

Vulkanizmus a jeho následky

III b.

III. Produkty vulkanické aktivity

David Buriánek

Ignimbrity

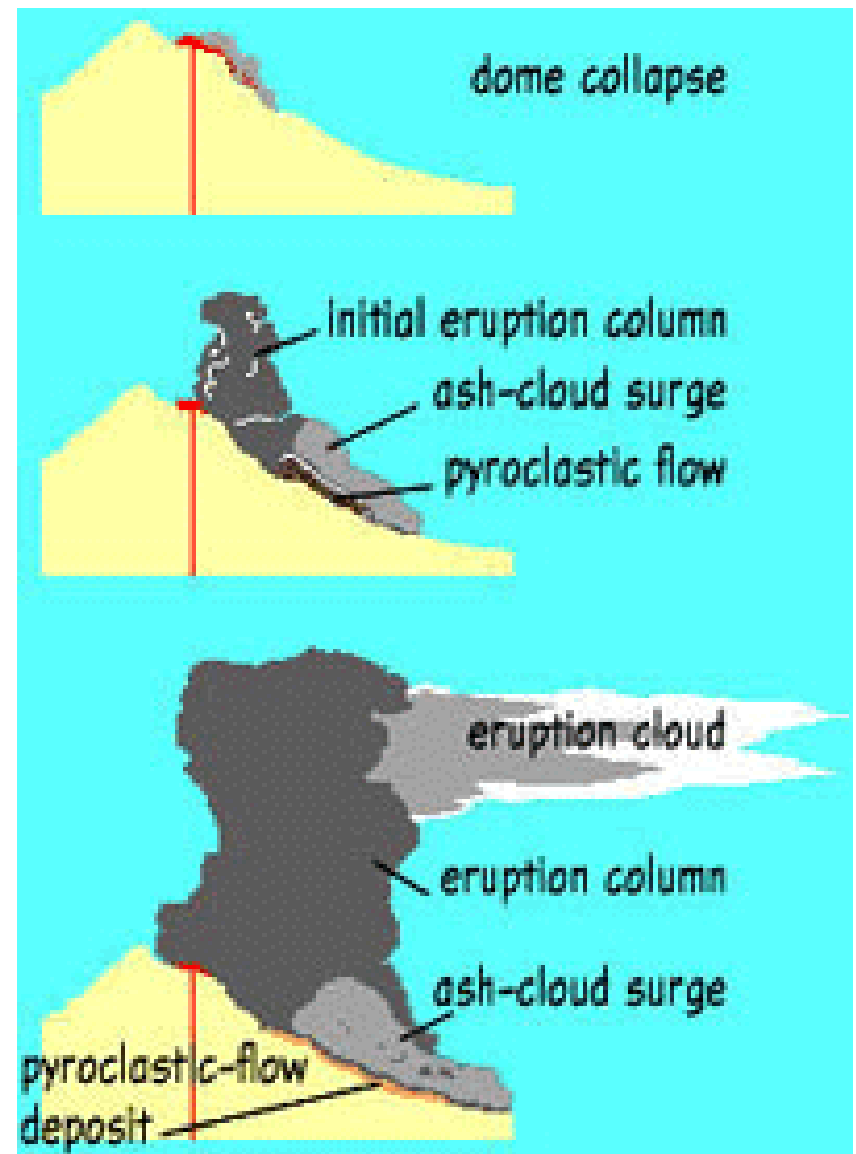
- Ignimbrit (ignis- oheň, imbris- sprcha) je produkt erupcí převážně kyselých láv (vzácně intermediální až bazické)
- má formu žhavého vulkanického oblaku, který se pohybuje v subhorizontálním směrem
- velmi často jde o směs pevných a roztavených částic dispergovanou v přehřáté směsi vulkanických plynů a vodních par, která se pohybuje po zemském povrchu jako proud či lavina
- po zastavení pohybu dochází v důsledku zbytkového tepla k plastické deformaci jednotlivých fragmentů a k spečení jednotlivých útržků (pemza, vulkanické sklo, litické úlomky, krystaly nebo jejich úlomky) do kompaktní masy
- Stupeň spečení může být různý a místy mohou ignimbrity dokonce nést známky plastického toku

symbol

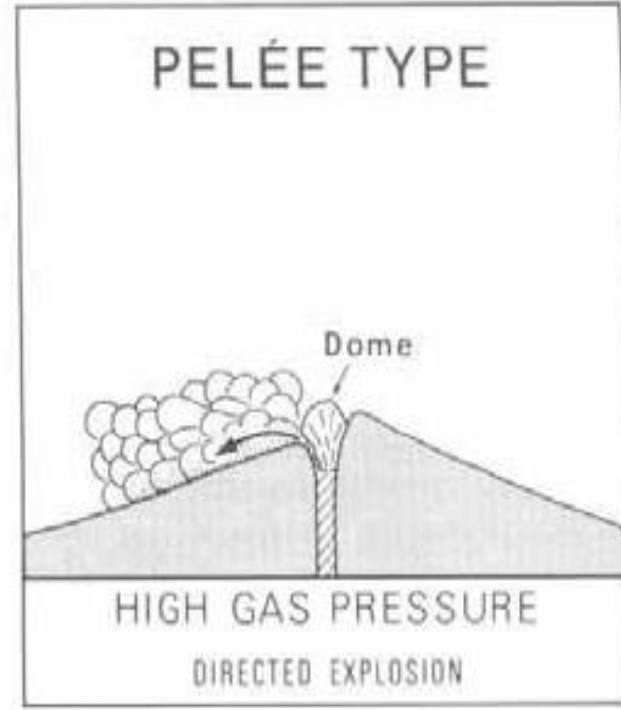
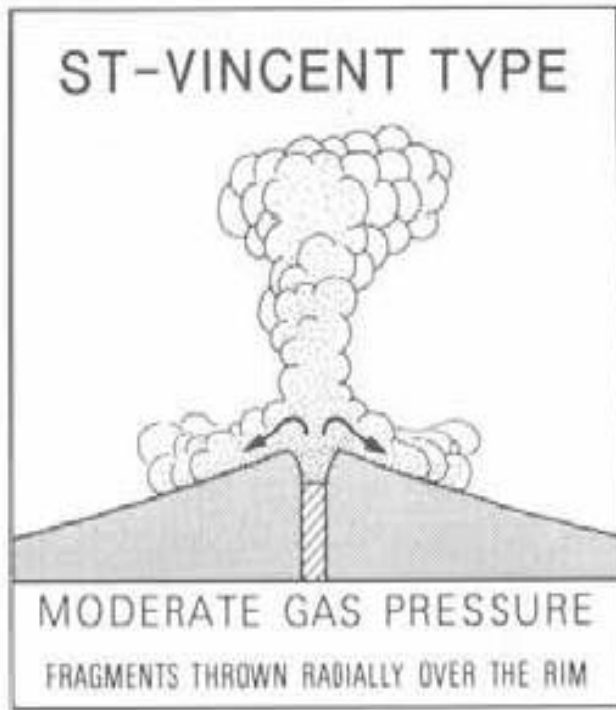
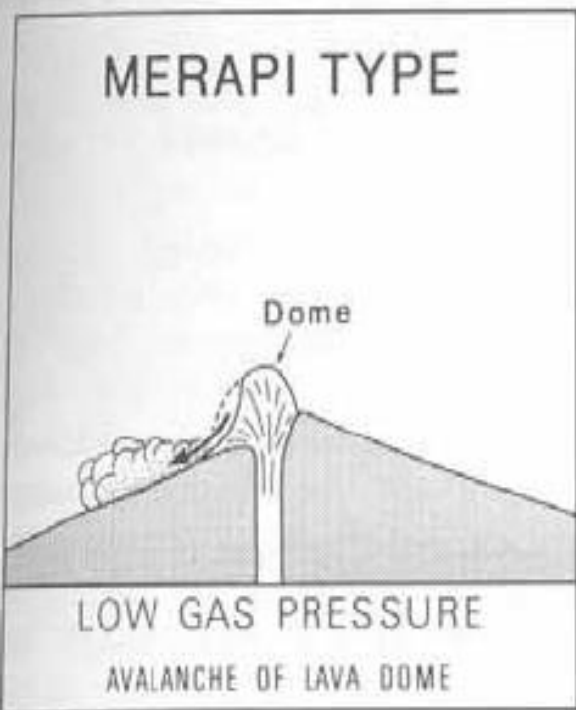


Ignimbrity definice

- A. podle Marshalla in Svoboda ed. (1983) je pyroklastické horniny s pseudofluidální texturou a vitroklastickou strukturou
- skládají se ze zploštělých a deformovaných útržků sklovité a vitrofyrické lávy,
 - vyrostlic a xenolitů uložených v jemné (popelové) mezostázi
 - úlomky mohou být slabě spečené nebo i nespečené, a pak přecházejí do tufů
 - většinou složení ryolitů a dacitů.
- B. podle Le Maitre ed.(1989) spečený tuf složený z krystalů a horninových fragmentů uložených v základní sklovité hmotě
- v některých případech je spečení tak silné, že původní střípkovitá textura je potlačena
 - složení je většinou kyselé a intermediální

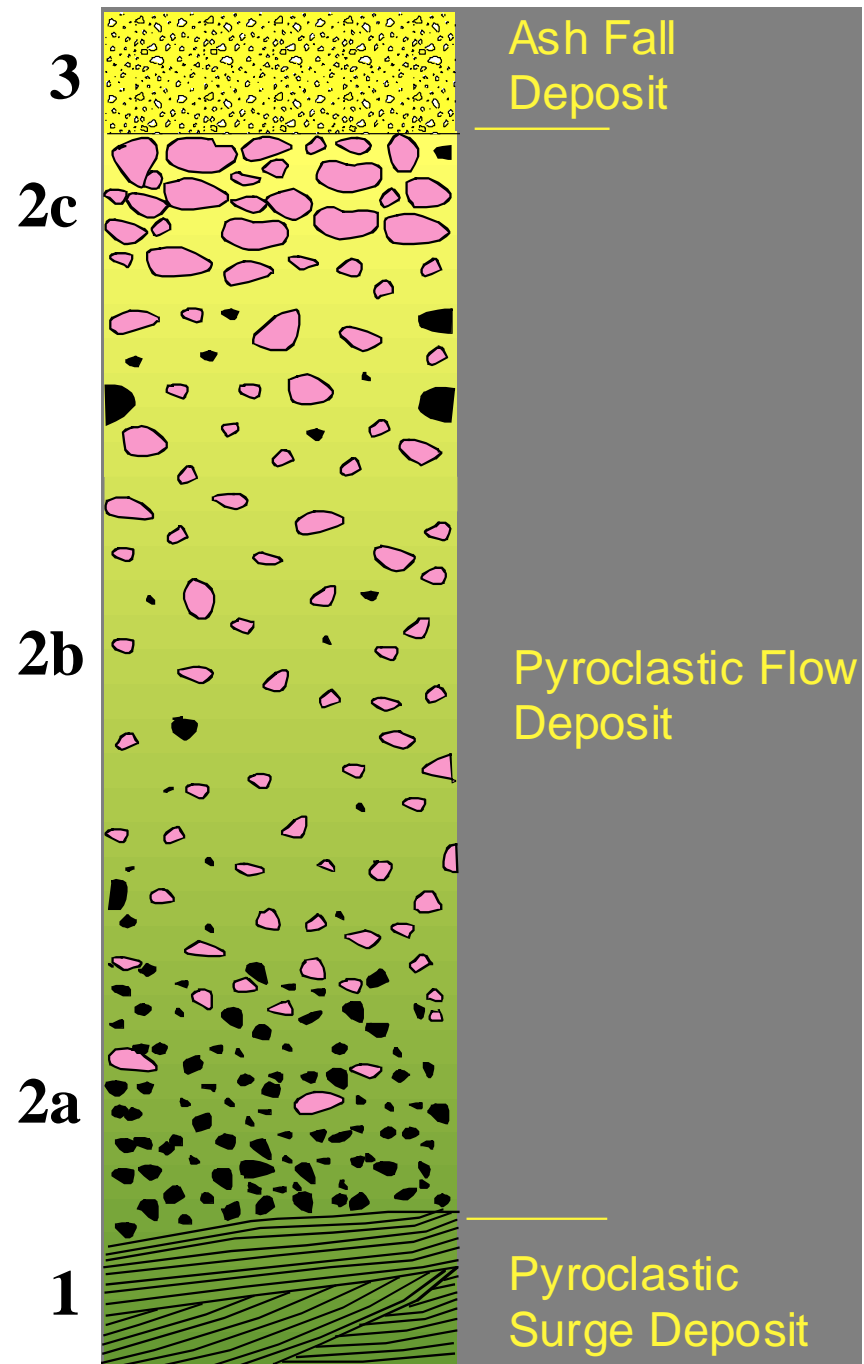


Mt. Unzen nuée ardentes: The diagram here demonstrates the sequence of events associated with the 1991-95 nuée ardente eruptions from Mt. Unzen, Japan. Collapse of a growing lava dome generates the nuée ardente. Within seconds a faster-moving cloud of smaller ash-sized fragments (the ash-cloud surge) forms above and in front of the nuée ardente. In some cases, dome collapse is attributed to explosive eruption at the summit crater. Explosive collapse may clear the throat of the volcano, thus generating vertical eruption columns. Over a four-year period, hundreds of nuée ardentes erupted from Mt. Unzen's summit area. Many of these swept down the populated Mizunashi River valley displacing thousands of people and destroying several hundred homes and precious farmland.



