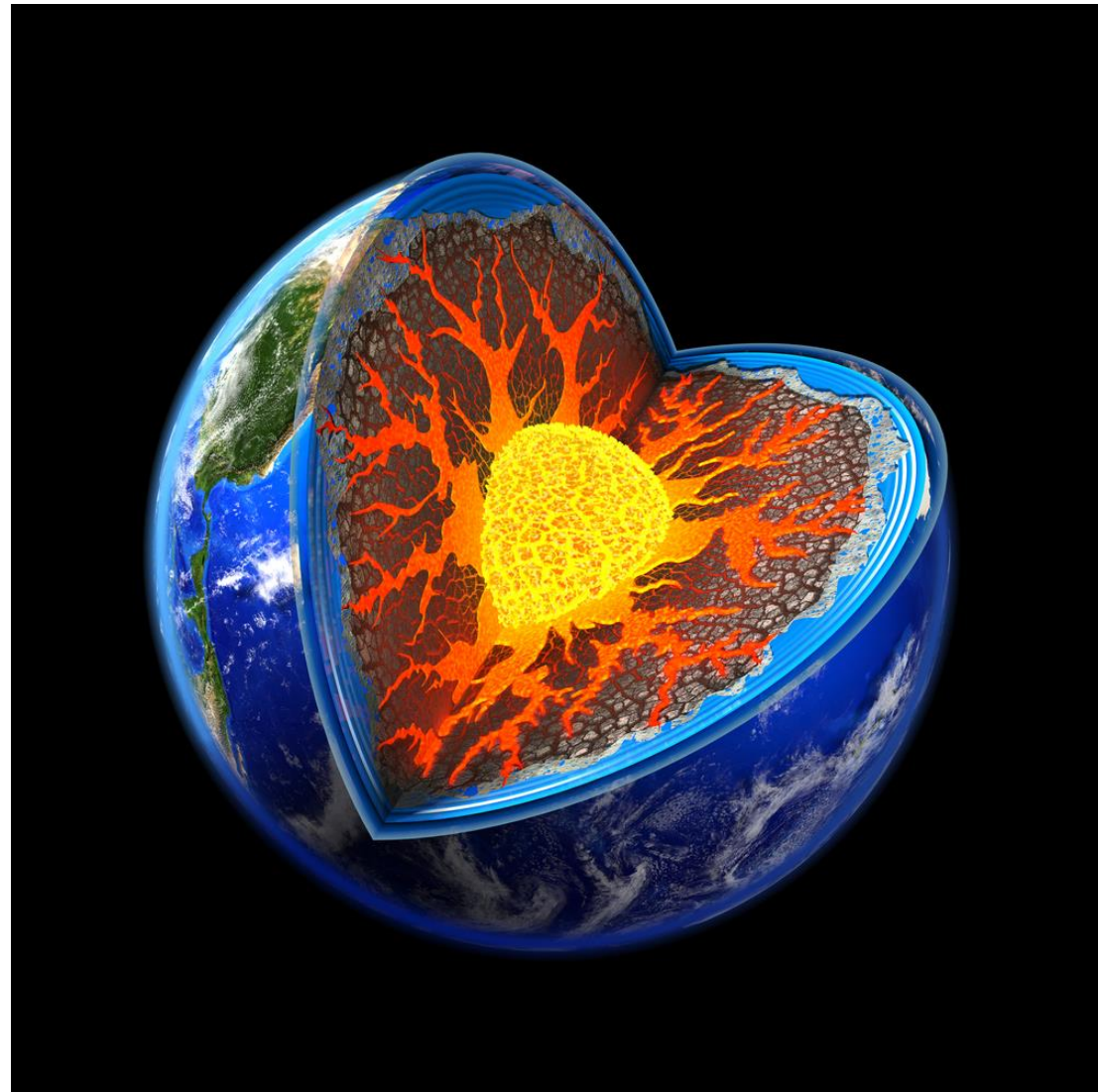
