granát, cordierit, ilmenit, alumosilikáty = Sill, And
- biotit = červenohnědý pleochroismus,
- během zvětvávání se v jílu koncentruje K a Al
- Ca a Na se koncentrují do roztoků
- Relativně redukční prostředí (grafit v sedimentech)
- Vysoký poměr $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (více než 0,708), $\delta^{18}\text{O}$
- Nízký Na_2O , ϵNd



xenolit rul v granitu Budislav

Smolná Pec





Ilm

50.0 μm BSE 15.0 kV

GB40

Pl

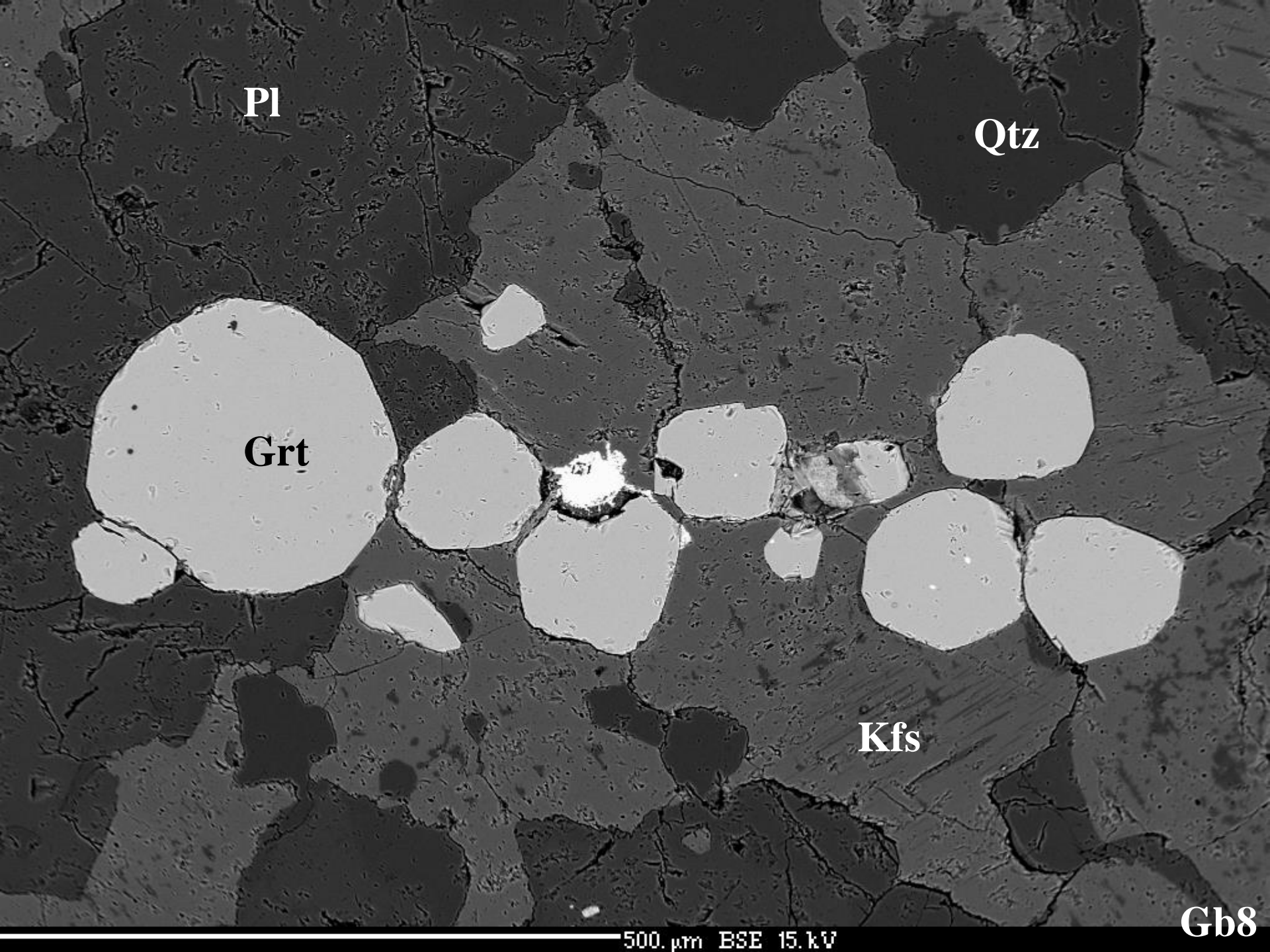
Qtz

Grt

Kfs

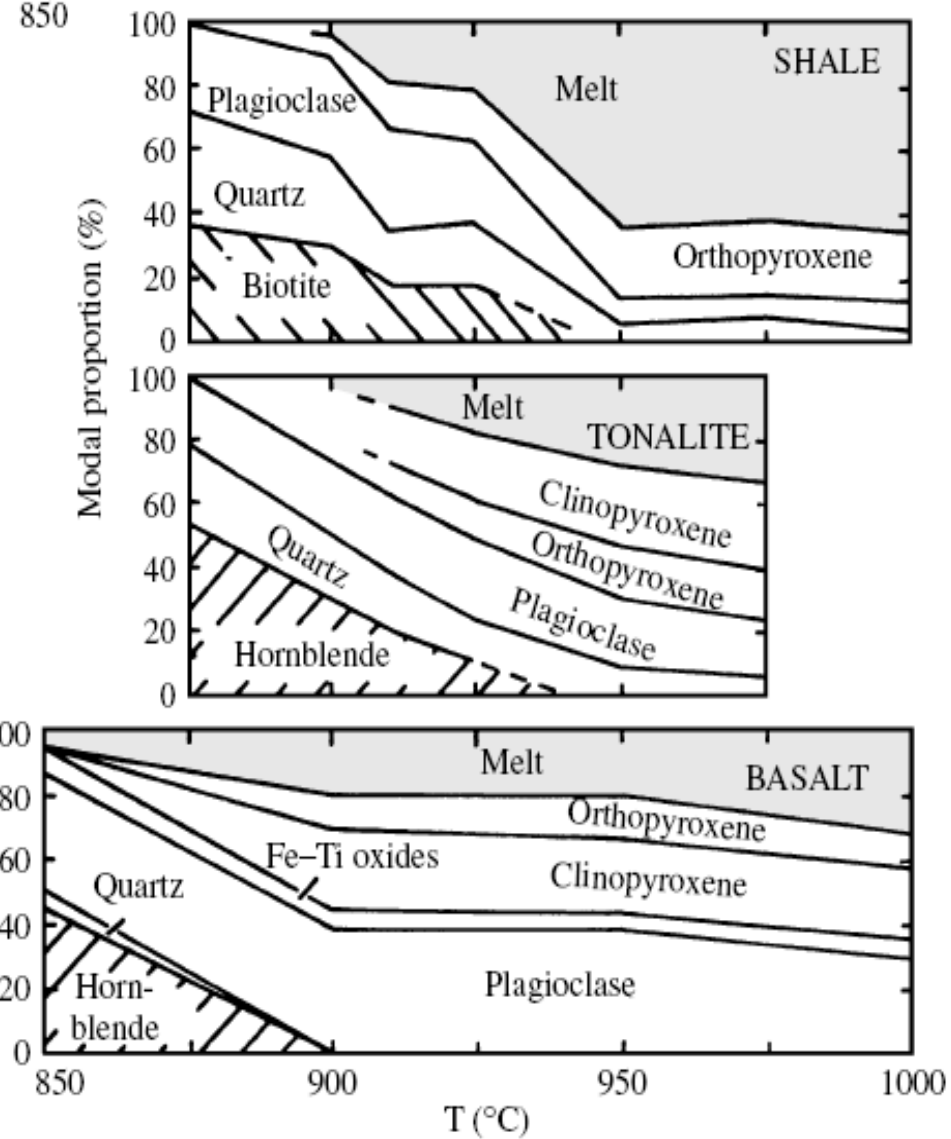
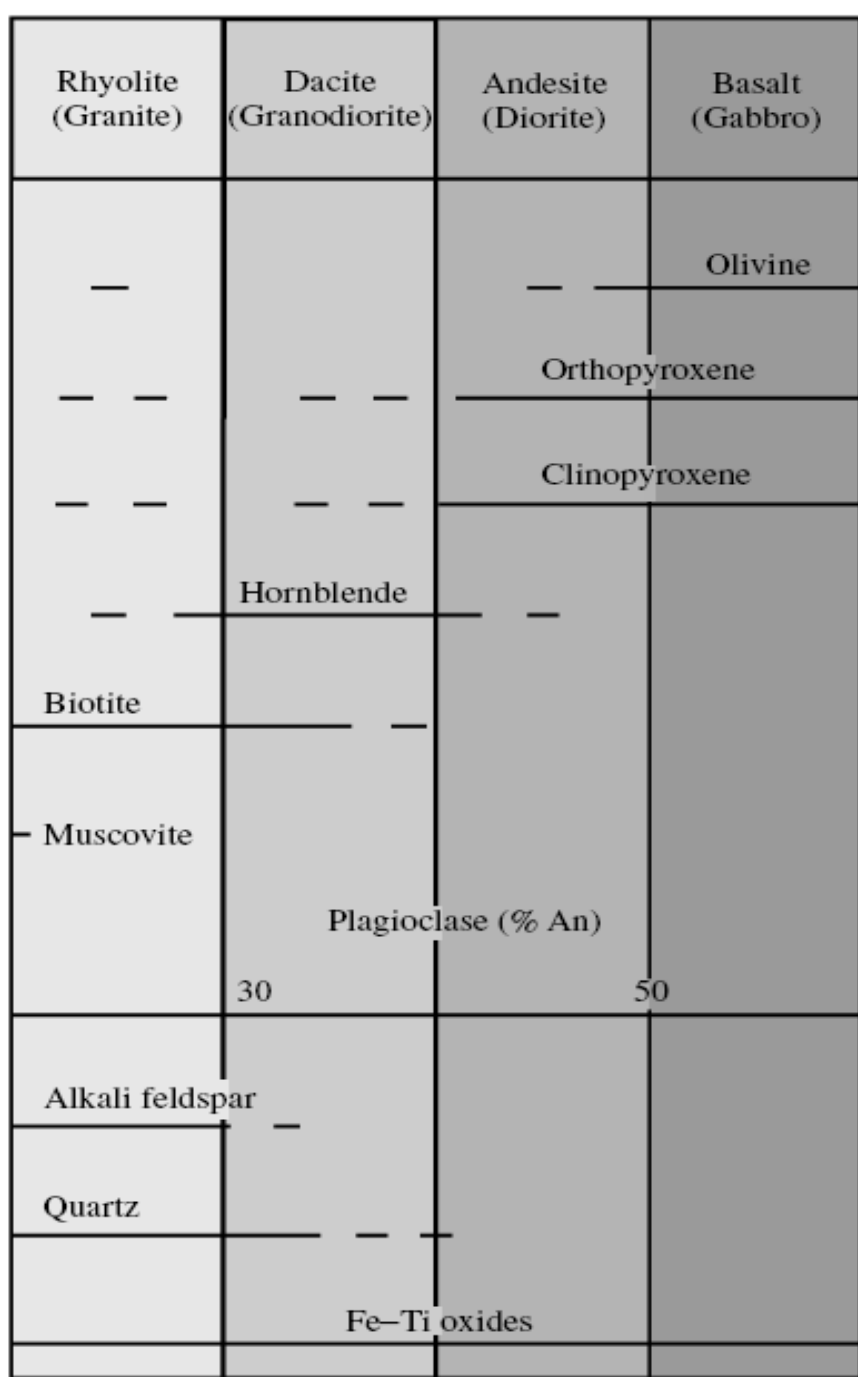
Gb8