- Merapi typ: v kráteru roste dóm tvořený kyselým viskózním magmatem, který se v důsledku gravitace rozpadne (Merapi, Indonésie 1951)
- St Vincente typ (Soufrière): erupční sloupec se neudrží dlouho (díky ztrátě tlaku) a kolapsem vznikne pyroklastický proud na svazích vulkánu (St Vincente, 1902), který je oproti ostatním ignimbritům relativně chladný
- Peléský typ : dóm z viskózního magmatu blokuje přírodní kanál, v důsledku narůstajícího tlaku dojde k explozi a uvolněný materiál se pohybuje nejen po svahu sopky ale v některých případech se může pohybovat i laterálně (Mont Pelée, 1902)

- vrstva 1 křížové zvrstvení surge sedimentů s proměnlivou zrnitostí vznikající v čelním klínu nastupujícího proudu
- vrstva 2a normální gradace litických klastů
- vrstva 2b hlavní těleso ignimbritu (lehká pemza se koncentruje na povrchu proudu a těžší litické klasty klesají na bázi)
- vrstva 2c opačná gradace v pemzových klastech
- vrstva 3 popelová vrstva provázející ignimbrity (co-ignimbrite), je výsledkem sedimentace z prachového mraku, který provází pyroklastický proud



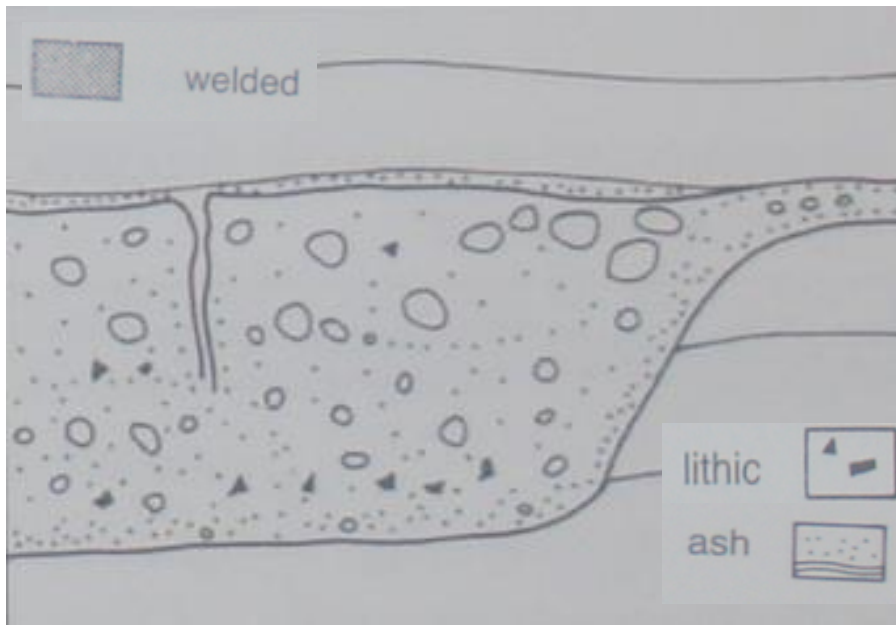
Průřez typickým ignimbritovým proudem: na bázi jsou surge sedimenty, následuje střední část proudu a horní popelová napadávka - růžové klasty jsou pemza, černé klasty reprezentují hustší litické fragmenty (Sparks *et al.* 1973, *Geology*, **1**, 115-118. Geol. Soc. America)



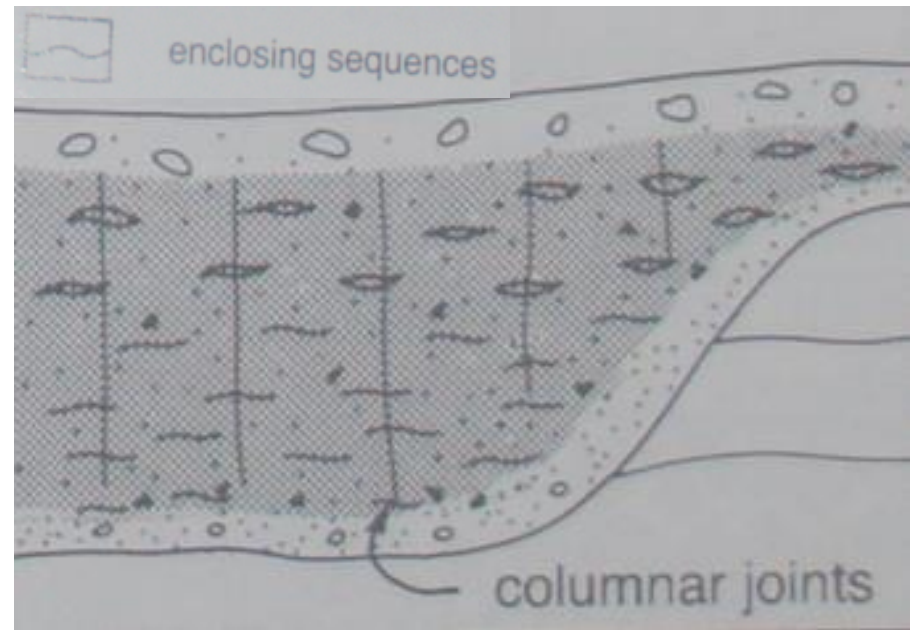
Ignimbrite block and ash, vrstva 2b, Boaco (D134)



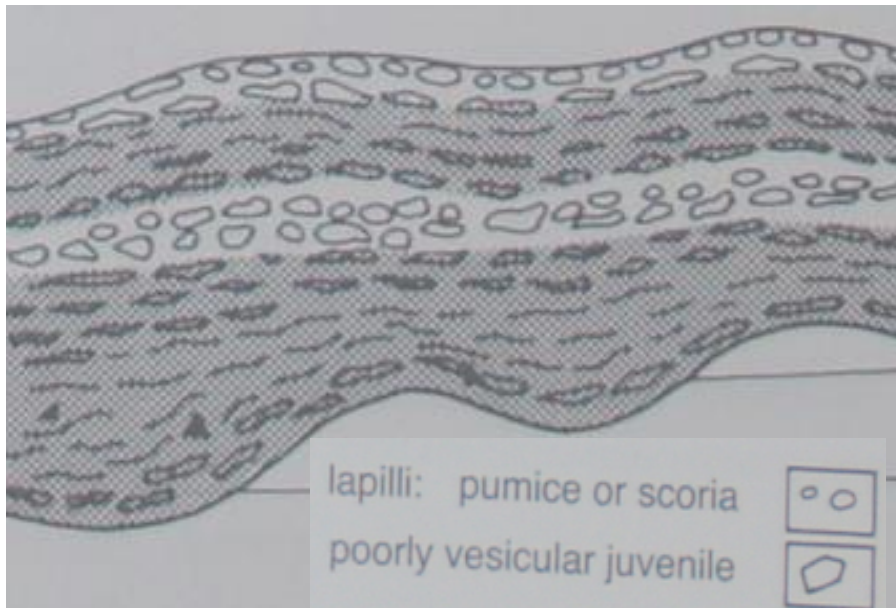
Poloha ignimbitu s penzou (2c), Boaco



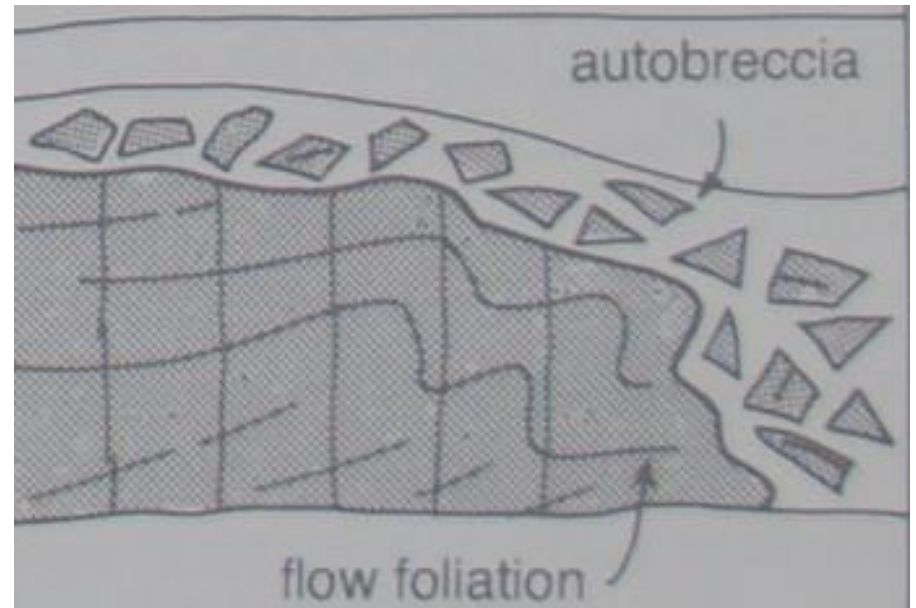
Nespečený ignimbrit



Spečený ignimbrit



Spečené pyroklastické napadávky



Ignimbrit připomínající lávu



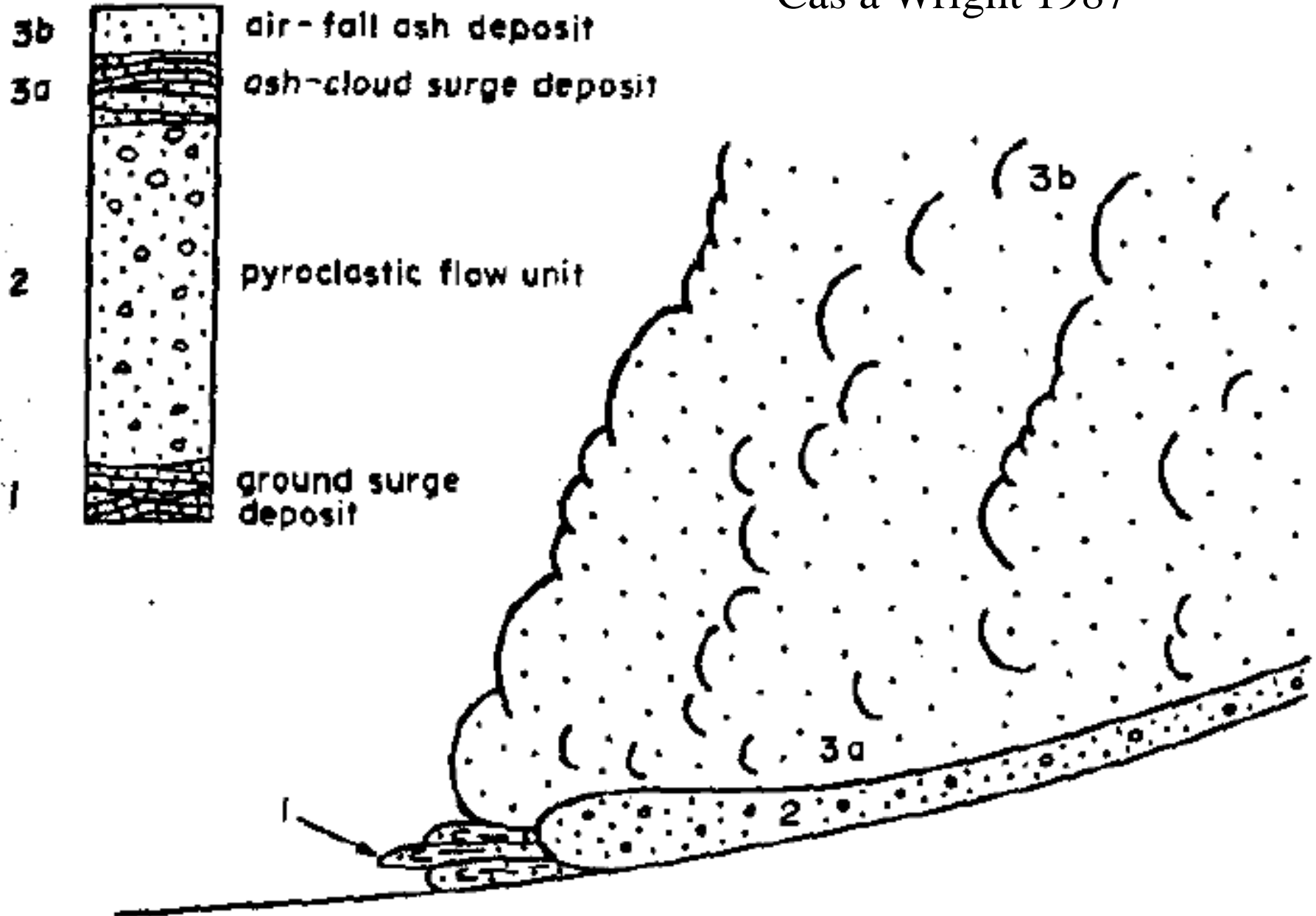
Fiamme ve spečeném ignimbitu, Boaco (D127)