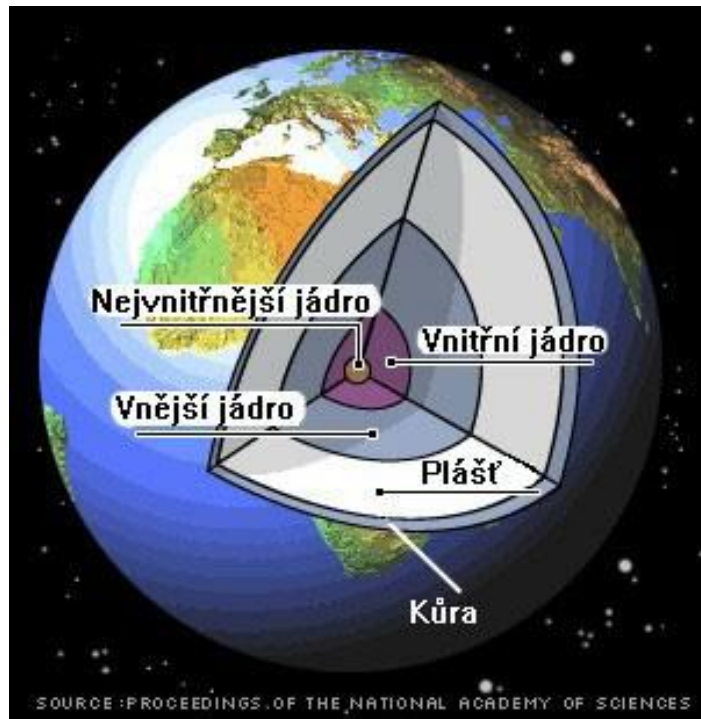