500. μ m ESE 15. kV



Okraj pegmatitové žíly v migmatitech



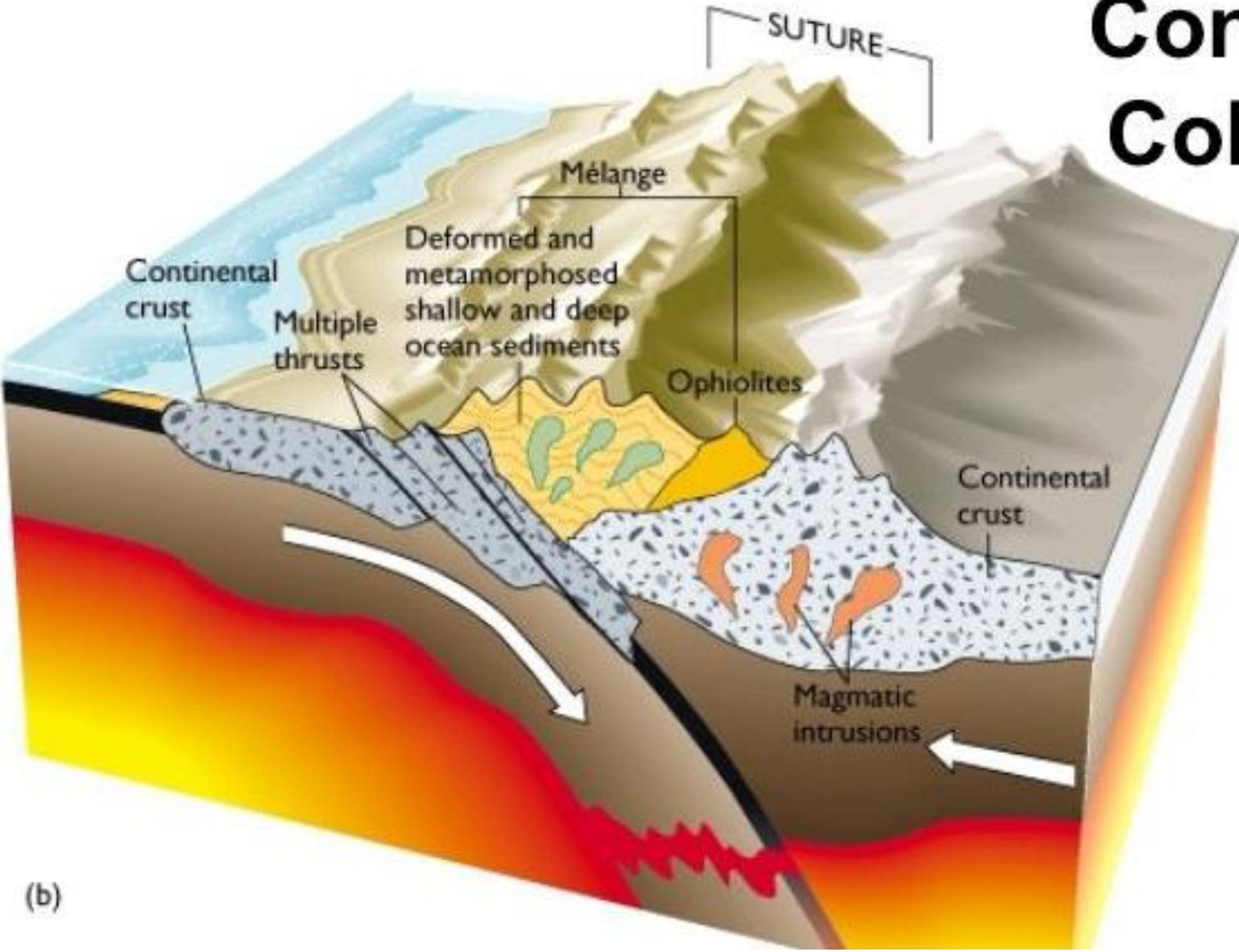


Výsledky experimentů s dehydratečním tavením biotitických břidlic, tonalitů (10 kbar) a bazaltů (7 kbar); Patiño Douce a Harris, 1998, Beard and Lofgren, 1991).

INCREASING TEMPERATURE →

- Když se oceán díky subdukci zcela uzavře, dochází ke kolizi dvou kontinentálních bloků a zvětší se mocnost kontinentální kůry.

Continent- Continent Collision

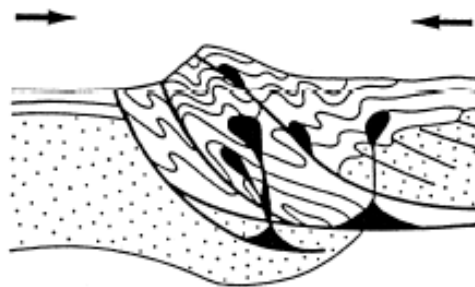


(b)

Klasifikace podle Barbaina (1999)

- Tavením kontinentální kůry vznikají peraluminické granitoidy (MPG a CPG) a také draslíkem bohatá vápenato-alkalická magmata (KCG).
- MPG a CPG granity jsou vázány na období vrcholu orogeneze, kdy dochází k migmatitizaci regionálního rozsahu. Magma vzniká v kompresním režimu a intruduje podél zlomů a střížných zón.
- KCG granity oproti tomu pravděpodobně intrudují až během období relaxace orogenu.
- Je pravděpodobné, že během orogeneze dochází ke střídání období komprese a extenze, a tak se také střídají intruze peraluminických granitů a granitů KCG (vápenato-alkalické draslíkem bohaté granitoidy obsahující porfyrické vyrostlice draselného živce).
- Před úplným ukončením konvergence kontinentálních desek převládá KCG magmatismus.