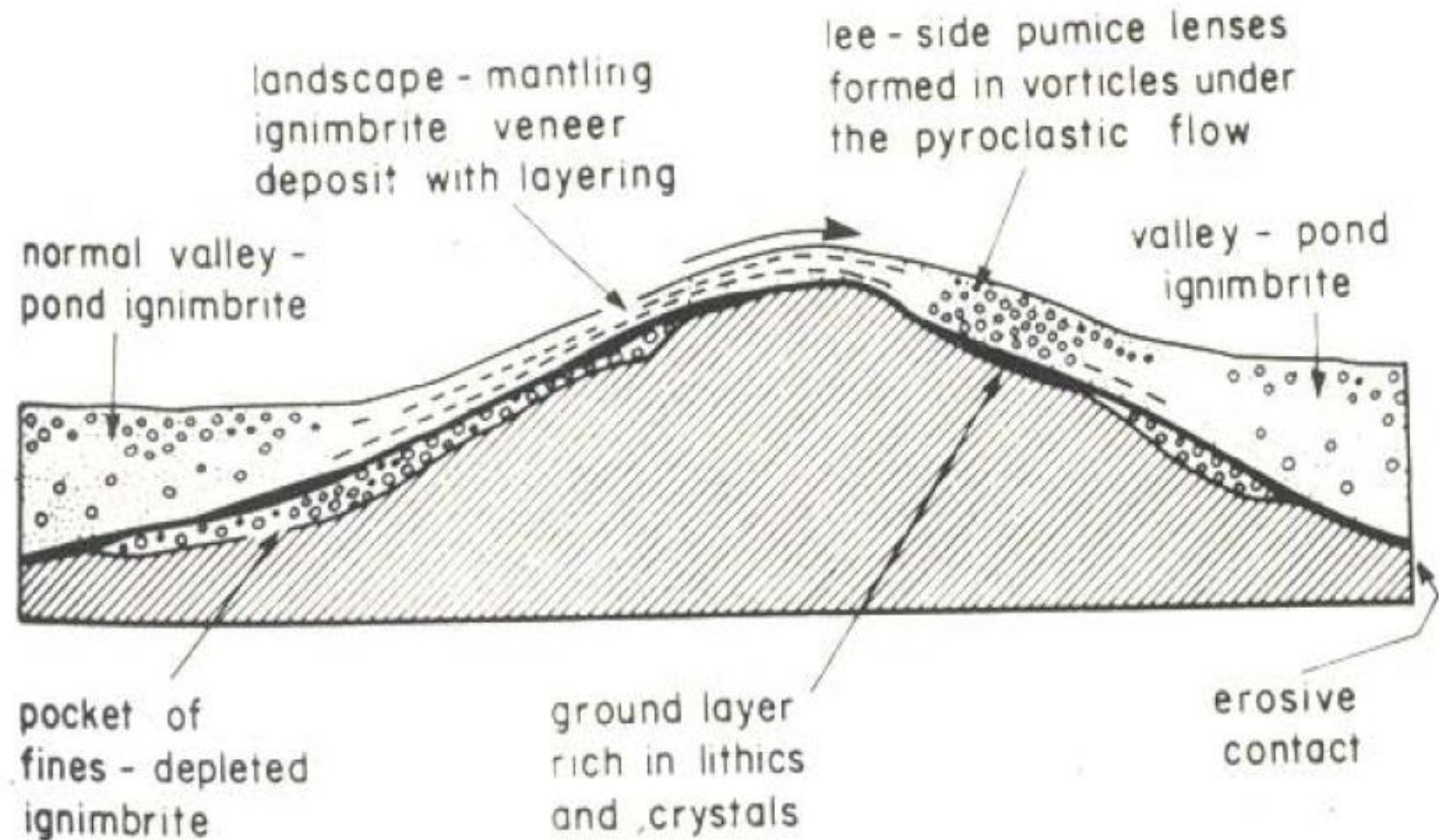


Fiamme ve spečeném ignimbitu, Mongolsko, perm

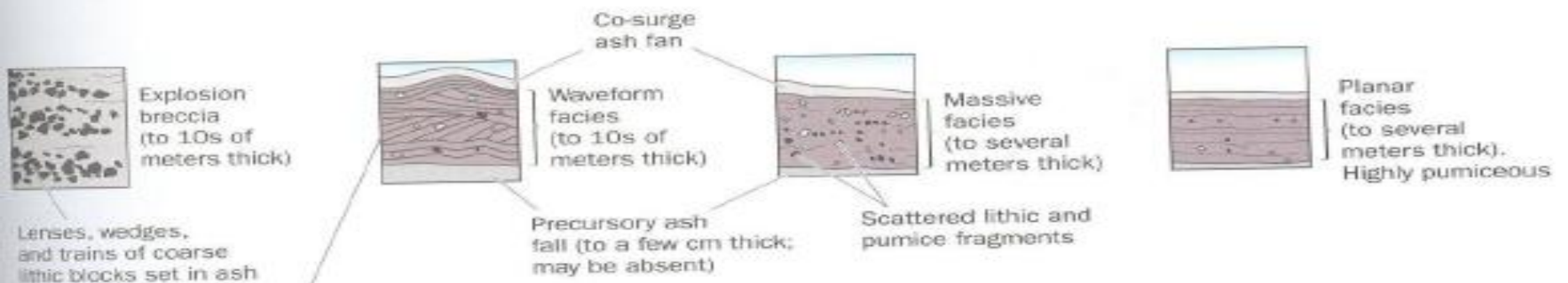
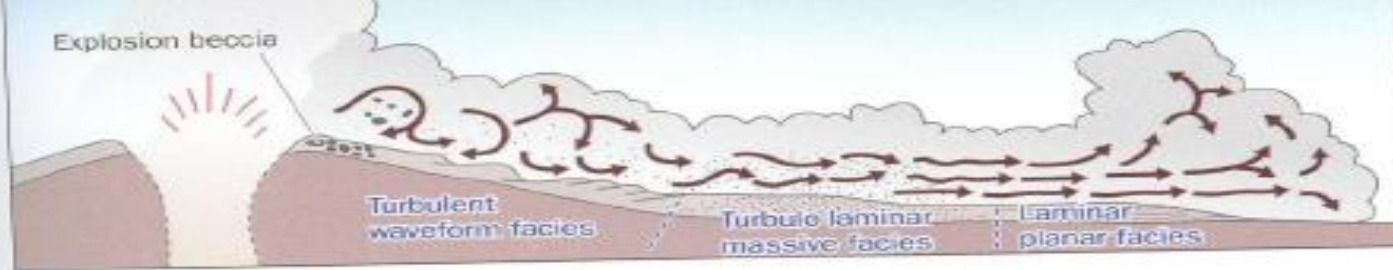


Na bázi jsou surge sedimenty v nadloží následuje střední část ignimbitového proudu , Boaco (D219)

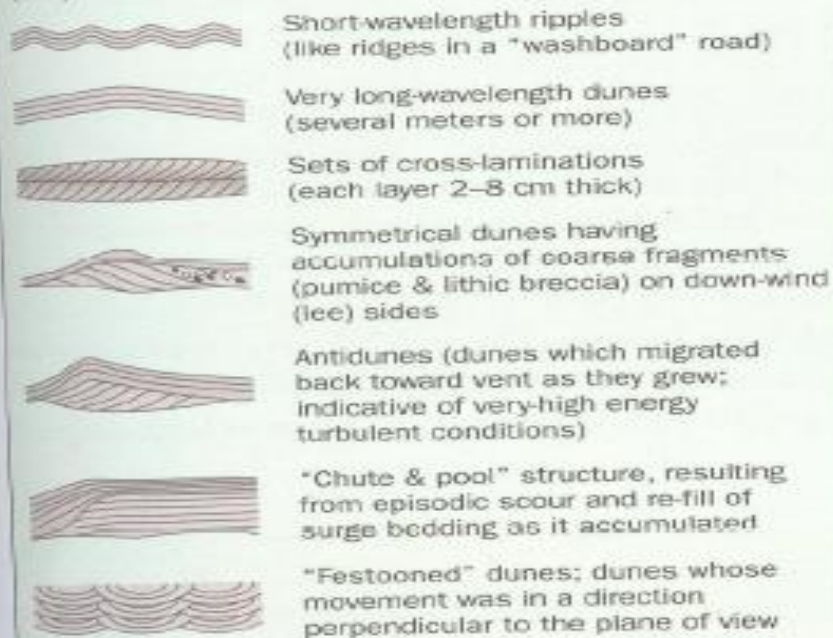




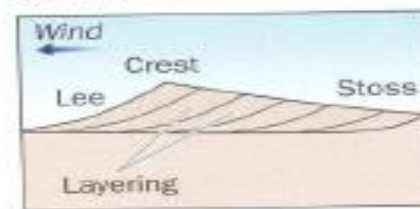
- většinou se pyroklastické proudy pohybují terénními depresemi (vodní toky) ale mají energii překonat i terénní nerovnosti



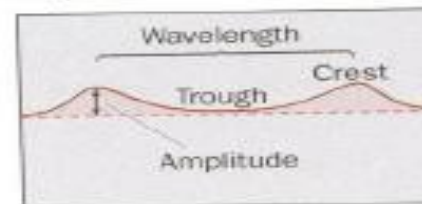
Common wave-forms seen in waveform facies (adapted from Wohletz, 1998)