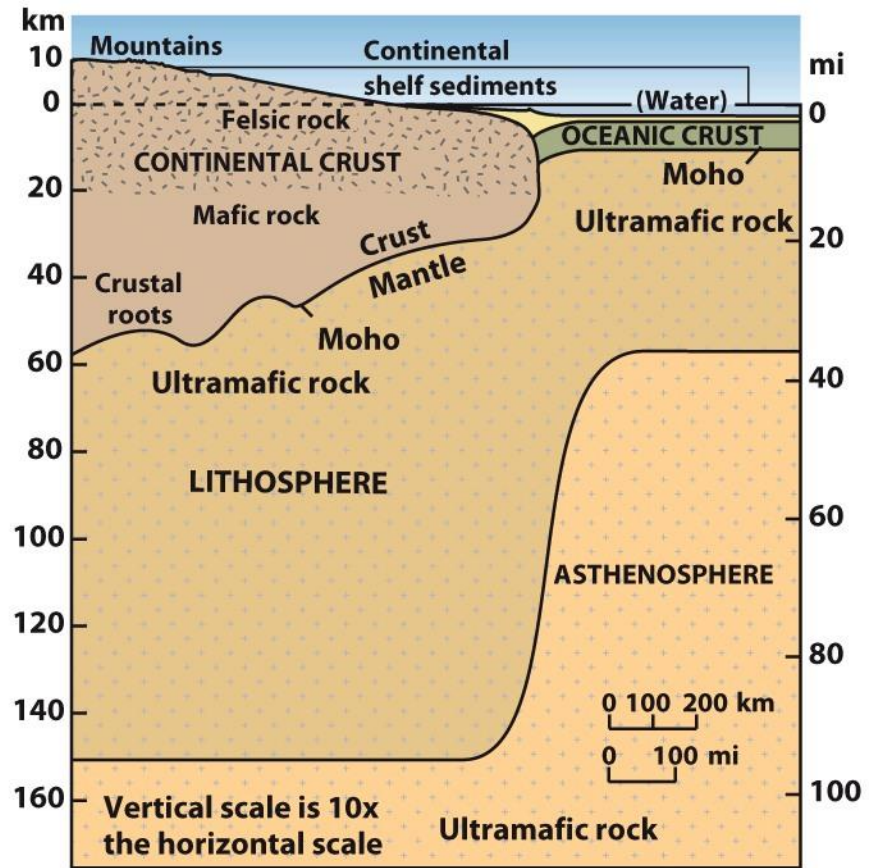
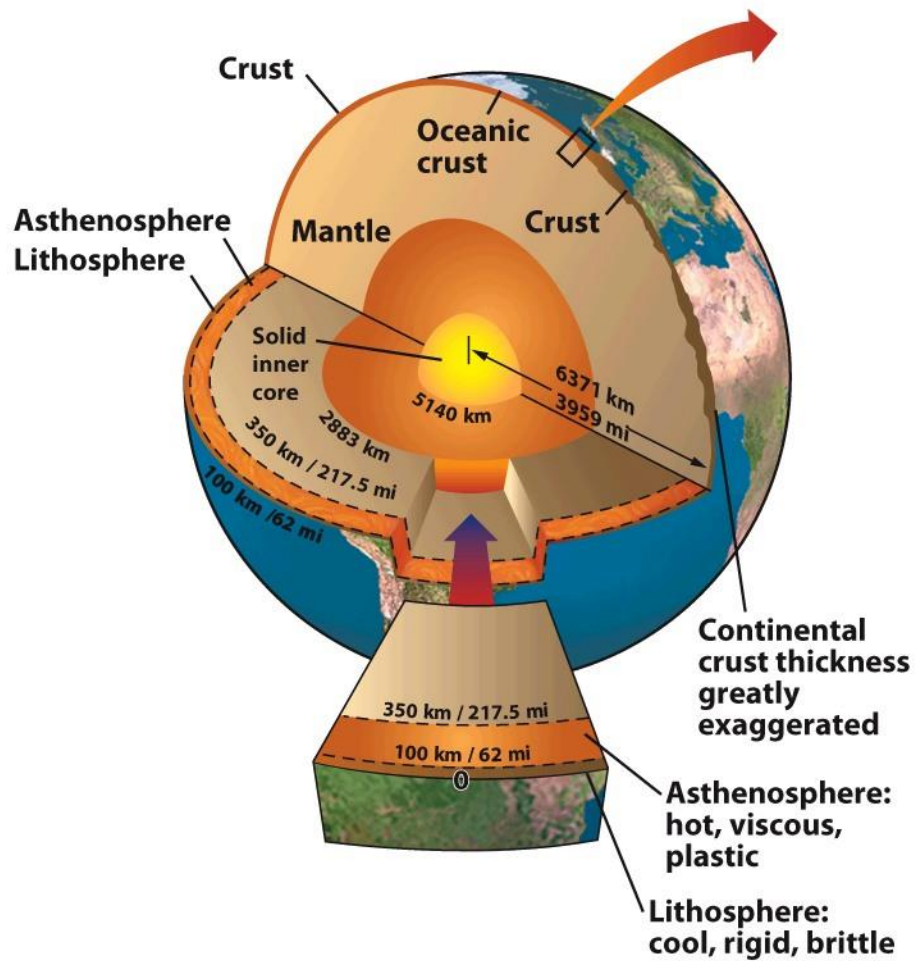
# Stavba Země