CONVERGENCE
OF TWO
CONTINENTAL
LITHOSPHERES



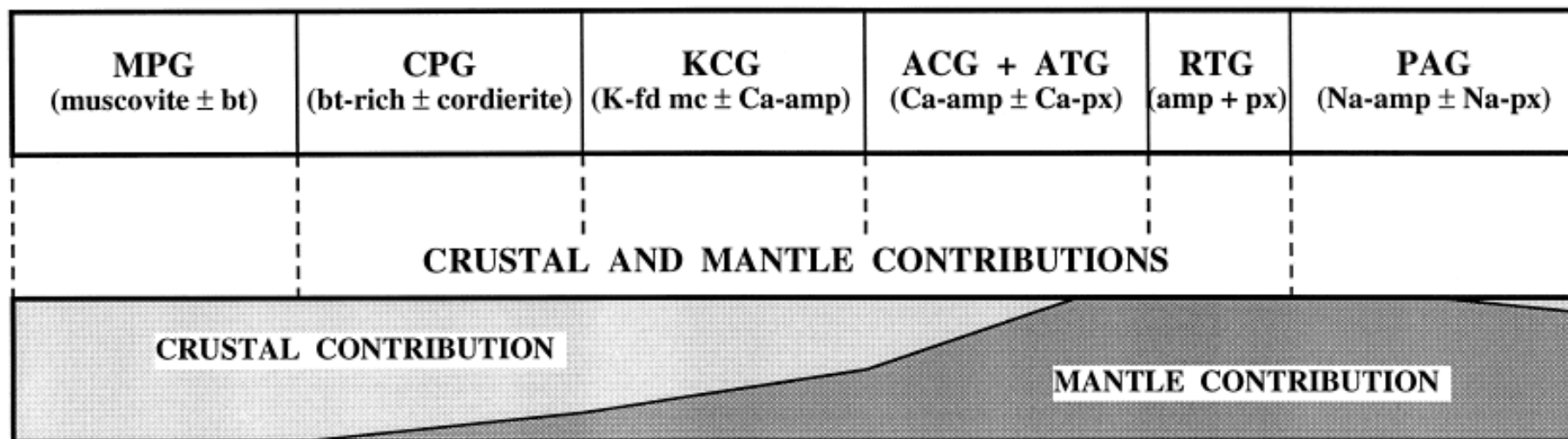
COLLISION
(REGIONAL COMPRESSION)
(LOCAL TENSION)

COLLISIONAL OROGENS

Peraluminous granitoids
(granodiorites and leucogranites)
+ K-rich calc-alkaline granitoids
(monzogranites)

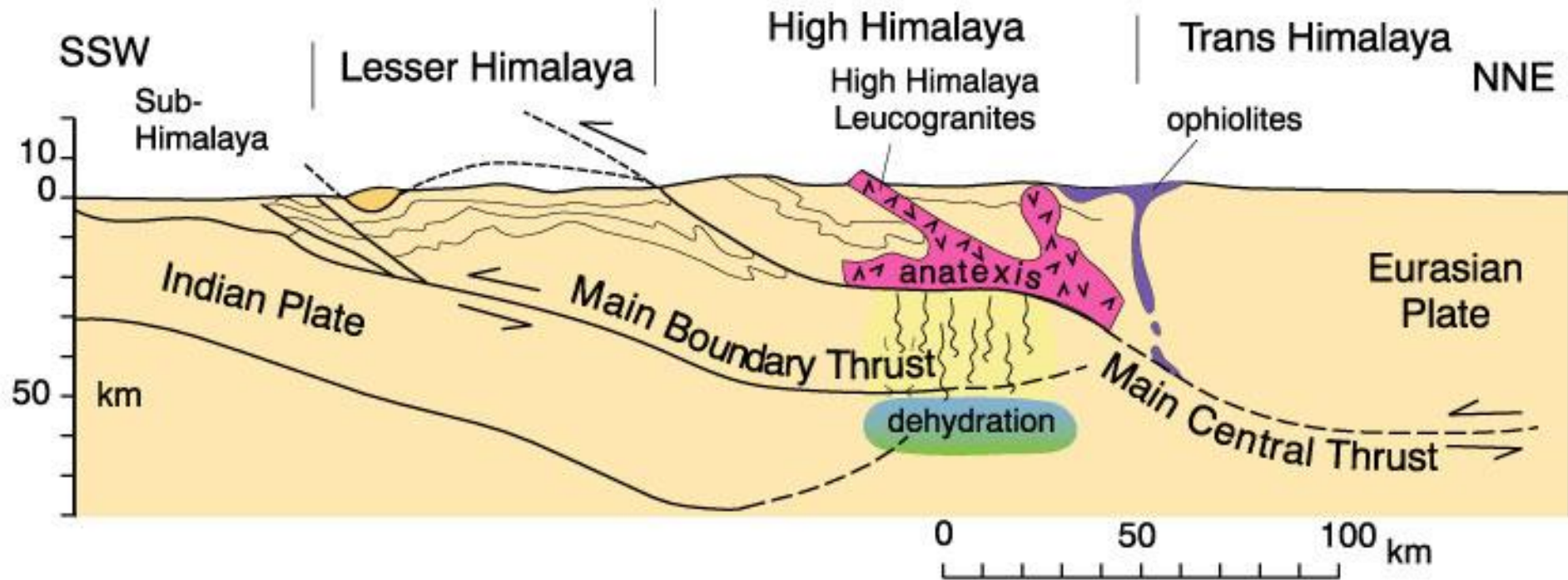
Massif Central and Brittany, France
(Lameyre et al., 1980; de La Roche et al., 1980)
High Himalaya leucogranites
(Le Fort, 1981)
Lachlan Fold belt S-type granitoids, Australia
(Chappell and White, 1992)

- Označení jednotlivých skupin granitoidů a jejich zařazení do geotektonických prostředí vychází z klasifikace Barbaina (1999).
1. MPG- muskovitické peraluminické granitoidy
 2. CPG- cordieritické a biotitické peraluminické granitoidy
 3. KCG- vápenato-alkalické draslíkem bohaté granitoidy obsahující porfyrické vyrostlice draselného živce.
 4. ACG- amfibolické vápenato-alkalické granitoidy
 5. ATG- tholeiitické granitoidy oblouků
 6. RTG- tholeiitické granitoidy oceánských hřbetů
 7. PAG - peralkalické a alkalické granitoidy



Post-kolizní výzdvih

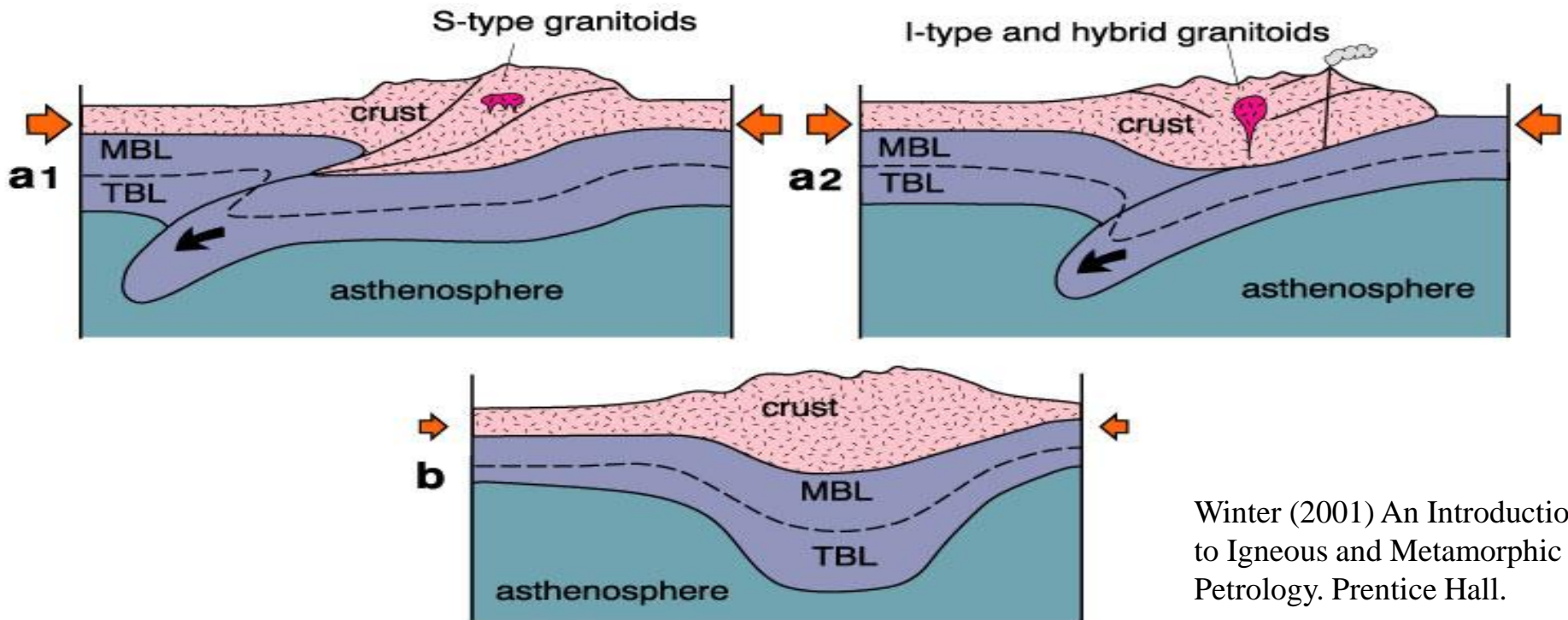
- Většinou velká zonální tělesa
- Granodiority, granity až alkalické granity rozdílného původu (převážně korové)
- klinopyroxen, amfibol, biotit
- klasifikaci Pearce et al. (1984) Post-Collision Granites (P-COLG), A-typ, I-typy



Schematic cross section of the Himalayas showing the dehydration and partial melting zones that produced the leucogranites. After France-Lanord and Le Fort (1988) Trans. Roy. Soc. Edinburgh, 79, 183-195. Winter (2001) An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology. Prentice Hall.