Architecture of an ordinary sand dune, in cross section



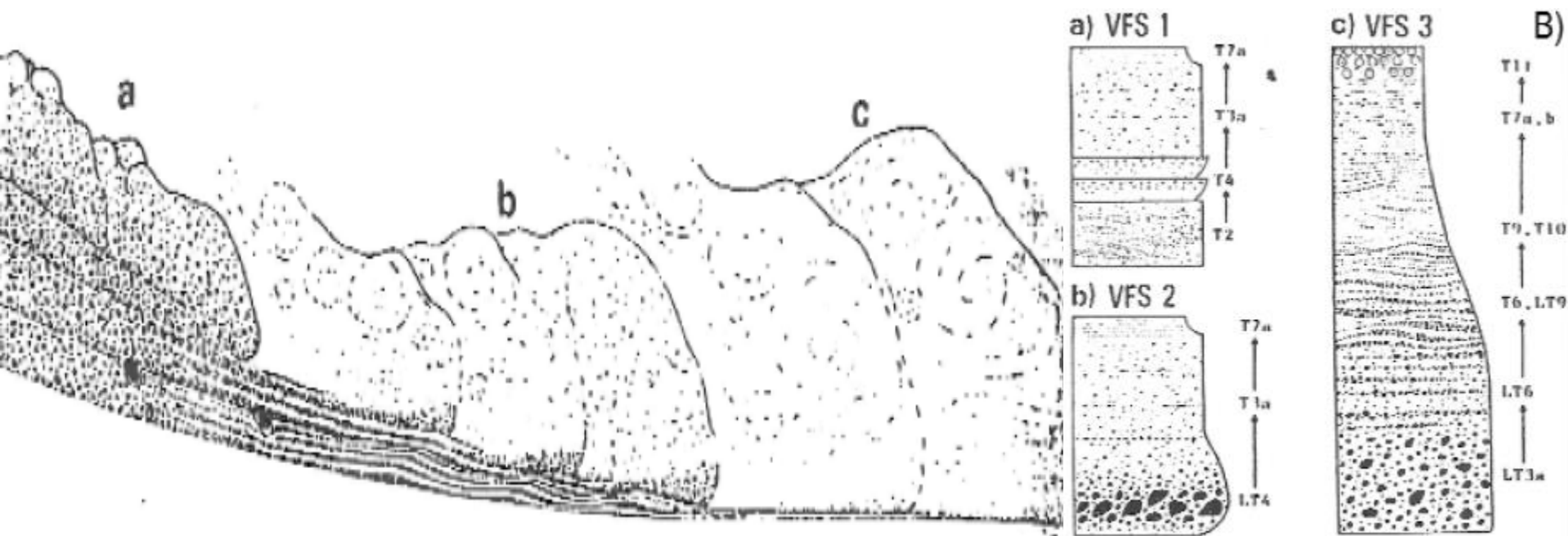
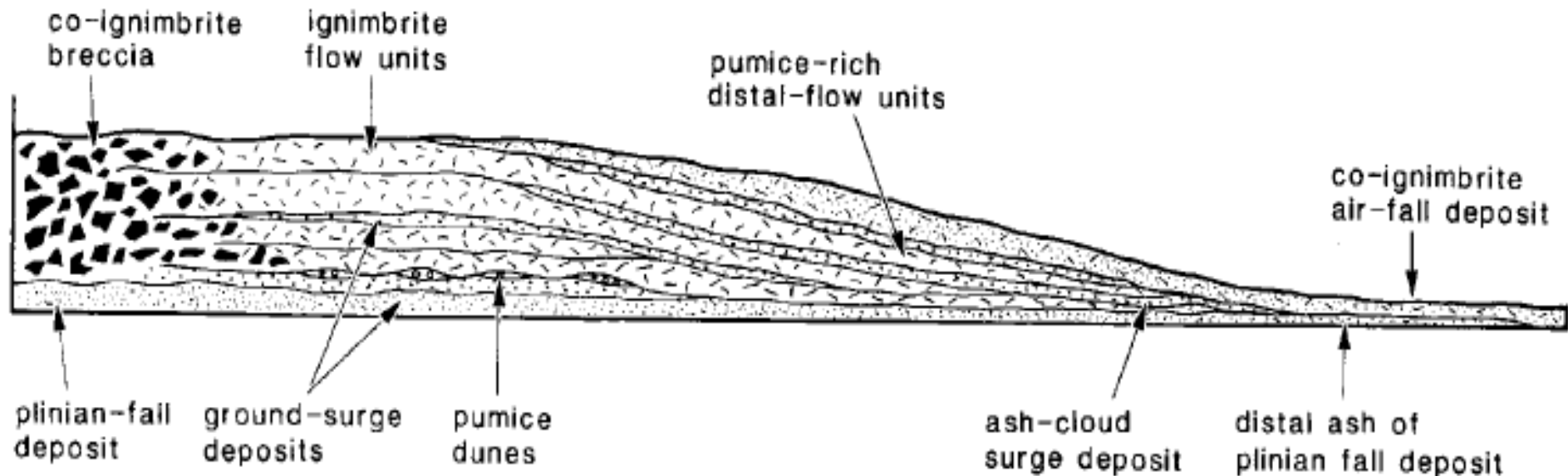
Amplitudes and wavelengths

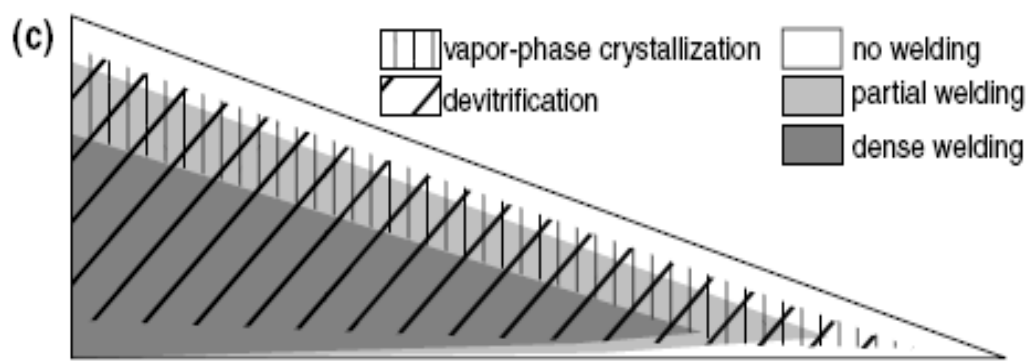
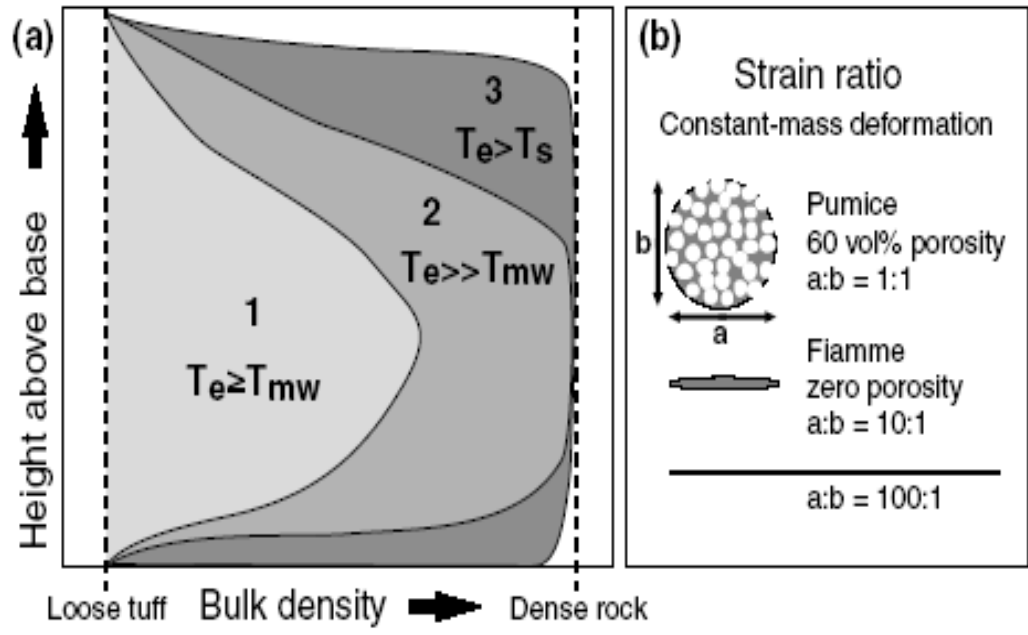
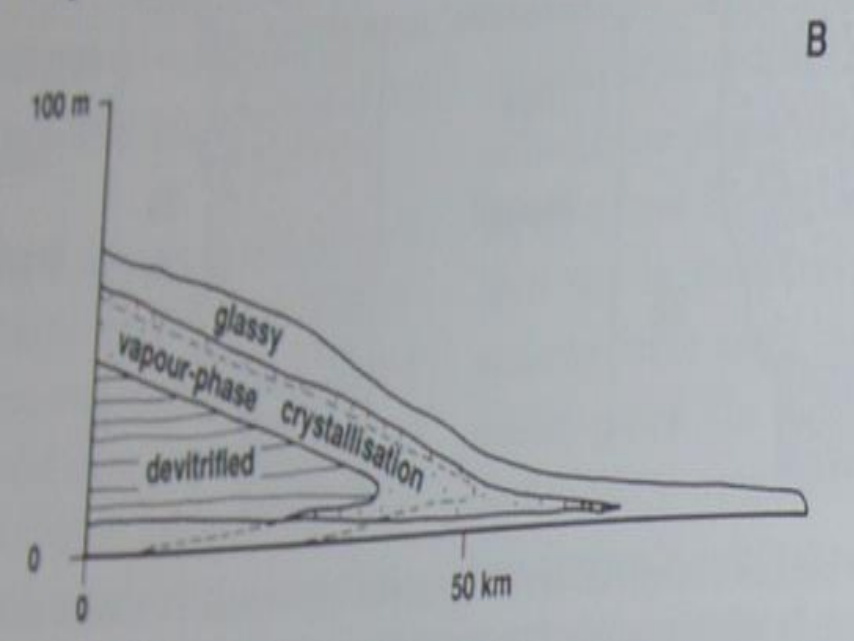
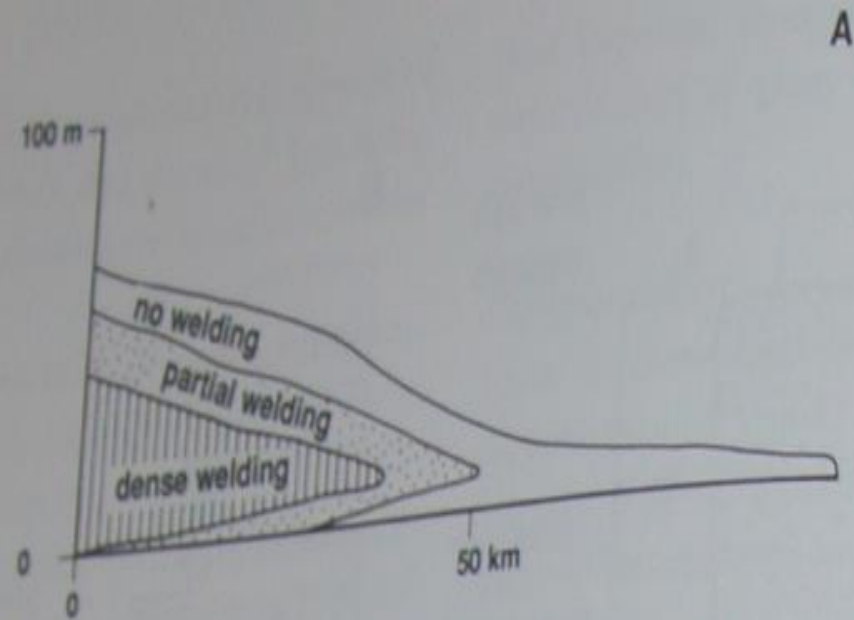


PROXIMAL

MEDIAL

DISTAL





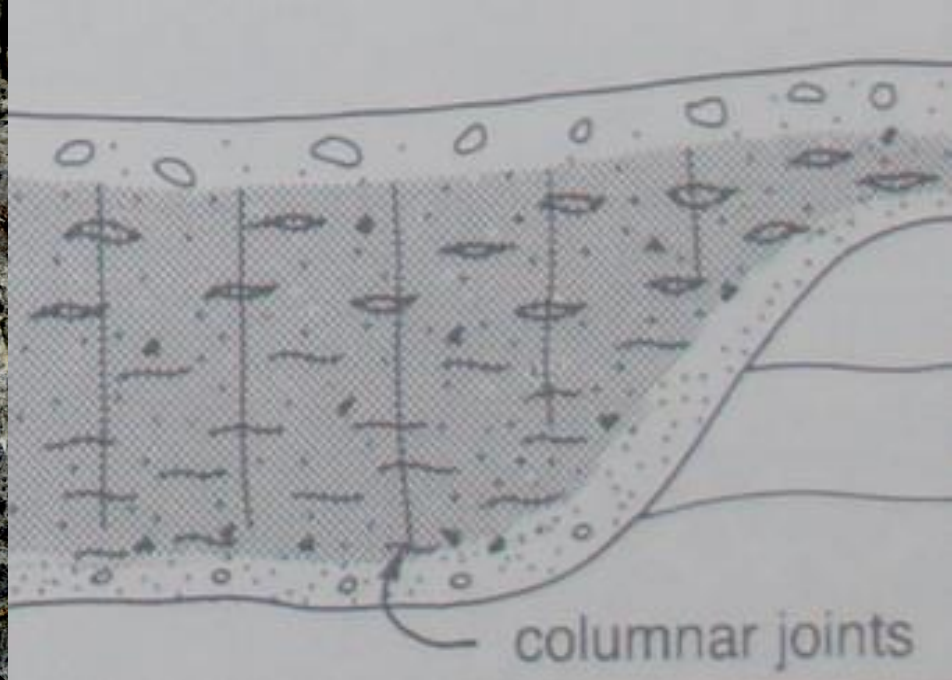
(a) Schematické znázornění závislosti mezi hustotou ignimbritového proudu vzdáleností od báze proudu a teplotou proudu T_e , křivky 1 a 2 omezují oblast kde je ignimbrit částečně spečený (T_{mw} = minimální teplota potřebná pro spečení, T_s = teplota solidu dané horniny)