## Endogenní geomorfologické procesy

Tektonické a vulkanické tvary reliéfu

# Stavba Země





© 2013 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Figure 11.5

# Zemské jádro

Zemské jádro je nejvnitřnější část zemského tělesa ležící v hloubce od 2 900 - 6 378 km. Oblast od 2 900 - 5 100 km je vnější jádro a od 5 100 km do středu Země je vnitřní jádro.

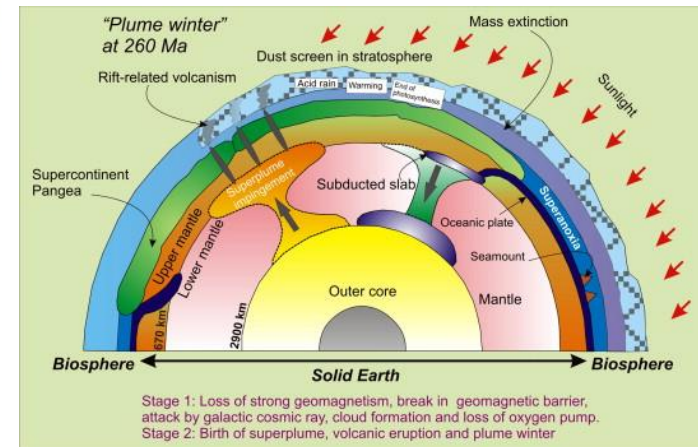
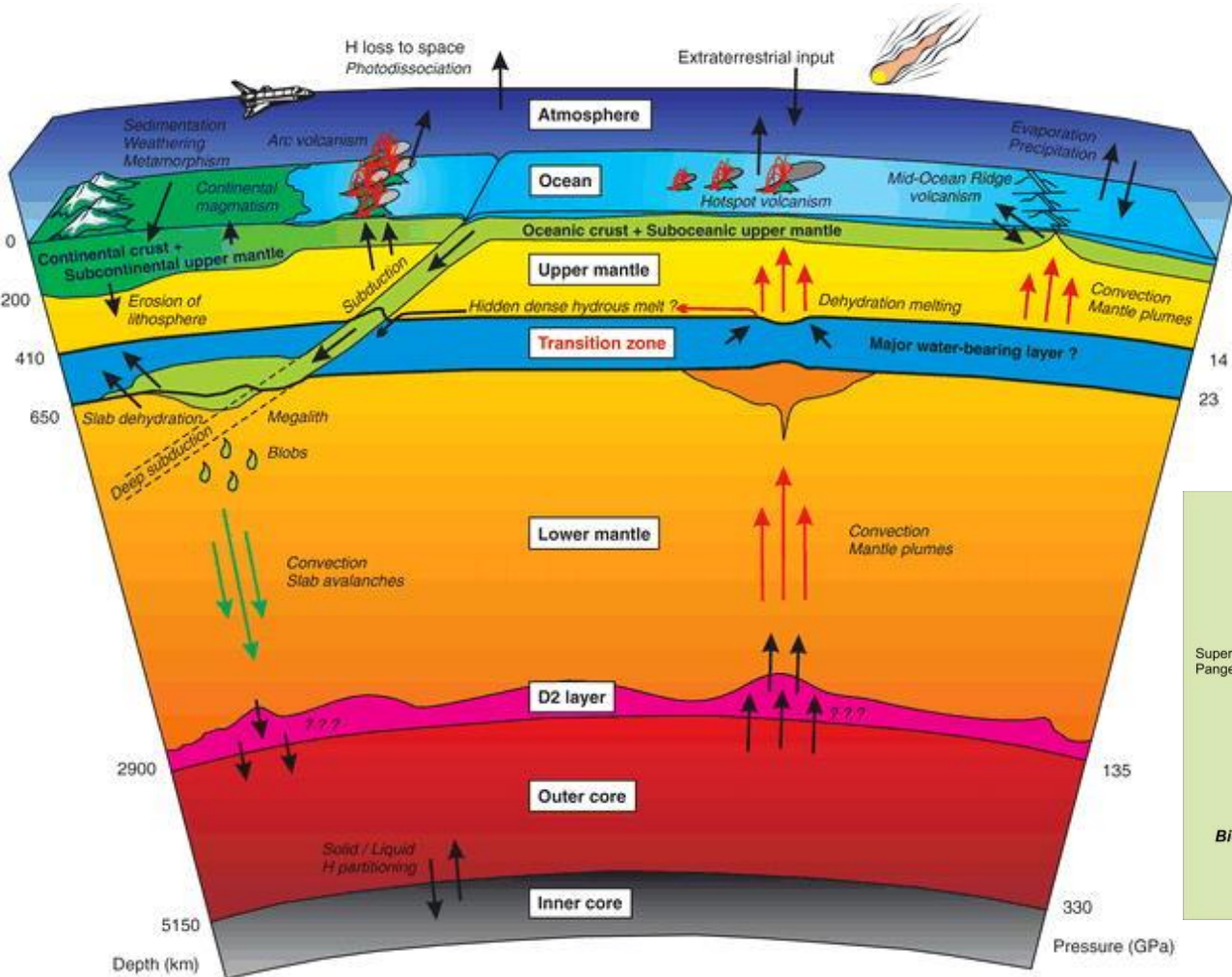
Na základě povrchových seismických vln, které vznikají na povrchu jádra se předpokládá, že vnější část jádra je v kapalném skupenství a vnitřní část jádra v pevném skupenství.