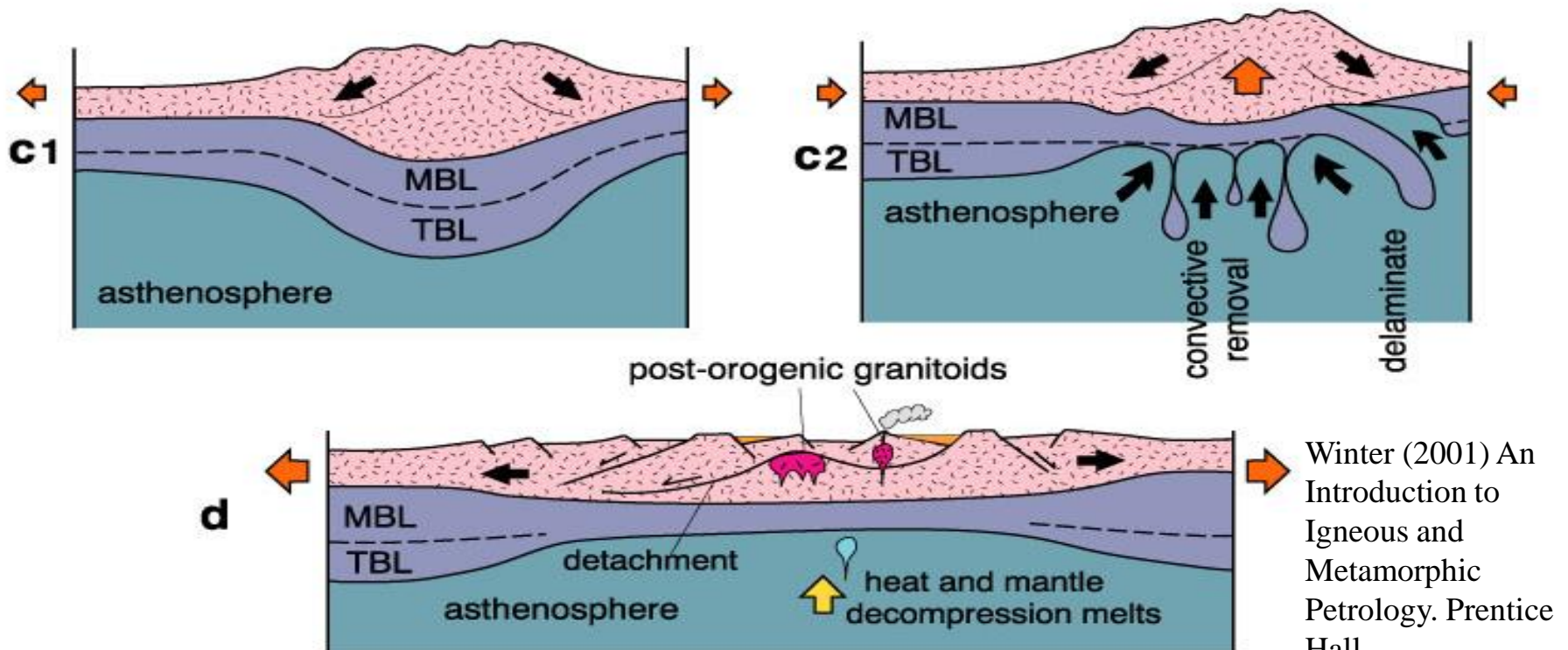
Schematický model výzdvihu a extenzního kolapsu orogeneticky zvětšené mocnosti kontinentální kůry:

- v důsledku subdukce dojde k kolizi dvou kontinentálních bloků:
- (a1) ztluštění kontinentální kůry nebo
- (a2) kompresi kontinentálního oblouku
- oba mechanismy mají za následek zvětšení mocnosti kůry (b)
 - v obou případech tak vzniká mocná kontinentální kůra v kompresním režimu
 - kůra je metamorfována



Winter (2001) An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology. Prentice Hall.

- takové pohoří není stabilní a dochází k extenzi a kolapsu kůry (c)
- ztenčením litosféry a horká astenosféra se dostává blíže k povrchu
- probíhá jako důsledek delaminace kůry (c1) nebo konvektivní erozí (c2)
- v důsledku zvětšení tepelného toku dochází k tavení kůry (d)
- vzniku granitových magmat (bimodální postorogenetický magmatismus s mafickou plášťovou a felzickou korovou složkou)



Winter (2001) An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology. Prentice Hall.

Klasifikace podle Barbaina (1999)

- Během eroze orogénu a postolizního výzdvihu jsou hojné intruze KCG (vápenato-alkalické draslíkem bohaté granitoidy obsahující porfyrické vyrostlice draselného živce) granitů, které bývají spojeny s PAG (peralkalické a alkalické granitoidy) granity v zaobloukových pánvích.
- Někteří autoři však do období post-kolizního výzdvihu kladou i vznik části MPG granitů Sylvester (1998).

RELAXATION
OF A
CONTINENTAL
LITHOSPHERE

FORMER COLLISION BELTS

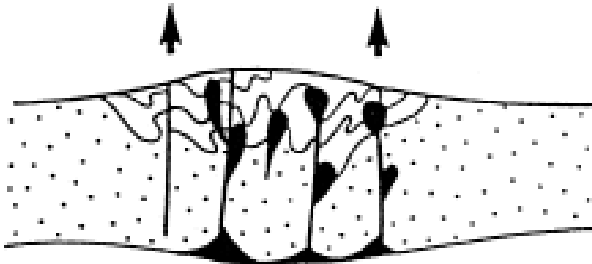
K-rich calc-alkaline granitoids
(monzogranites)

Caledonian plutons of the northern British Isles
(*Halliday and Stephens, 1984*)

Ploumanac'h intrusive complex, Brittany, France
(*Barrière, 1977*)

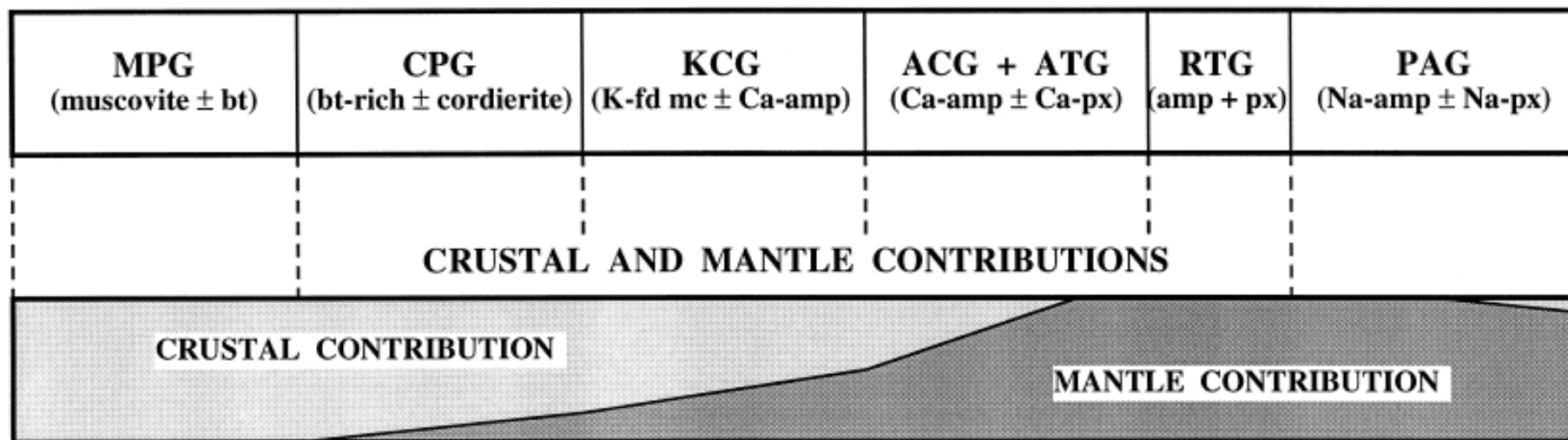
Ballons intrusive complex, Vosges, France
(*Pagel and Leterrier, 1980*)