(b) zobrazuje změny geometrie pemzových klastů během spékání, hmotnost sice zůstává stejná ale klesá objem v důsledku zmenšování pórů, na výsledný také má také vliv tok

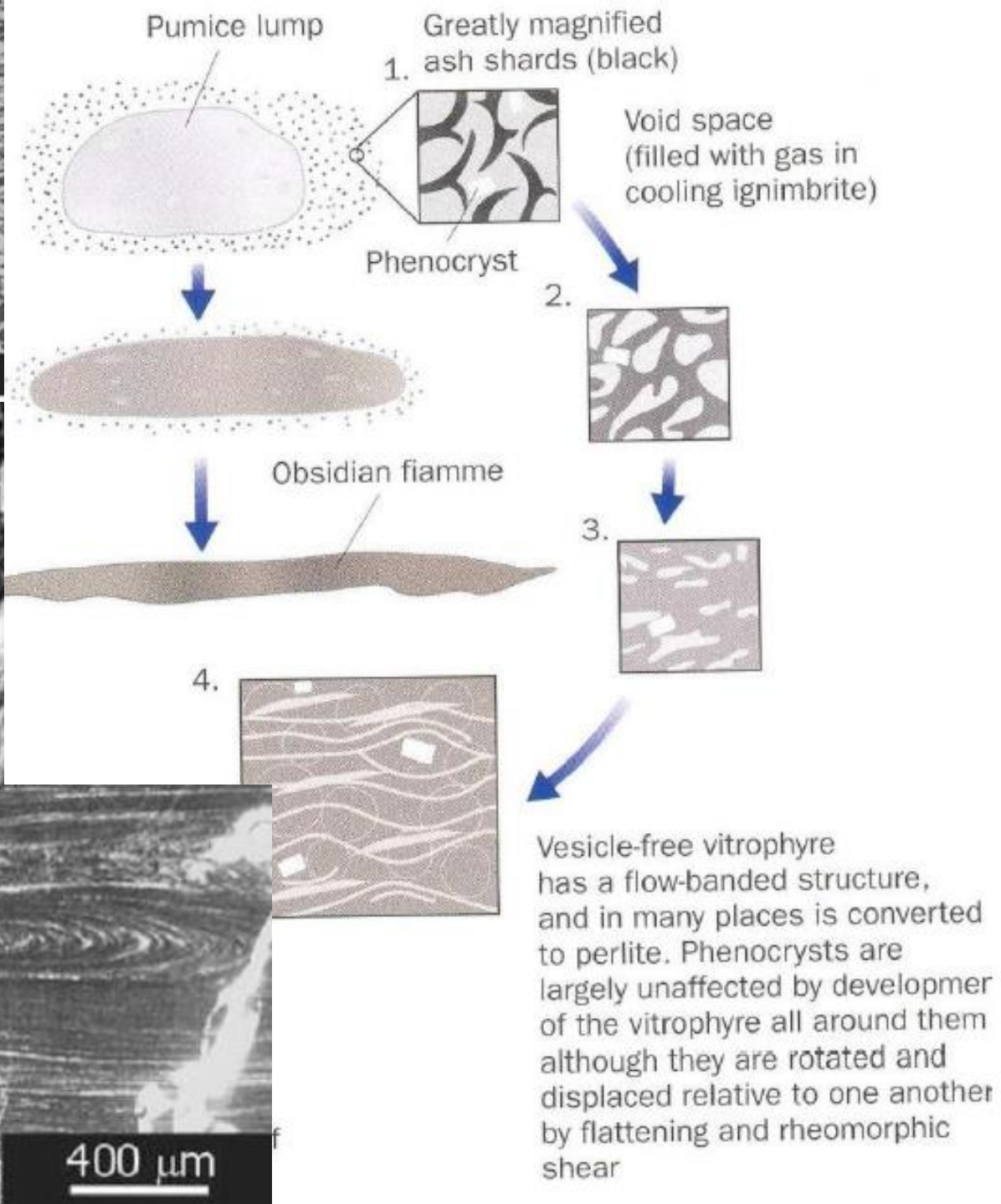
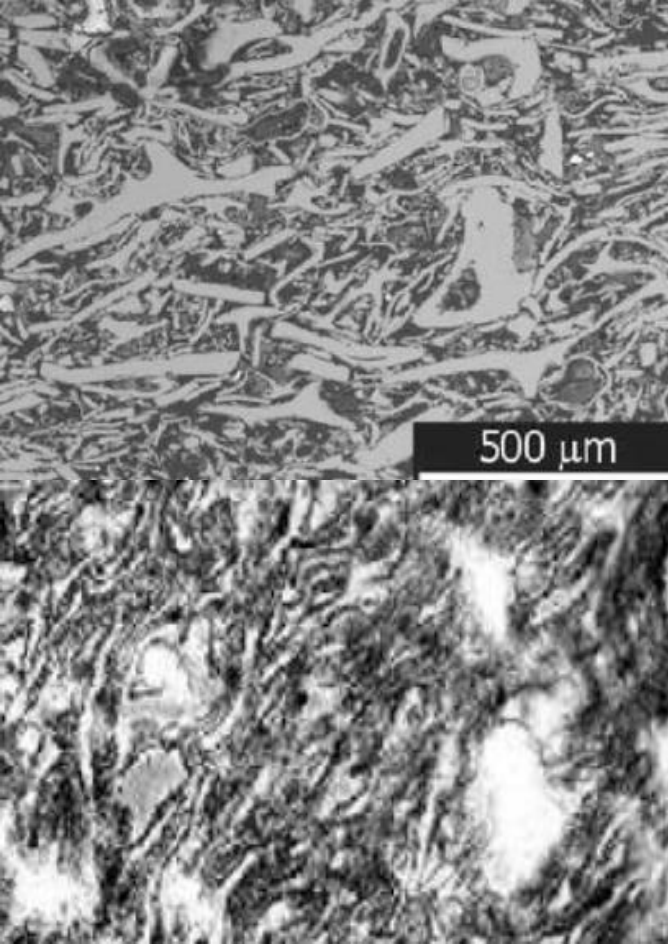
(c) zjednodušený řez přes ignimbritový proud a znázornění procesů které jednotlivé vrstvy postihují.

Průřez proudem jednoduše chladnoucího ignimbitu postiženým spečením (A) a krystalizací (B), čerchovaná čára (B) ohraňuje zónu spečení (A), devitrifikační zóna obsahuje sferule granofyrickou krystalizací (Smith, 1960)

Okraj ignimbritového proudu (Mongolsko)



Průřez permským ignimbritovým proudem (Mongolsko)



Sloupcová odlučnost ignimbritů

- jednotlivé části tohoto výchozu se liší
- v horní části jsou andesitové ignimbrity dole ryodacitové
- obě zóny nejsou spečené ani zhutněle. Andezitová vrstva má sloupcovitou odlučnost což naznačuje její vyšší teplotu při usazení (vzniká při schlazení)



1. lávové proudy

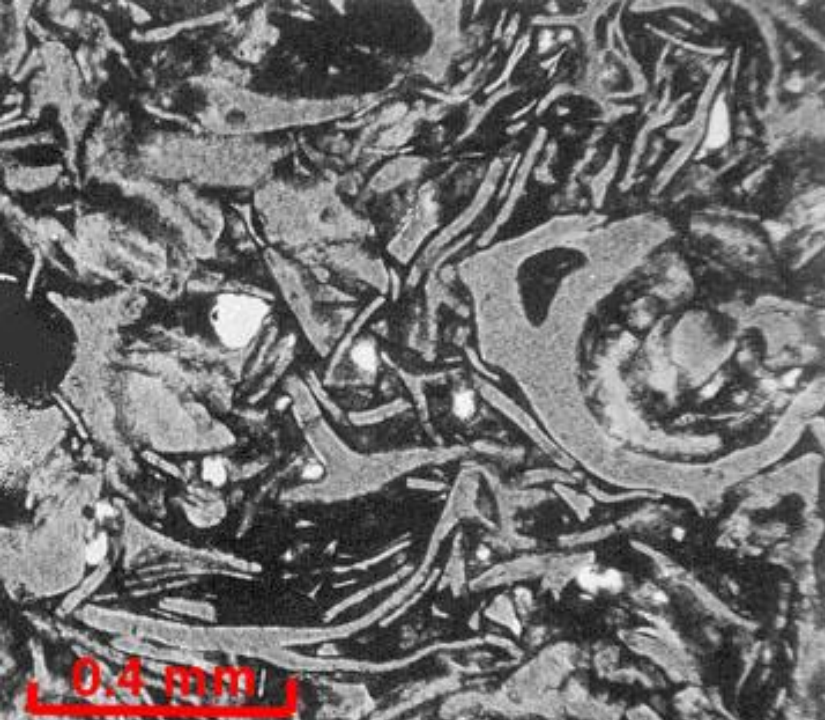
- nepodrcené vyrostlice
- tokové struktury (foliace) jsou sledovatelné na velkou vzdálenost

2. výrazně spečené ignimbrity

- podrcené krystaly
- pemzové klasty jsou spečené a protažené
- úlomky skla
- litika

Nespečené struktury (*NONWELDED TEXTURES*)

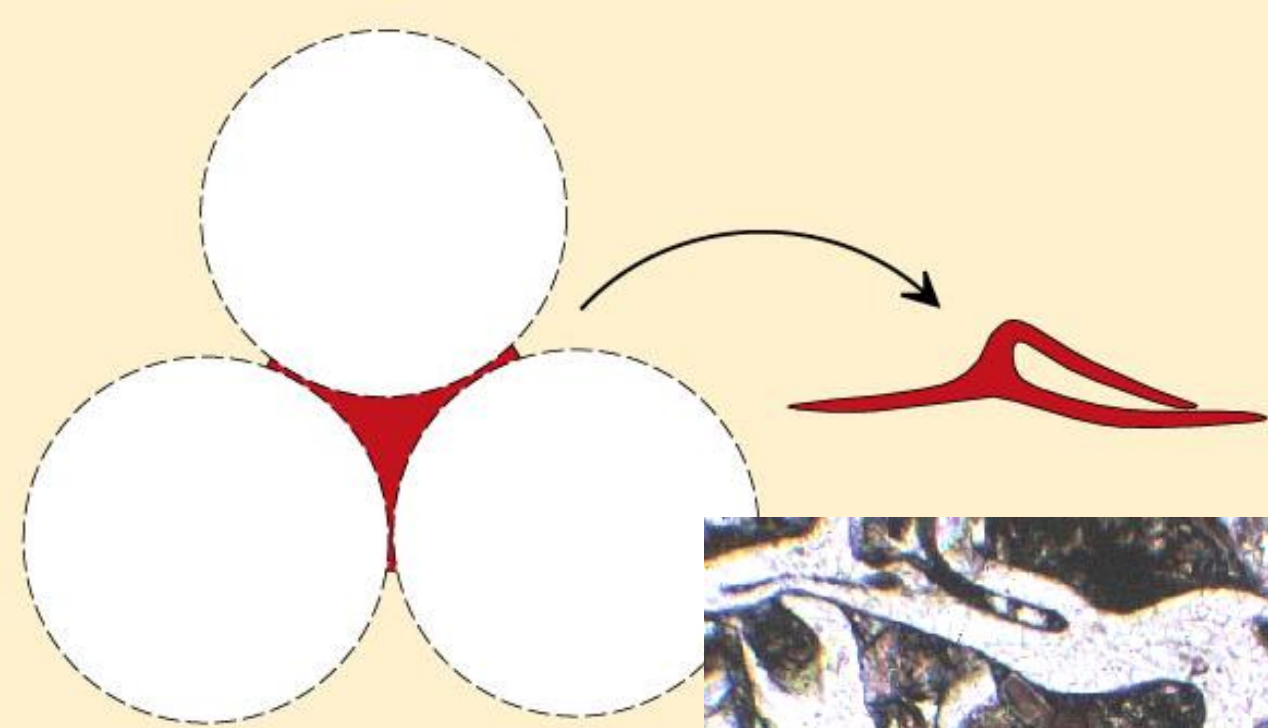
- Nespečené ignimbrity (Nonwelded ignimbrites):
- nespečené ignimbrity se od spečených liší už na výchoze.
- Střepiny skla (Glass shards) vzniklé při rozpadu lemu skleněných bublin které tvoří dutiny v pemze (pumice).
- Vytváří úzké protáhlé segmenty s plochým nebo hrotovitým zakončením.
- Někdy jsou rozvětvené do tří stran (trojný bod kde se setkávají jednotlivé dutiny v pemze) někdy mohou být zachovány celé fragmenty dutin.
- Také u nespečených je určitý stupeň kompakce který se projevuje uspořádáním úlomků skla.