Podle jednoho názoru zemské jádro se skládá z 90% niklu a železa, s malým obsahem  $\text{SiO}_2$ . Druhý názor připouští složení zemského jádra ze silikátů, podobných zemskému plášti. V důsledku velkého tlaku jsou silikáty stlačené, čímž hustota roste a blíží se hustotě kovů.

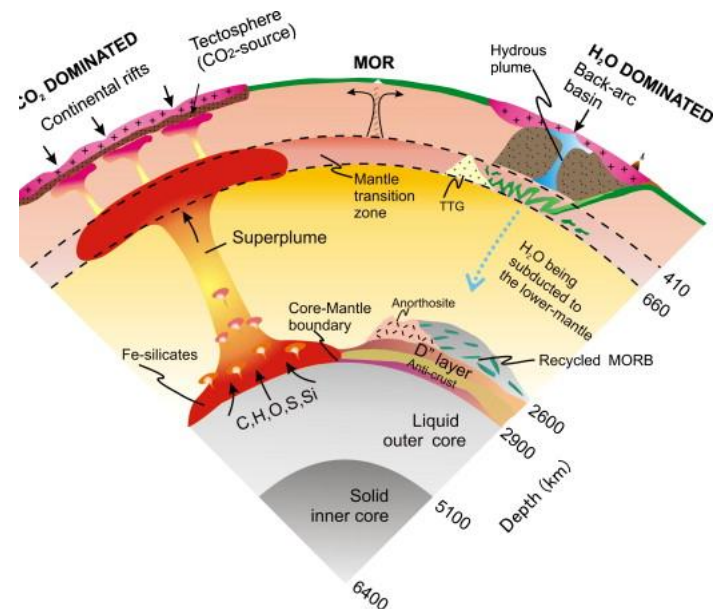