Montagne Bourbonnaise plutons, Massif Central, France
(*Lameyre et al., 1980; Barbarin, 1983*)

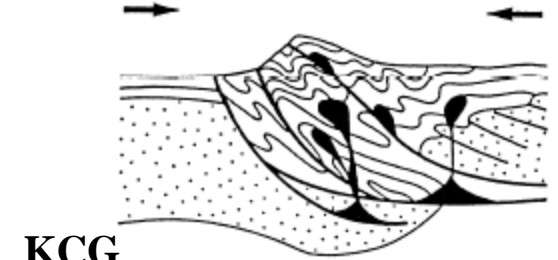
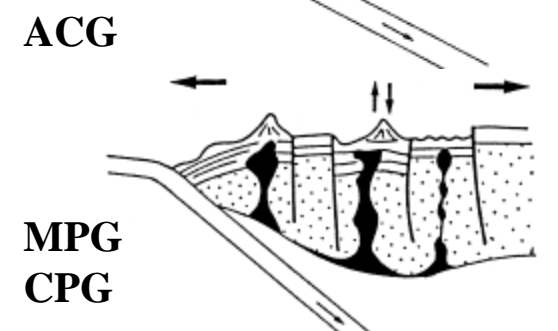
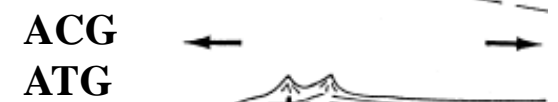
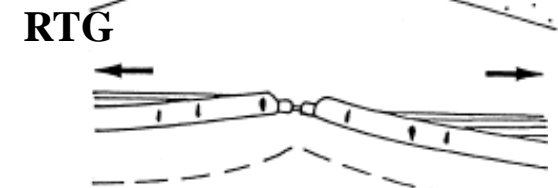
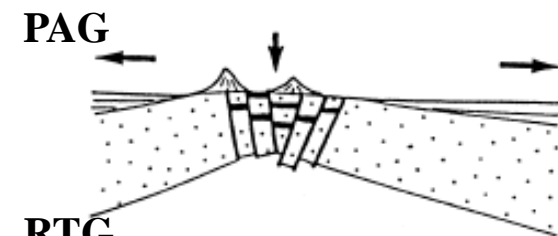


POST COLLISION UPLIFT
(REGIONAL TENSION)

- Označení jednotlivých skupin granitoidů a jejich zařazení do geotektonických prostředí vychází z klasifikace Barbaina (1999).
1. MPG- muskovitické peraluminické granitoidy
 2. CPG- cordieritické a biotitické peraluminické granitoidy
 3. KCG- vápenato-alkalické draslíkem bohaté granitoidy obsahující porfyrické vyrostlice draselného živce.
 4. ACG- amfibolické vápenato-alkalické granitoidy
 5. ATG- tholeiitické granitoidy oblouků
 6. RTG- tholeiitické granitoidy oceánských hřbetů
 7. PAG - peralkalické a alkalické granitoidy



GRANITOID TYPES		ORIGIN	GEODYNAMIC ENVIRONMENT
Muscovite-bearing Peraluminous Granitoids	MPG	CRUSTAL ORIGIN PERALUMINOUS GRANITIODS	CONTINENTAL COLLISION
Cordierite-bearing Peraluminous Granitoids	CPG		
K-rich Calc-alkaline Granitoids (High K - Low Ca)	KCG	MIXED ORIGIN (Crust + Mantle) METALUMINOUS AND CALC-ALKALINE GRANITIODS	TRANSITIONAL REGIMES
Amphibole-bearing Calc-alkaline Granitoids (Low K - High Ca)	ACG		SUBDUCTION
Arc Tholeiitic Granitoids	ATG	MANTLE ORIGIN THOLEIITIC, ALKALINE AND PERALKALINE GRANITIODS	OCEANIC SPREADING OR CONTINENTAL DOMING AND RIFTING
Mid-ocean Ridge Tholeiitic Granitoids	RTG		
Peralkaline and Alkaline Granitoids	PAG		



CHEMISTRY	MPG	CPG	KCG	ACG	RTG	PAG
Alumina Index	A ≥ CNK		CNK > A > NK			A ≤ NK
A / KCN (molar)	≥ 1		< 1			alkaline
Al ₂ O ₃	x x x	x x x	x x	x x	x x	x
CaO	x	x	x x	x x x	x x	x
Na ₂ O	x x	x x	x x	x x	x x x	x x x
K ₂ O	x x	x x x	x x x	x x	x	x x x
FeOt+MgO+MnO	x	x x	x x	x x x	x x	x x
Fe ³⁺ /(Fe ³⁺ +Fe ²⁺)	x	x	x x	x x x	x x x	x x
FeOt/(FeOt+MgO)	< 0.8	< 0.8	0.8 - 1.0	< 0.8	> 0.8	> 0.8
⁸⁷ Sr / ⁸⁶ Sr	.706 to .760	> .708	.706 to .712	.706 to .708	≤ .704	.704 to .712
ε _{Nd}	- 4 to -17	- 6 to -9	- 4 to -9			-
δ ¹⁸ O (‰)	+ 10 to +14	+ 10 to + 13	+ 5 to + 10			-
δ ³⁴ S (‰)	- 12 to + 2		+ 5 to + 20			-

(x : low; xx : medium; xxx : high)



MPG- muskovitické peraluminické granitoidy

Grt-Ms metagranit, Nedvězí

MPG
(muscovite ± bt)

CPG
(bt-rich ± cordierite)

KCG
(K-fd mc ± Ca-amp)

ACG + ATG
(Ca-amp ± Ca-px)

RTG
(amp + px)

PAG
(Na-amp ± Na-px)

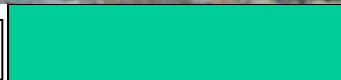
CRUSTAL AND MANTLE CONTRIBUTIONS

CRUSTAL CONTRIBUTION

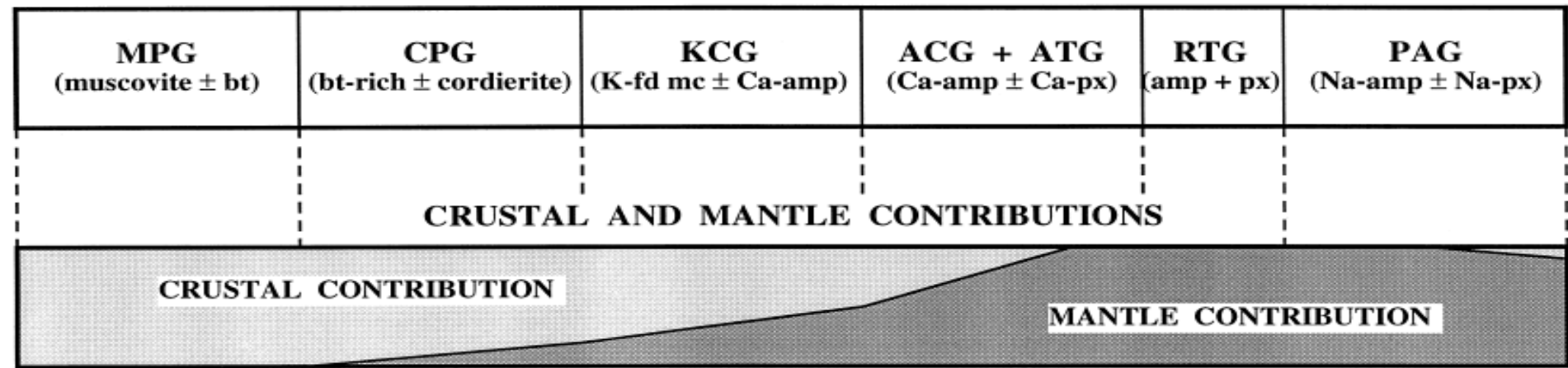
MANTLE CONTRIBUTION



Cdr-Bt granit, Nikaragua

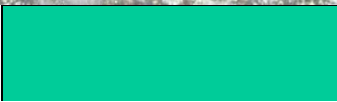


CPG- cordieritické a biotitické peraluminické granitoidy





durbachit třebíčský pluton



KCG- vápenato-alkalické draslíkem bohaté granitoidy obsahující porfyrické vyrostlice Kfs

MPG (muscovite ± bt)	CPG (bt-rich ± cordierite)	KCG (K-fd mc ± Ca-amp)	ACG + ATG (Ca-amp ± Ca-px)	RTG (amp + px)	PAG (Na-amp ± Na-px)
--------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------	--------------------------------