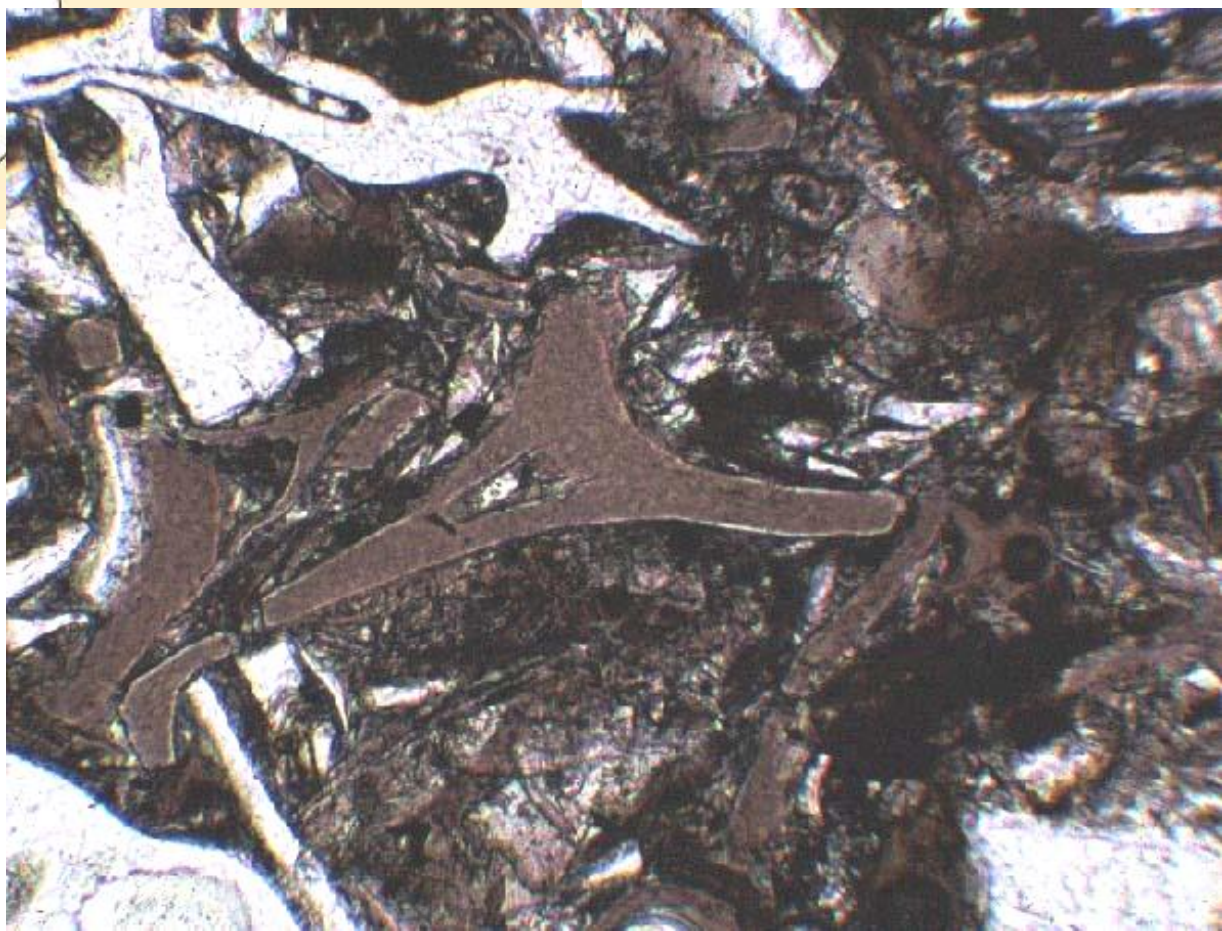
Nonwelded tuff from Sumatra with very slight compaction of glass shards. Note the unusually massive shard center right.

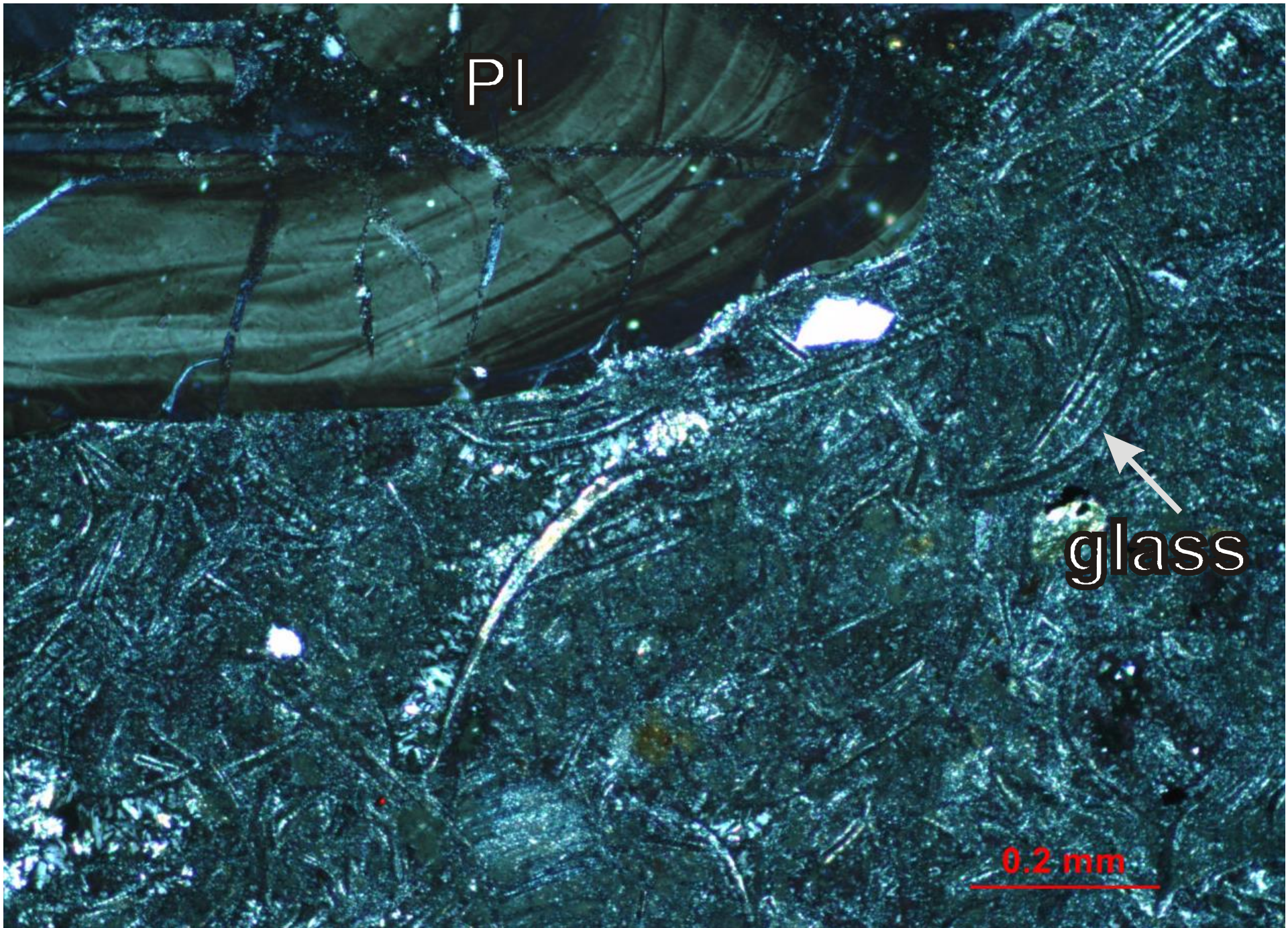
Rattlesnake tuff from central Oregon, displaying slightly flattened shards with unbroken glass bubbles, now in oval

outline.http://www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/



Tavenina deformovaná v trojném bodu mezi bublinami plynu: Rattlesnake ignimbrite, SE Oregon. Width 1 mm. John Winter





PI

glass

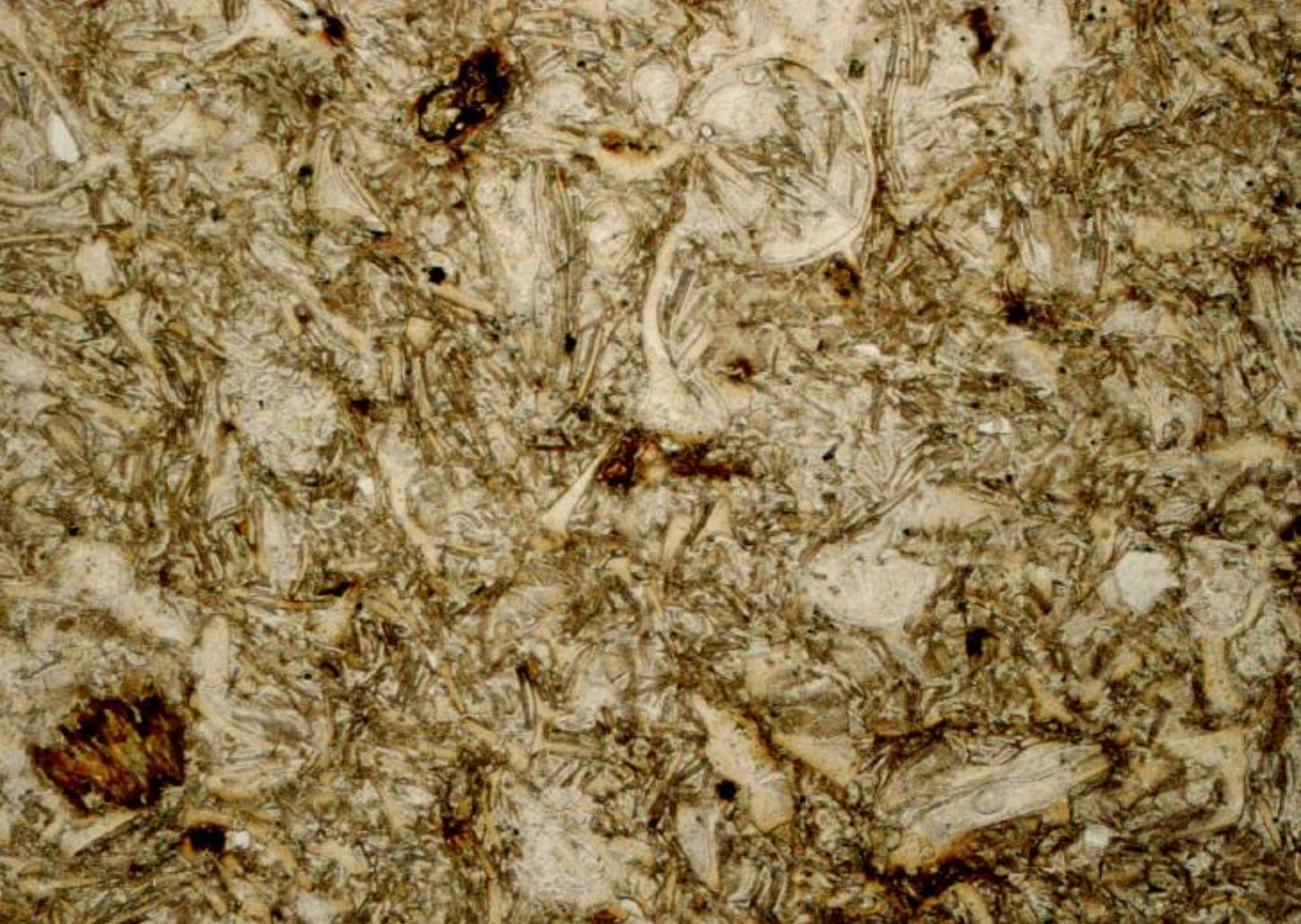
0.2 mm

Nespečený dacitový ignimbrit typ Fonseca s vyrostlicemi živců (D0145), zkřížené nikoly

D28

2 cm

Nspečený dacitový ignimbrit typ Fonseca



Nespečný ryolitový ignimbrit (Mongolsko, H0503)



Nespečený ignimbrit, Boaco (DD155)



Nespečený ignimbrit, Tajo la Pista

Spečené struktury (*WELDED TEXTURES*)

- spečení a kompakce jsou dobře patrné na deformaci úlomků skla a fragmatů pemzy což se projevuje:
- 1) kolapsem střepin skla ve tvaru Y a okrajů bublin,
- 2) uspořádáním protáhlých krystalů a litických fragmentů
- 3) obtékání skelných úlomků kolem litických fragmentů a krystalů
- 4) kolaps pemzových úlomků do lentikulárních fragmentů zvaných fiamme (fiamme)
- stupeň spečení může být značně proměnlivý
- často je zvýrazněn změnou barvy která odráží rozdílná stupeň oxidace
- v extrémním případě může ignimbrit připomínat vulkanické sklo (obsidián) s relikty litických fragmentů, krystalů a protáhlými zbytky (stíny) po úlomcích skla



Welded tuff from SE Idaho. Note marked compression of the shards, but good retention of the shard structures.