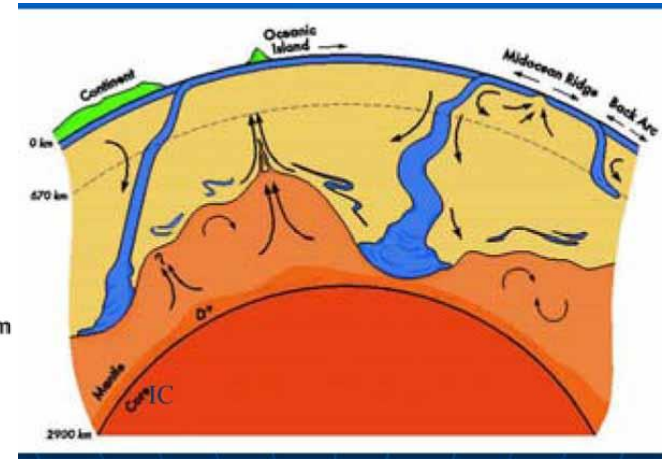
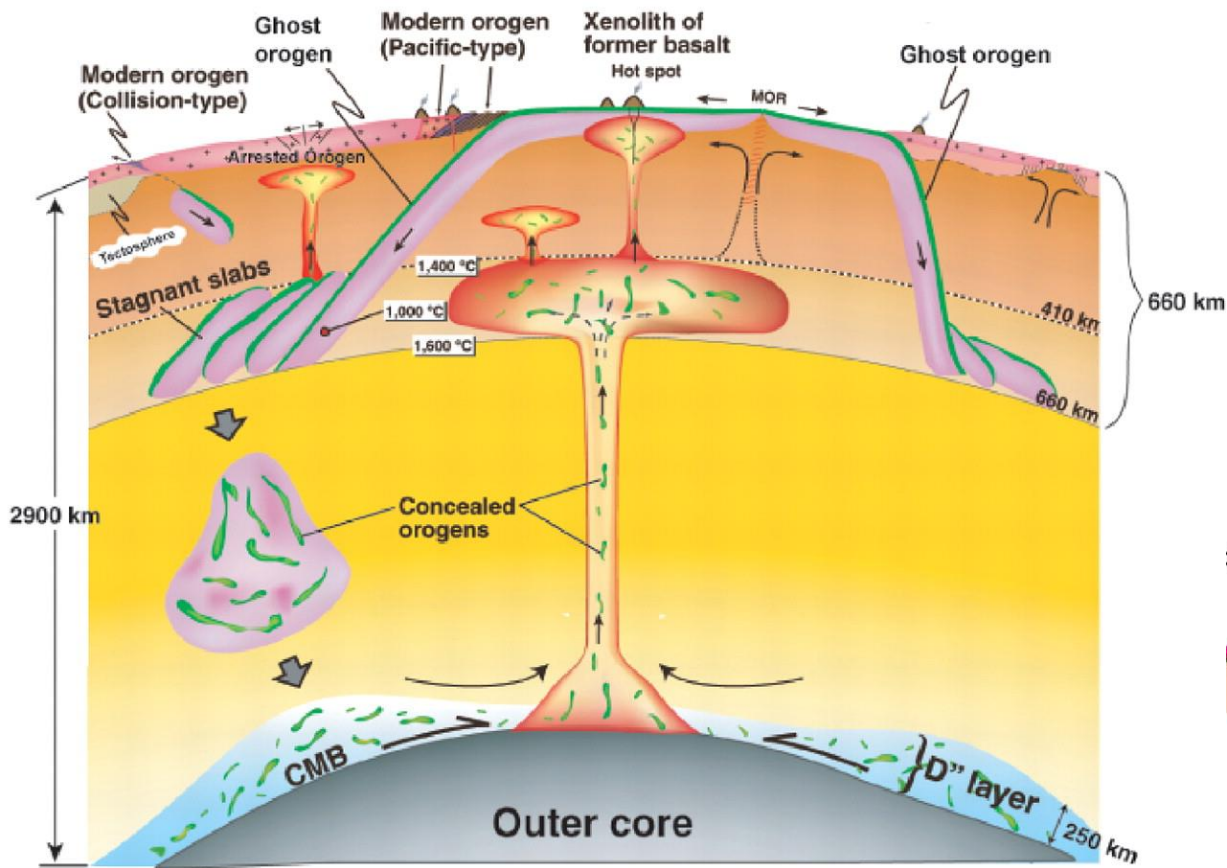
Vnitřní jádro má pevné skupenství s teplotou blízkou natavení, má vysokou viskozitu a velkou hustotu průměrně  $13 \text{ gm}^{-3}$ . Předpokládaný tlak ve středu naší Země je 3,6 Mbar, při teplotě do 4 100 °C.