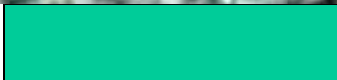
CRUSTAL AND MANTLE CONTRIBUTIONS

CRUSTAL CONTRIBUTION

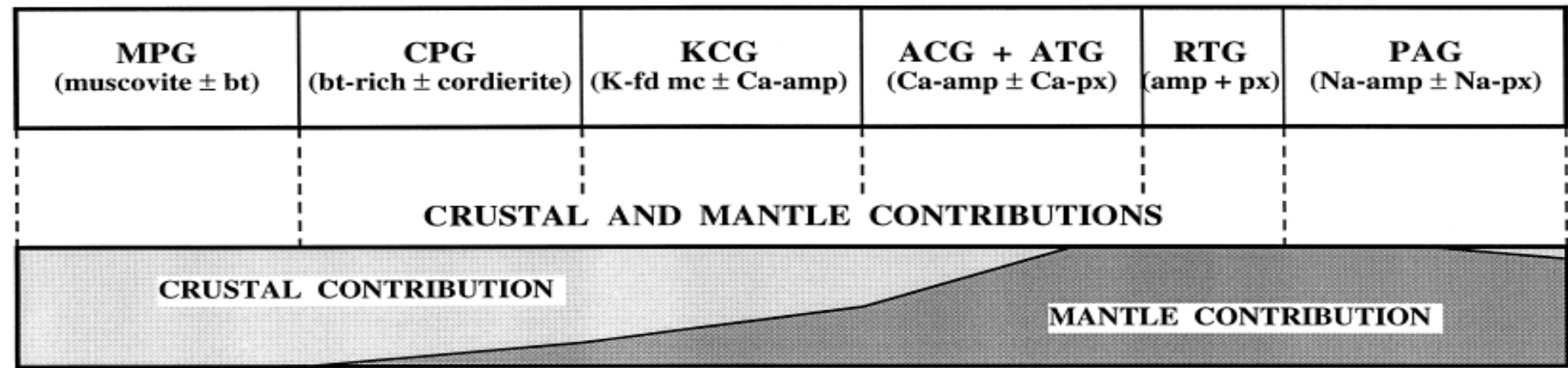
MANTLE CONTRIBUTION



ACG- amfibolické vápenato-alkalické granitoidy



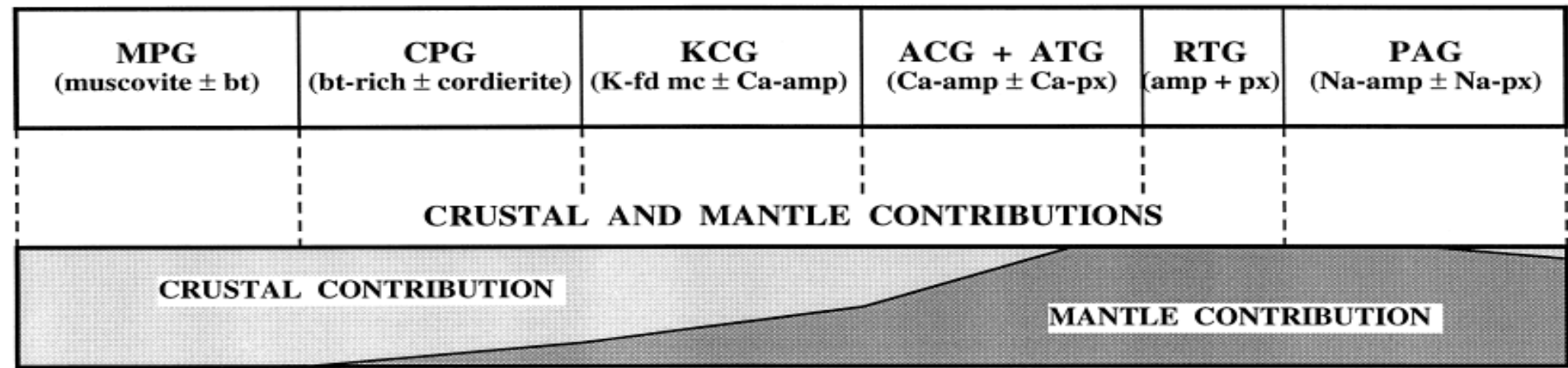
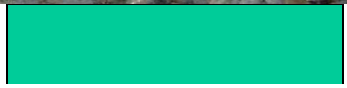
Bt granodiorit, budislavský pluton





PAG-peralkalické a alkalické granitoidy

Arf. granit, Korzika



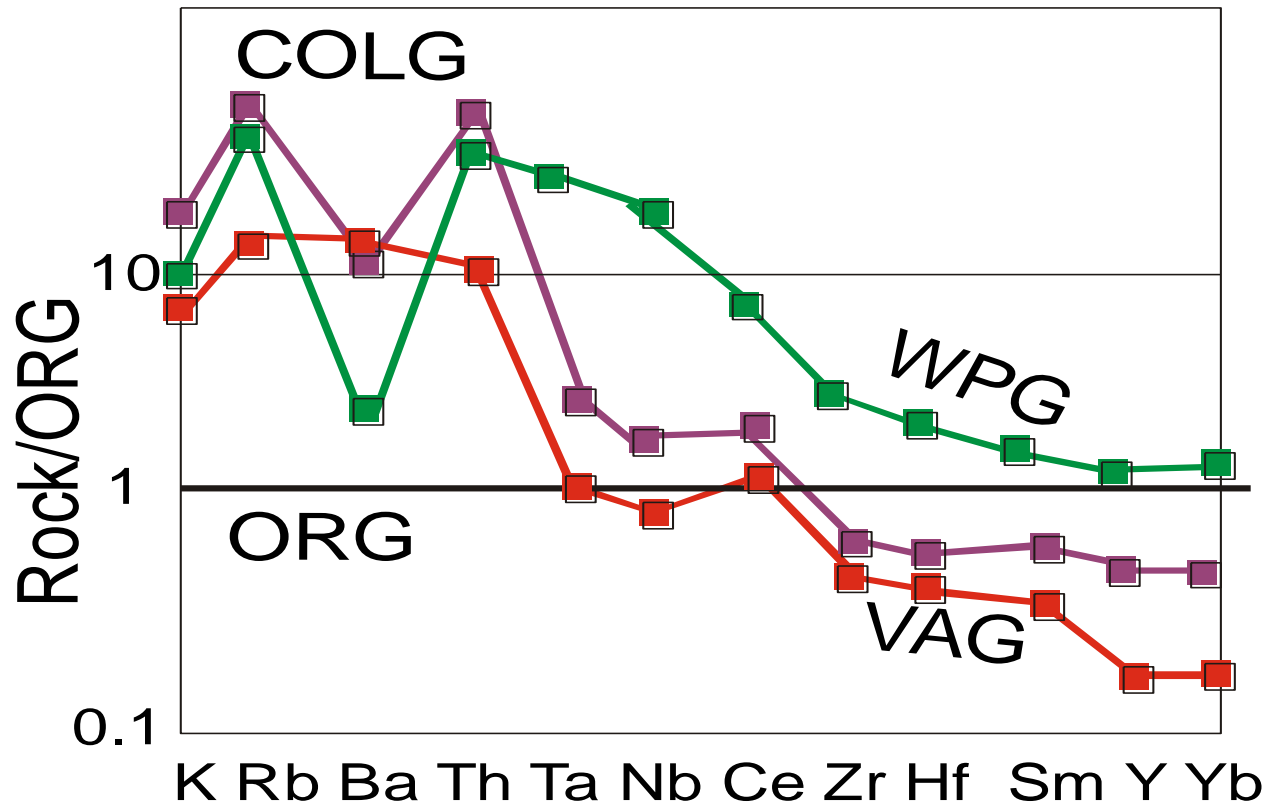
MINERALS	MPG	CPG	KCG	ACG	RTG	PAG
Biotite	x	x x x	x x x	x x	x	x x
Muscovite	x x x	x	x	o	o	x
Cordierite	o	x x	o	o	o	o
Sill.-And.	o	x	o	o	o	o
Amphibole	o	o	x	x x x	x x x	alk. amph.
Pyroxene	o	o	o	x x	x x	alk. pyr.
Apatite	x x x	x x x	x x	x x	x x	x x
Zircon	x	x x	x x x	x x x	x x x	x x x
Monazite	x	x	o	o	o	o
Garnet	x x	x	o	o	o	x
Tourmaline	x x x	x x	o	o	o	o
Allanite	o	x	x x	x x	x	x x
Titanite	o	o	x x	x x x	x	x
Ilmenite	x	x	x	x	x	x x
Magnetite	o	o	x	x x	x x	x x
Plag.-An%	0 - 20	15 - 40	15 - 30	20 - 50	20 - 50	0 - 10

(o : absent; x : rare; xx : common; xxx : abundant)