Welded tuff from Valles, N. Mex. displaying well-developed parallel alignment of shards and elongate crystal

fragments. http://www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/



Spečený ryolitový ignimbrit (Mongolsko H0099).

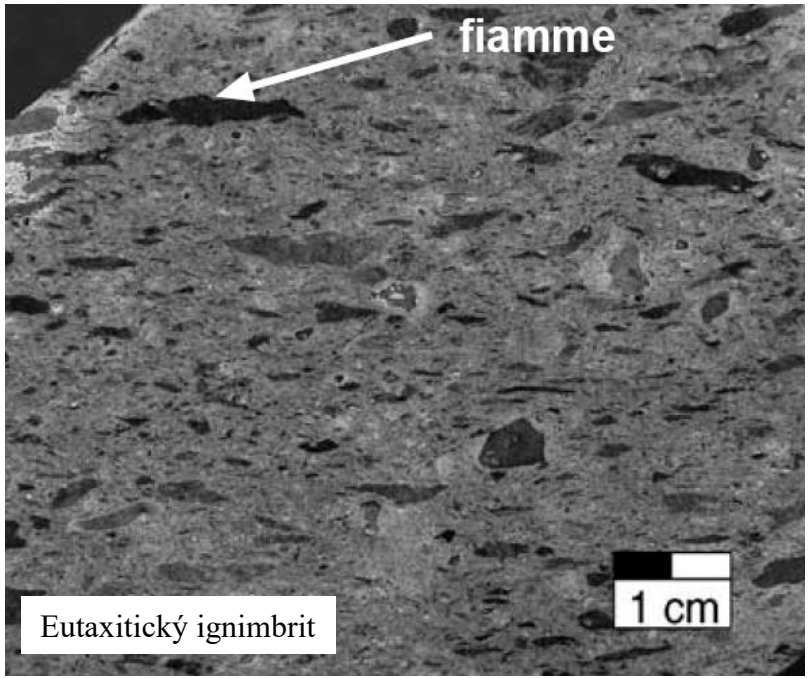


Spečený ignimbrit, Boaco (D155)



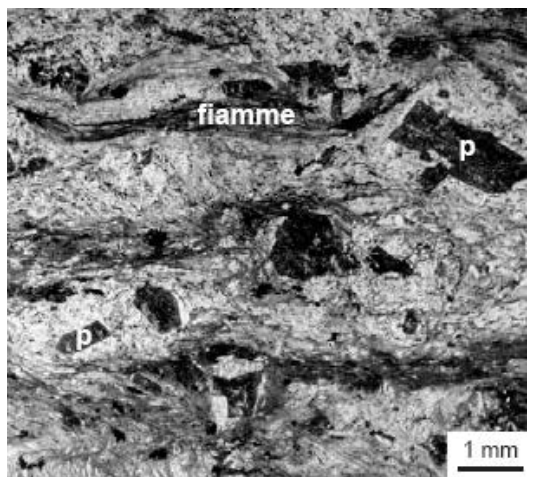
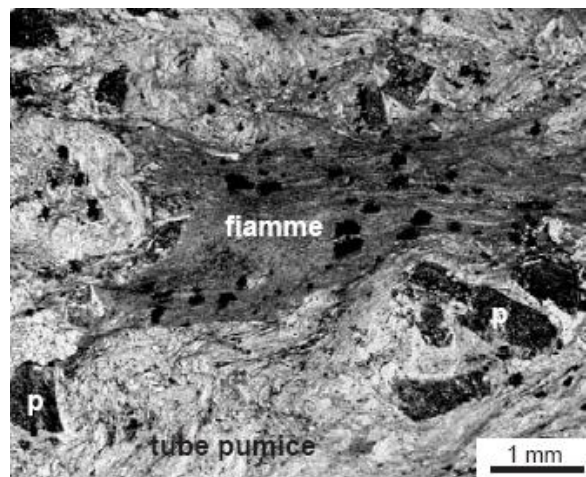
Intenzivně spečený ignimbrit, Boaco (D187)

- typické jsou **fiamme** jsou drobné úlomky vulkanického skla a pemzy protažené v důsledku spečení při usazení nebo plastickým tokem (připomínají čočky vulkanického skla)
- někdy jsou hojné krystaly, úlomky pemzy nebo litické klasy



Welded ignimbrite, Aso, Japan -- Many ignimbrites are hard, densely welded glassy rocks. The pumice fragments that characterize unwelded ignimbrites, are not easily recognizable in welded varieties because they have been compacted into black glassy pancake shapes, known as fiamme. Note the fiamme in the photo shown here. A fiamme-bearing ignimbrite is such as this is said to have a eutaxitic texture. Courtesy of Peter Francis.

Flame-like chlorite+sericite fiamme define the eutaxitic foliation. Uncompacted tube pumice clasts have been preserved in the feldspar+quartz+sericite altered domains and plagioclase crystals (p) are dusted with hematite, carbonate and sericite. Dark chlorite+sericite fiamme with feathery terminations and uncompacted tube pumice clasts in pale feldspar+quartz+sericite. Plagioclase crystals (p) are dusted with hematite and sericite. C.C. Gifkins et al. / Journal of Volcanology and Geothermal Research 142 (2005)





Fiamme, Tajo La Pista



Permský ignimbrit, Mongolsko

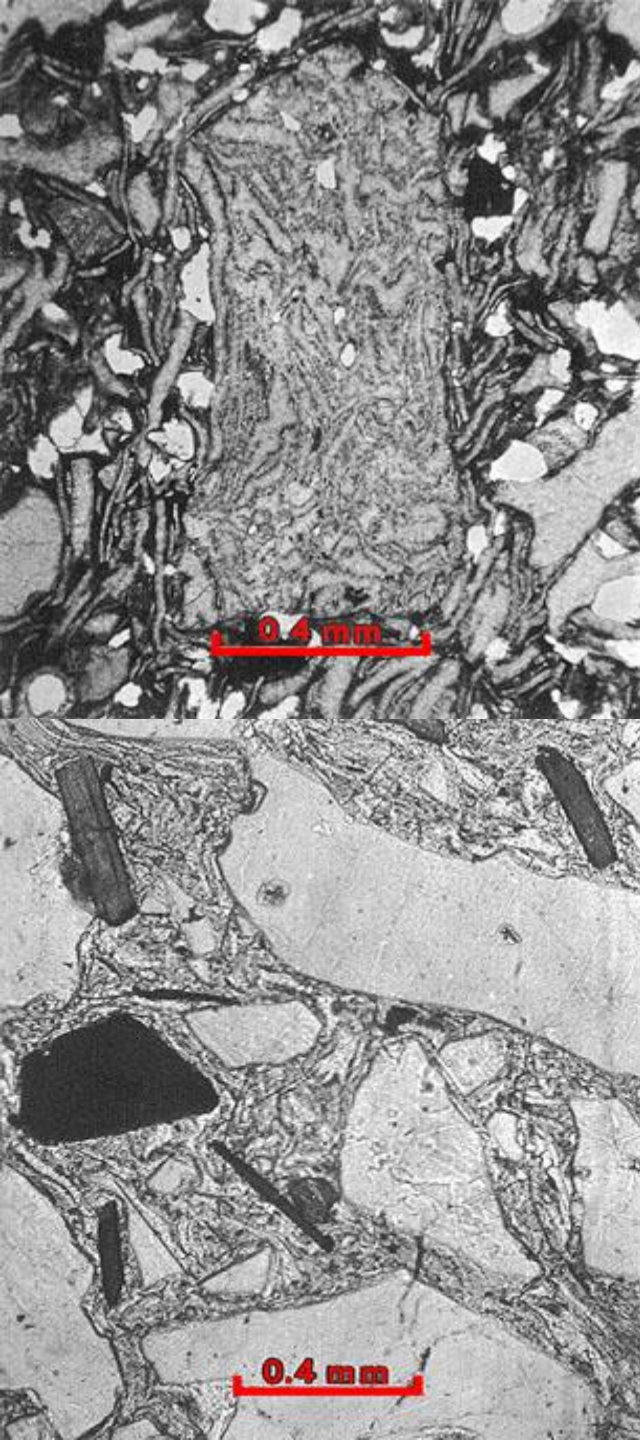
Eutaxitický ignimbrit (*Eutaxitic ignimbrite*)

- eutaxitická struktura (Eutaxitic texture) páskovaná stavba s rozdílnou mineralogií a strukturou pásků
- klasty pemzy jsou spečeny více než popelová matrix
- protože popel tvořený drobnými úlomky skla se ochladil v eruptivním sloupci rychleji než větší úlomky pemzy



Eutaxitický ignimbrit, Boaco (D140, D219)

Tufy bohaté na litické součásti nebo krystalové tufy (*LITHIC- AND CRYSTAL-RICH TUFFS*)



- úlomky pemzy jsou v ignimbritech častější než litické úlomky a části krystalů
- litické fragmenty pochází přímo z magmatu které erupci způsobilo nebo pochází z okolních hornin (starší vulkanity z vulkanického kužele nebo materiál z podloží kužele)
- krystaly bývají většinou derivovány z magmatu které erupci způsobilo
- krystaly se koncentrují především v hlavní části pyroklastického proudu v důsledku vytržidění lehčích úlomků skla, bývají také součástí popelové vrstvy která ignimbrity provází
- fragmentace krystalů bývá považována za výsledek procesů během erupce
- avšak většina krystalu se rozpadne již během výstupu magmatu k povrchu
- většina krystalů obsahuje drobné fluidní inkluze, které se během dekomprese při výstupu magmatu roztrhnou a způsobí rozpad krystalu

A lithic fragment of older welded tuff, displaying marked compaction and distortion of shards, residing in a younger ignimbrite that is poorly welded.