Při výzkumu původu zemského magnetismu se zjistilo, že vnitřní jádro má excentrickou polohu. Znamená to, že geometrický střed vnitřního jádra je o 350 km posunut od geometrického středu Země.

# Stavba Země



# Stavba Země



# Zemský plášť

Zemský plášť je obal zemského jádra tvořící dvě třetiny hmotnosti Země. Hmotnost Země je 5,97. 10<sup>24</sup> kg.

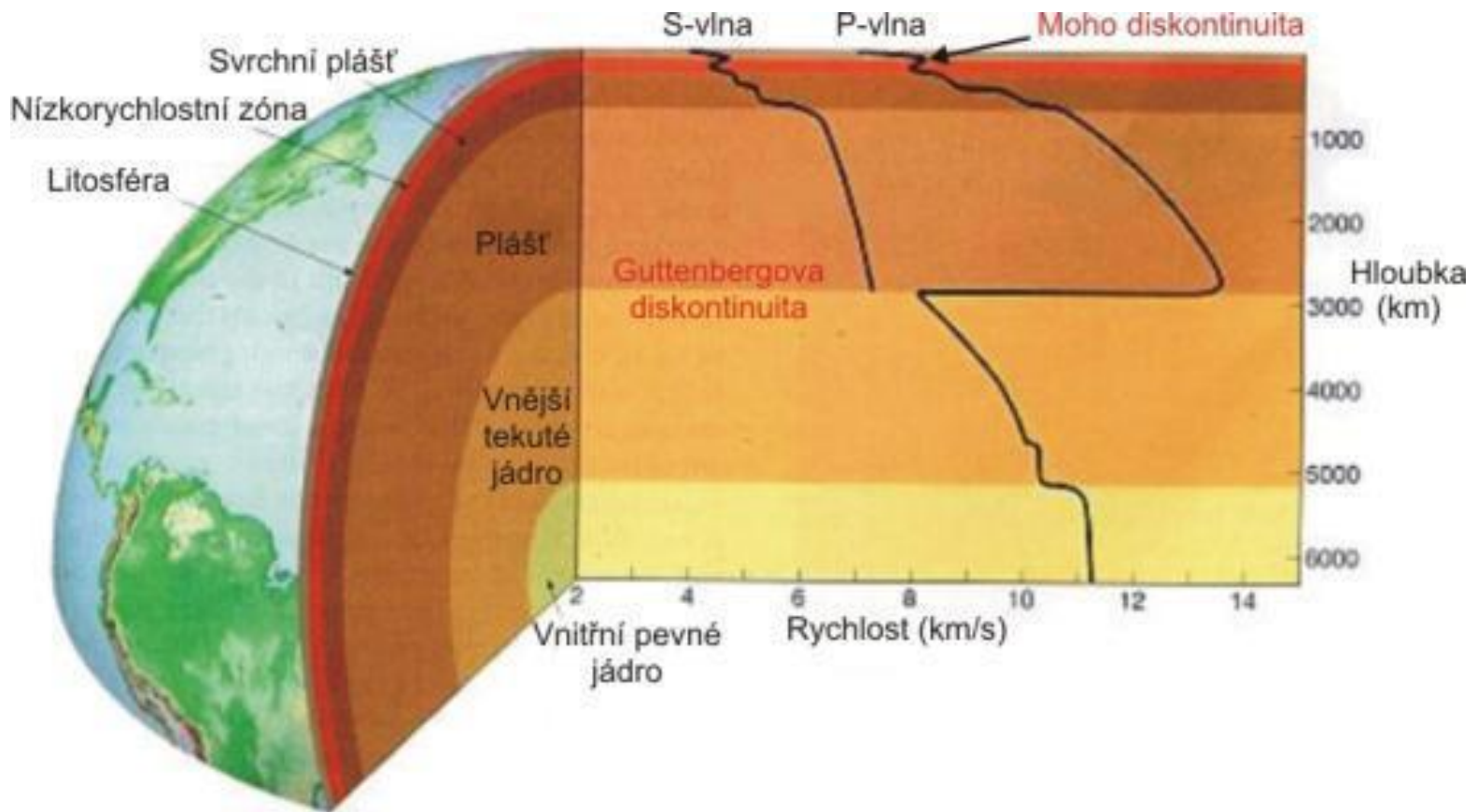
Na základě rychlostí šíření seizmických vln členíme zemský plášť na tři vrstvy: spodní, střední a svrchní vrstva.

Vrchní vrstva zemského pláště je charakterizována laterálními změnami v hustotě zemské hmoty a v rychlosti šíření seizmických vln.

Rychlost tzv. podélných seizmických vln při přestupu zemské kůry do vrchní vrstvy zemského pláště se mění. Zvýšení rychlosti odpovídá zvýšené hustotě a tlaku hmoty. Tato plocha nespojitě změny fyzikálních vlastností ostře oddělující zemskou kůru od zemského pláště se nazývá Mohorovičičova diskontinuita.