PETROGRAPHY	MPG	CPG	KCG	ACG	RTG	PAG
<u>Petrographic types</u>	Leucogranites (Granites)	(Leucogranites) Granites Granodiorites (Qz diorites)	(Leucogranites) Granites Granodiorites Qz diorites	(Granites) Granodiorites Tonalites Gabbros	Plagiogranites Trondjemites Tonalites Gabbros	Alk. granites Alk. syenites Syenites Granites (Gabbros) (Anorthosites)
<u>Associated rocks</u>						
Metamorphic	o	Migmatites Anatexites	o	o	o	o
Volcanic	o	o	Acid lavas ("Tuffs")	Andesites & Dacites	Olivine-bearing Tholeites	Alkaline lavas
Mafic	o	Qz diorites (Vaagnerites)	Qz diorites Gabbros (Appinites)	Gabbros (in large amounts)	Gabbros (in large amounts)	Gabbros (in large amounts)
<u>Enclaves</u>						
Xenoliths	x	o - x	x	x	x	x
Restites	x	x x x	x	o	o	o
Felsic M. E.	x	o - x	x	x	x	x
Mafic M. E.	o	x	x x	x x x	x x x	x
(o : absent; x : rare; xx : common; xxx : abundant)						
<u>Differentiation processes</u>	fractional crystallization	fractional crystallization or restite unmixing	fractional crystallization and magma mixing	strong fractional crystallization and magma mixing	extreme fractional crystallization	extreme fractional crystallization and subsidius interactions

I. 6. Význam chemického složení pro klasifikaci

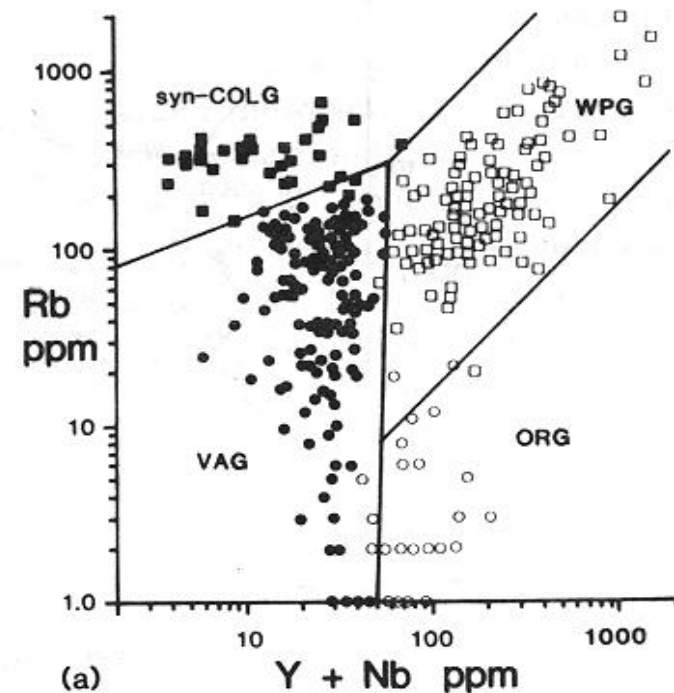
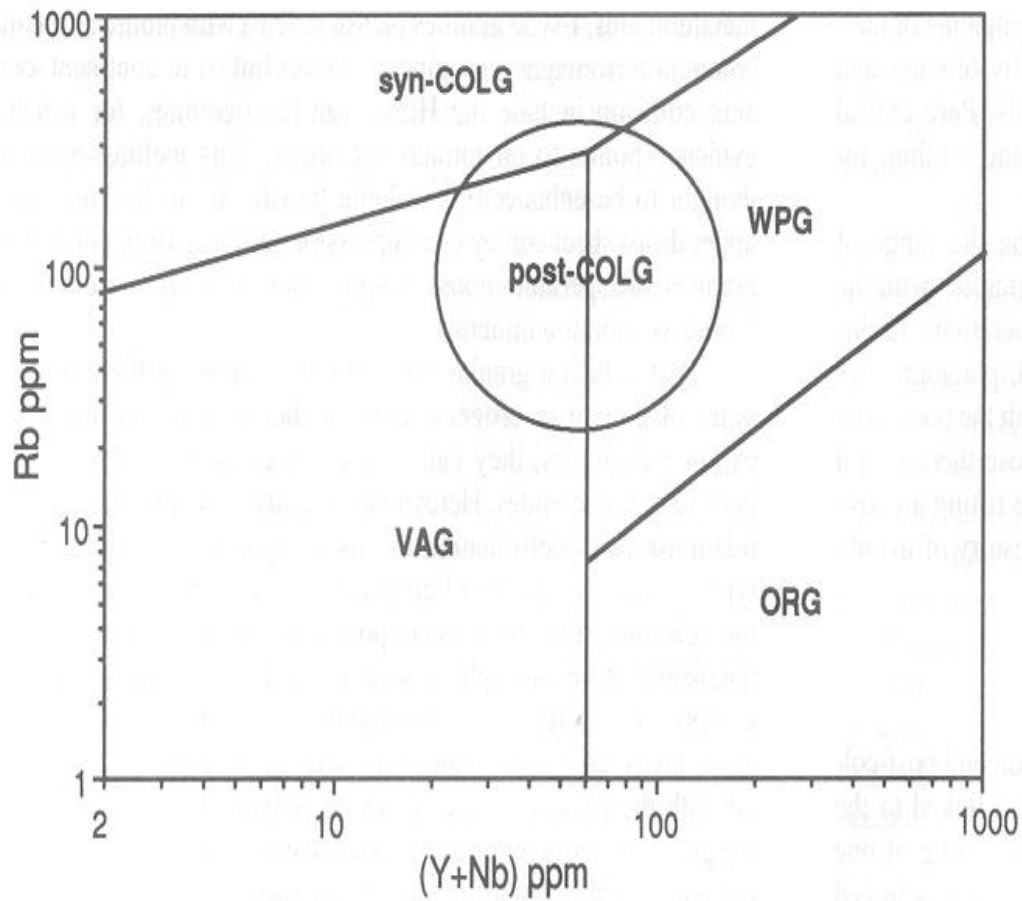
- Vysoké obsahy Rb a dalších alkalických prvků jsou typické pro kolizní, vnitrodeskové a kontinentální granity (vysoký podíl krustálního materiálu)
- Vysoký obsah HFSE (Nb, Y) jsou typické pro oceánské hřbety a vnitrodeskové granity (ve srovnání s kolizními granity a granity vulk. oblouků)



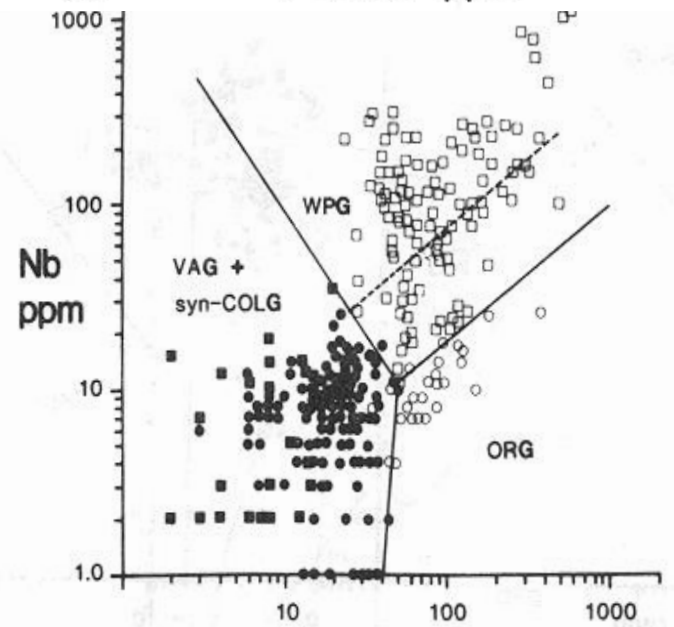
Patterns normalized to an ocean ridge granite composition highlight differences between granites

Diagramy Nb-Y a Rb-(Nb+Y)

Pearce (1996)