Crystal-rich welded tuff from the 74,000 year-old Toba eruption in Sumatra, displaying compressed glass shards molded around the crystal fragments of quartz, feldspar, and biotite. http://www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/

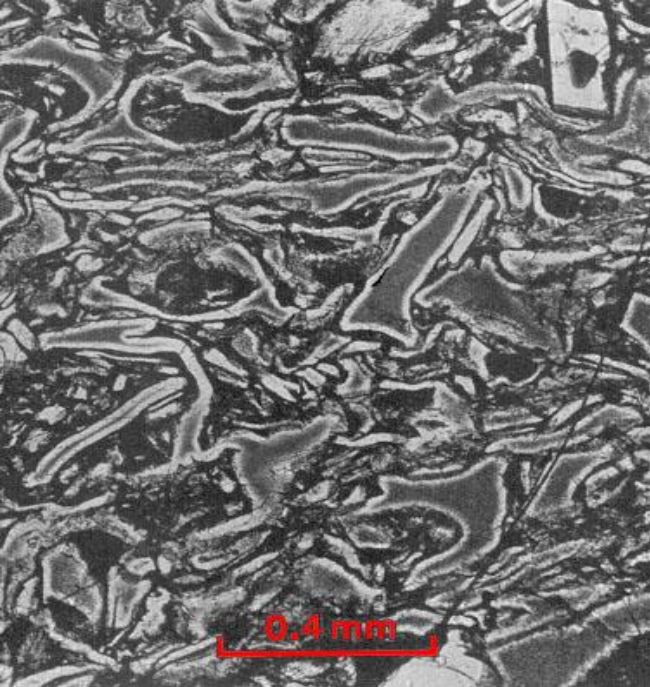


Ignimbrit (krystalový tuf), Boaco (D228)

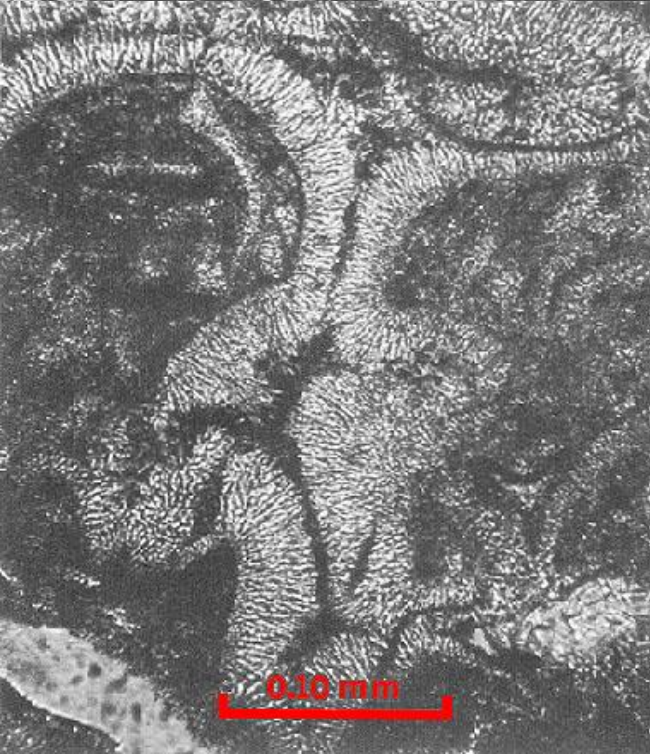


Ignimbrit (krystalový tuf), Boaco (D31)

Devitrifikace, axiolitická struktura (*DEVITRIFICATION, AXIOLITIC TEXTURES*)



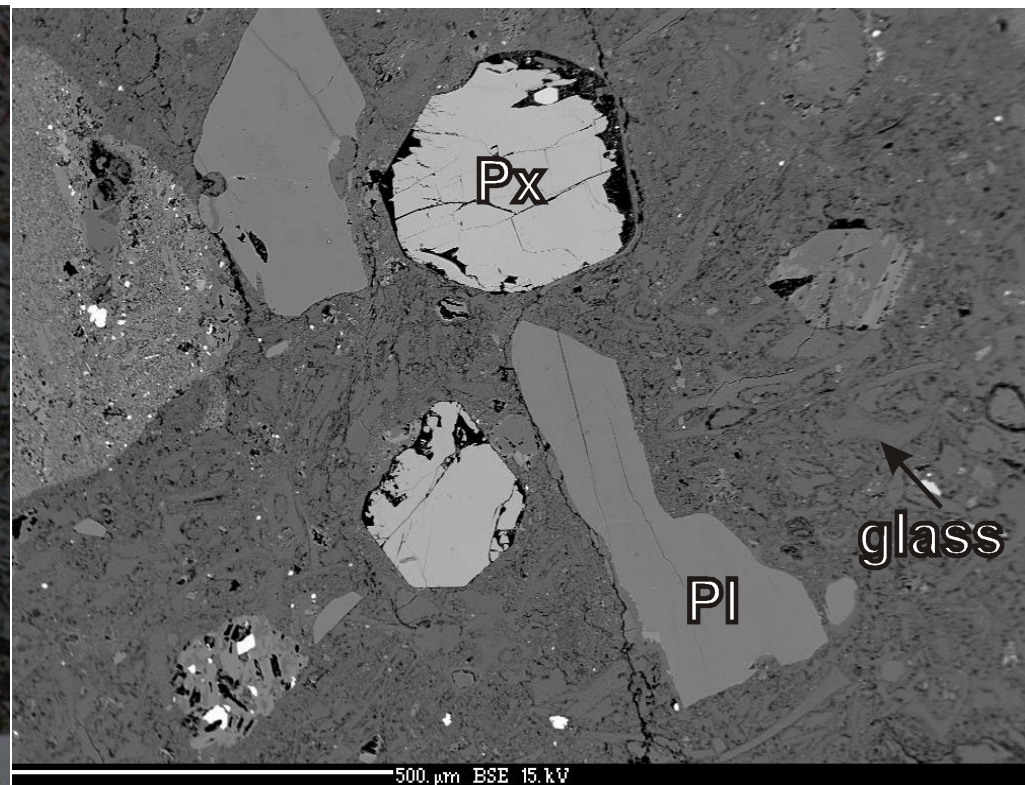
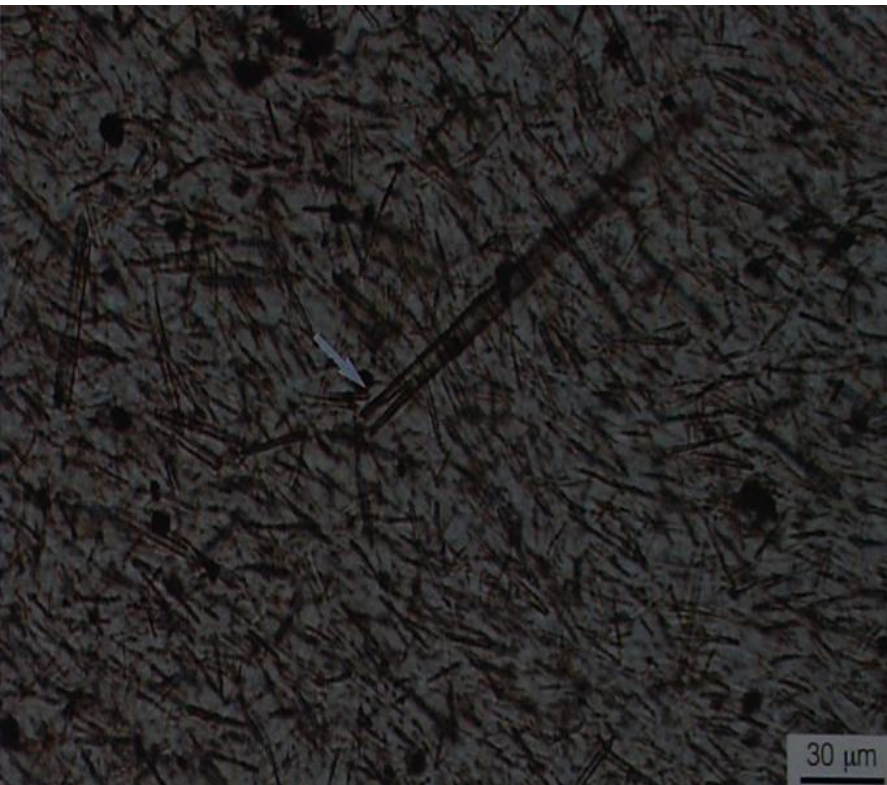
- Devitrifikace je proces ke kterému dochází až po usazení lahary (postdepoziční)
- Dochází ke krystalizaci mikrolitů na okrajích úlomků skla i uvnitř skla
- Vznikají drobné jehlice krystobalitu a alkalického živce
- K tomuto procesu dochází hlavně v intenzivně spečených ignimbritech kde je skla nejvíce
- Často jsou v takových případech úlomky skla lemovány jehlicovitými produkty devitrifikace které rosto směrem do středu úlomku = axiolitická struktura (axiolitic texture)



The narrow, white margins on these glass shards mark incipient devitrification. The interior of the shards remain glassy.

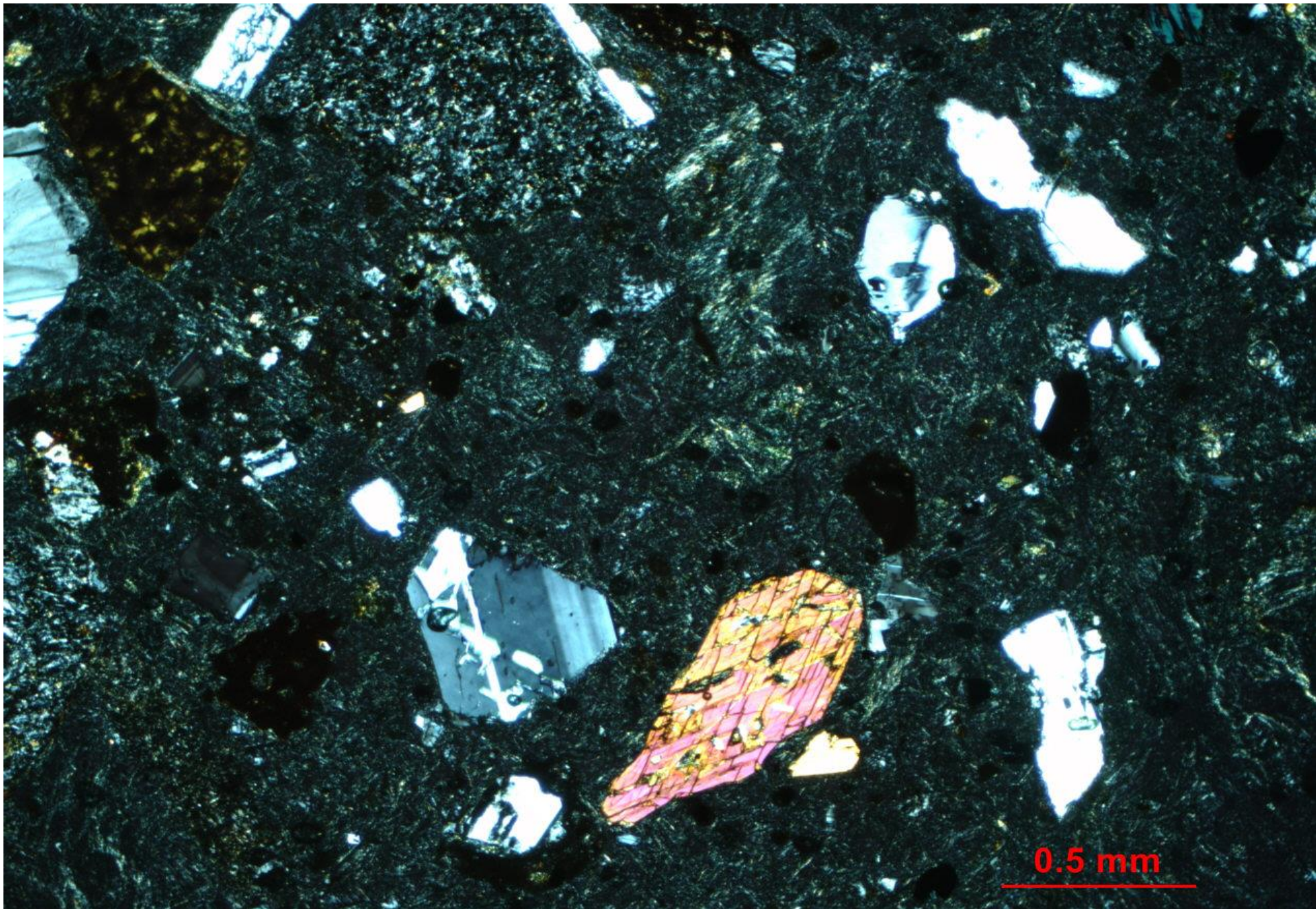
Highly magnified view (note scale) shows axiolitic texture of feldspar and cristobalite along the walls of a large shard representing the walls of several bubbles. fragments.http://www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/

- devitrifikace odskelnění sopečného skla, láv nebo pyroklastických hornin
- v první fázi se objevují mikroskopické embryonální krystalky, tzv. krystality
- jsou různého tvaru (vlasovité, tyčinkovité, kulovité atd.) a nejrůznějších názvů; někdy se shlukují v radiálně paprscité agregáty (sférolity)
- jindy se struktura horniny stává viz perlitickou
- devitrifikací lze dospět k úplné rekrystalizaci skla. S intenzivním odskelněním se setkáváme u paleovulkanitů



Sklo s mikrolity obsahuje zakončení vlasťovšího ocasu

Dacitový ignimbrit typ Boaco s litickými úlomky dacitů a krystaly plagioklasu a pyroxenu (D0273), úlomky skála jsou postiženy devitrifikací BSE snímek.



0.5 mm

Dacitový ignimbrit typ Boaco s litickými úlomky dacitů a krystaly plagioklasu, amfibolu a pyroxenu (D0273), skřížené nikoly.

Gas Pipe