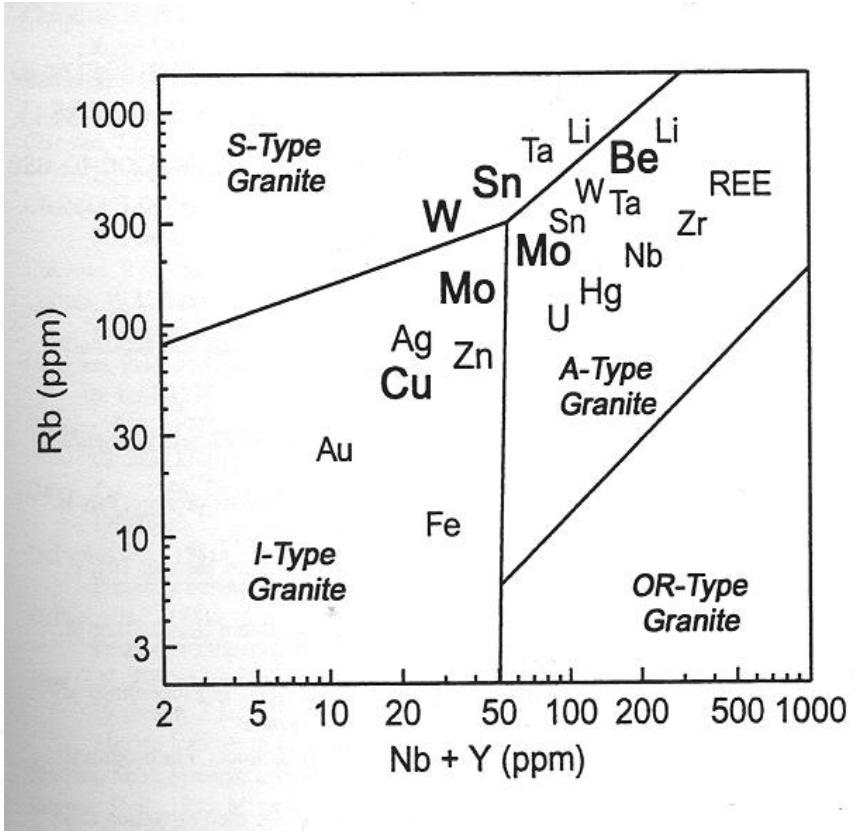
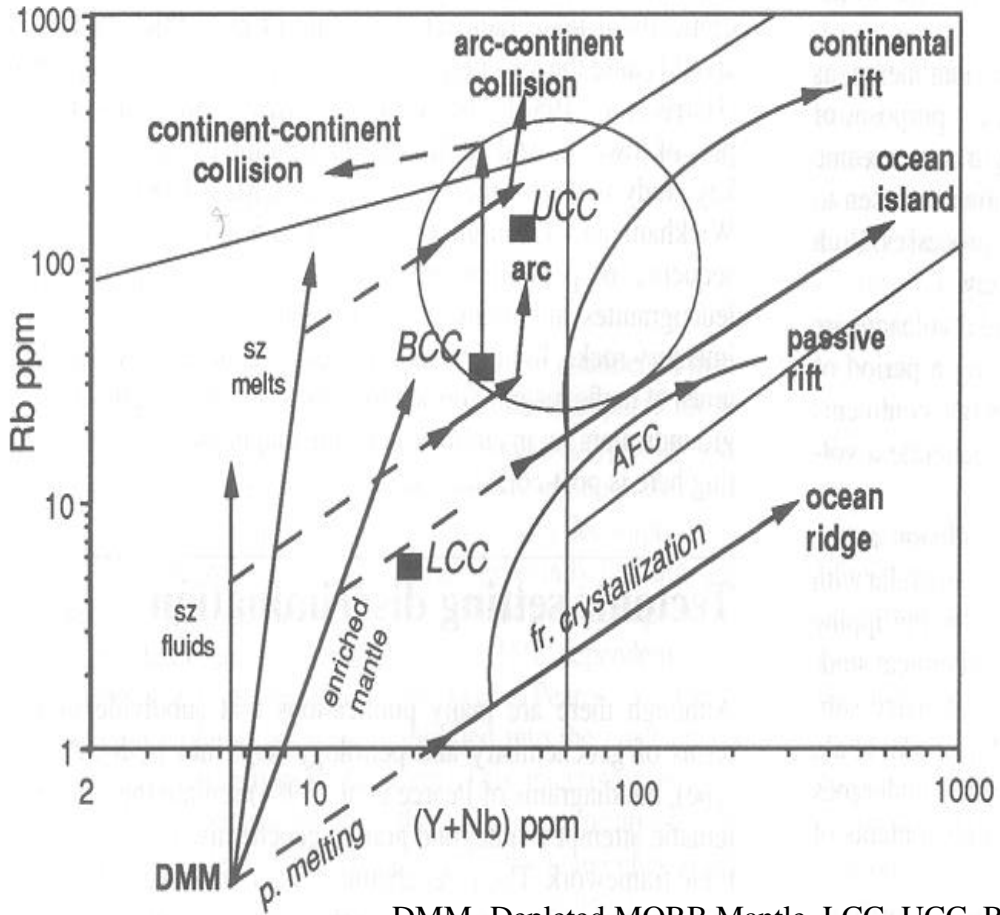


(a)



(a)

- V diskriminačním diagramu se projevuje alterace
- Chemické složení granitů je spíše závislé na složení protolitu než na geotektonické pozici
- Geotektonická pozice ovlivňuje i mineralizace vázané na granity



DMM=Depleted MORB Mantle, LCC, UCC, BCC = Lower, Upper and Bulk Continental Crust

PARAMETERS	AUTHORS	ORIGIN								
		CRUSTAL		MIXED			MANTLE			
FIRST CHEMICAL NOMENCLATURES	SHAND (1927 & 1943)	PERALUMINOUS rocks		METALUMINOUS rocks			PERALKALINE rocks			
	LACROIX (1933)	Roches CALCO-ALC. HYPERALUMINEUSES		Roches CALCO-ALCALINES			Roches ALCALINES			
PETROGRAPHY	CAPDEVILA & FLOOR (1970) CAPDEVILA et al. (1973)	Granites MESOCRUSTAUX		Granites MIXTES	Granites BASICRUSTAUX					
	ORSINI (1976 & 1979)			A.M. SUB-ALC. ALUMNEUX	A.M. SUB-ALC. HYOALUM.	A.M. CALCO-ALC.				
	YANG CHAOQUN (1982)		MM-TYPE	CR-TYPE	MS-TYPE				MD-TYPE	
	TISCHENDORF & PALCHEN (1985)	S_i	S_s	S_j	I_{KK}	I_{OK}	I_{MT}	I_{MA}		
ENCLAVES	DIDIER & LAMEYRE (1969) DIDIER et al. (1982)	C-TYPE (Crustal) ("Leucogranites")			M-TYPE (Mixed or Mantle) ("Monzogranites & Granodiorites")					
MINERALOGY (QAP system)	LAMEYRE (1980) LAMEYRE & BOWDEN (1982)	"LEUCOGRANITES" (Crustal fusion)		CALC-ALKALINE Series (High K, Medium K or Low K)			THOLEIITIC Series	(PER) ALKALINE Series		
MAFIC MINERALS	ROSSI & CHEVREMENT (1987)	A.M. ALUMINOPOTASSIQUE (s.s. ou composites)			A.M. MONZONITIQUE	A.M. CALCOALCALINE	A.M. THOLEITIQUE	A.M. (PER) ALKALINE		
BIOTITE COMPOSITION	NACHIT et al. (1985)	Lignées ALUMINO-POTASSIQUES			Lignées CALCOALCALINES et SUBALCALINES			Lignées ALKALINES et HYPERALCALINES		
ZIRCON MORPHOLOGY	PUPIN (1980 & 1985)	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3	TYPE 4 & 5		TYPE 7	TYPE 6		
OPAQUE OXIDES	ISHIHARA (1977) CZAMANSKE et al. (1981)	ILMENITE - Series				MAGNETITE - Series				
GEOCHEMISTRY (Major Elements)	CHAPPELL & WHITE (1974 & 1983) COLLINS et al. (1982), WHALEN et al. (1987)			S - TYPE	(I - TYPE)'			M - TYPE	(A - TYPE)'	
	LA ROCHE (1986) LA ROCHE et al. (1980)	AK-L M.A.		AK-G M.A.	SA M.A.	CA M.A.	TH M.A.	A-PA M.A.		
	DEBON & LE FORT (1983 & 1988)	ALUMINOUS M.A.			ALUMINO-CAFEMIC and CAFEMIC M.A. (Subalkaline, calc-alkaline, tholeiitic, and (per)alkaline)					
	MANIAR & PICCOLI (1989)	CCG			POG	CAG	IAG	OP	RRG	CEUG
GEOCHEMISTRY (Trace Elements)	TAUSON & KOZLOV (1973)	PLUMASITIC LEUCOGR.	ULTRA-MM GRANITES	PALINGENIC GRANITES (Normal and Subalkalines)			PLAGIO- GRANITES	AGPAITIC LEUCOGRANITES		
	PEARCE et al. (1984)	COLG - Collision Granites (Syntectonic)			PALINGENIC GRANITES (Post-tectonic)		VAG Volcanic Arc Granites	ORG	WPG Within Plate Granites	
ASSOCIATED MINERALIZATIONS	XU KEQIN et al. (1982)	TRANSFORMATION - TYPE (Continental crust)			SYNTEMS - TYPE (Transitional crust)			MANTLE-DERIVED - TYPE		
TECTONIC ENVIRONMENT	PITCHER (1983 & 1987)	HERCYNOTYPE		CALEDONIAN - TYPE		ANDNOTYPE	W.PACIFIC TYPE	NGERA - TYPE		
SUGGESTED SYNTHETIC CLASSIFICATION		MPG		CPG		KCG	ACG	ATG	RTG	PAG