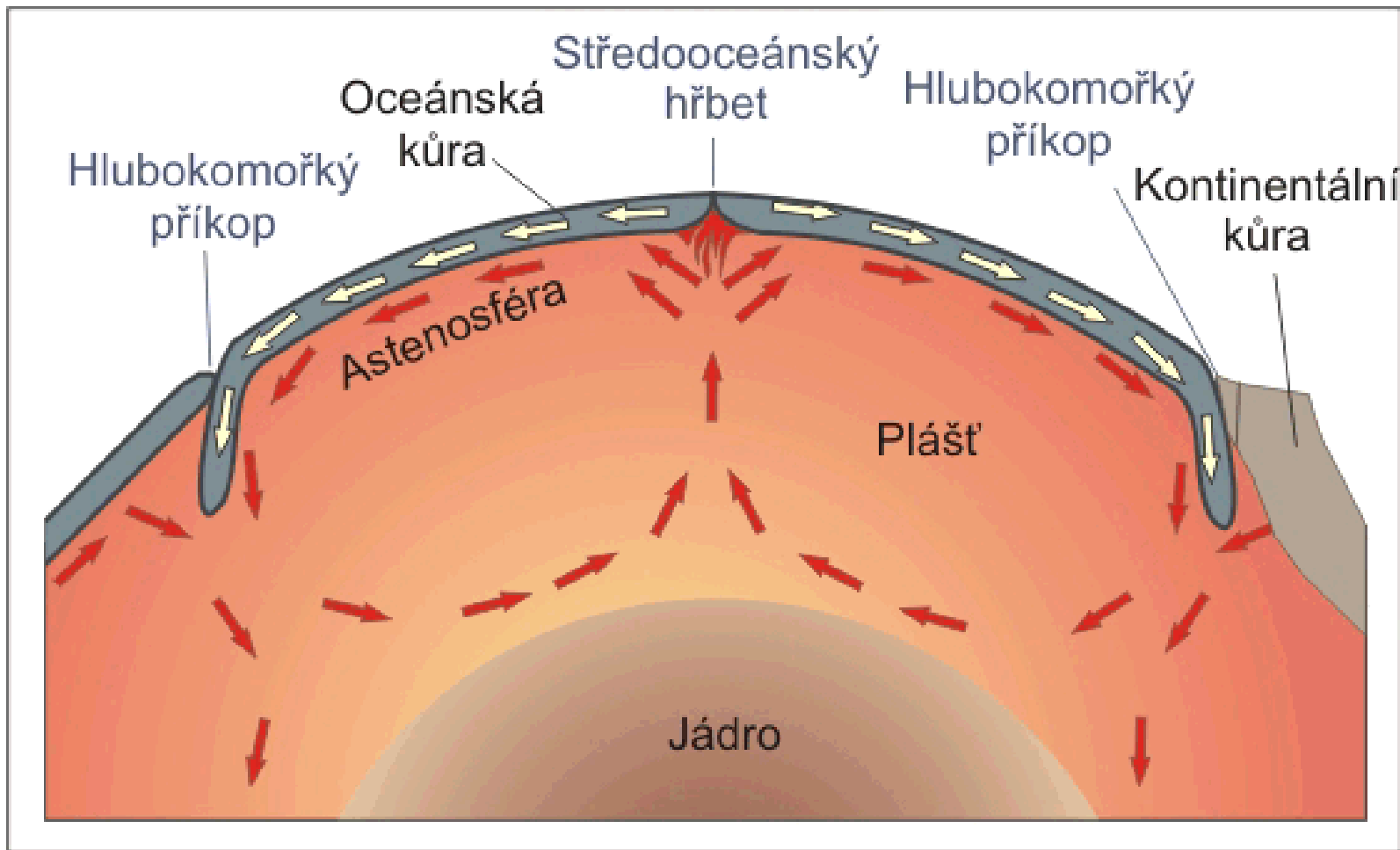
Vrchní vrstva zemského pláště je v hloubce 80 - 150 km, v tzv. Gutenbergovy zóně, charakterizovaná sníženou rychlostí seizmických vln. Předpokládá se, že tato zóna obsahuje ultrabazickými horniny (peridotity, pikrity nebo eklogity). Bod tavení hmoty a převládající skutečná teplota této zóny je stejná. Znamená to, že navzdory vysokému tlaku je hmota buď v nataveném stavu nebo ve stavu blízkém k natavení. Proto se Gutenbergova zóna nebo zóna nízkých rychlostí, označuje jako zóna změknutí nebo astenosféra. V ní viskozita hmoty umožňuje vznik pomalého konvekčního proudění, což způsobuje posun vrchní, pevné části (litosféry) Země. Tento pohyb způsobuje i inhomogenitu zemské hmoty v oblasti Mohorovičičovej plochy.

# Stavba Země





# Stavba Země



# Zemská kůra

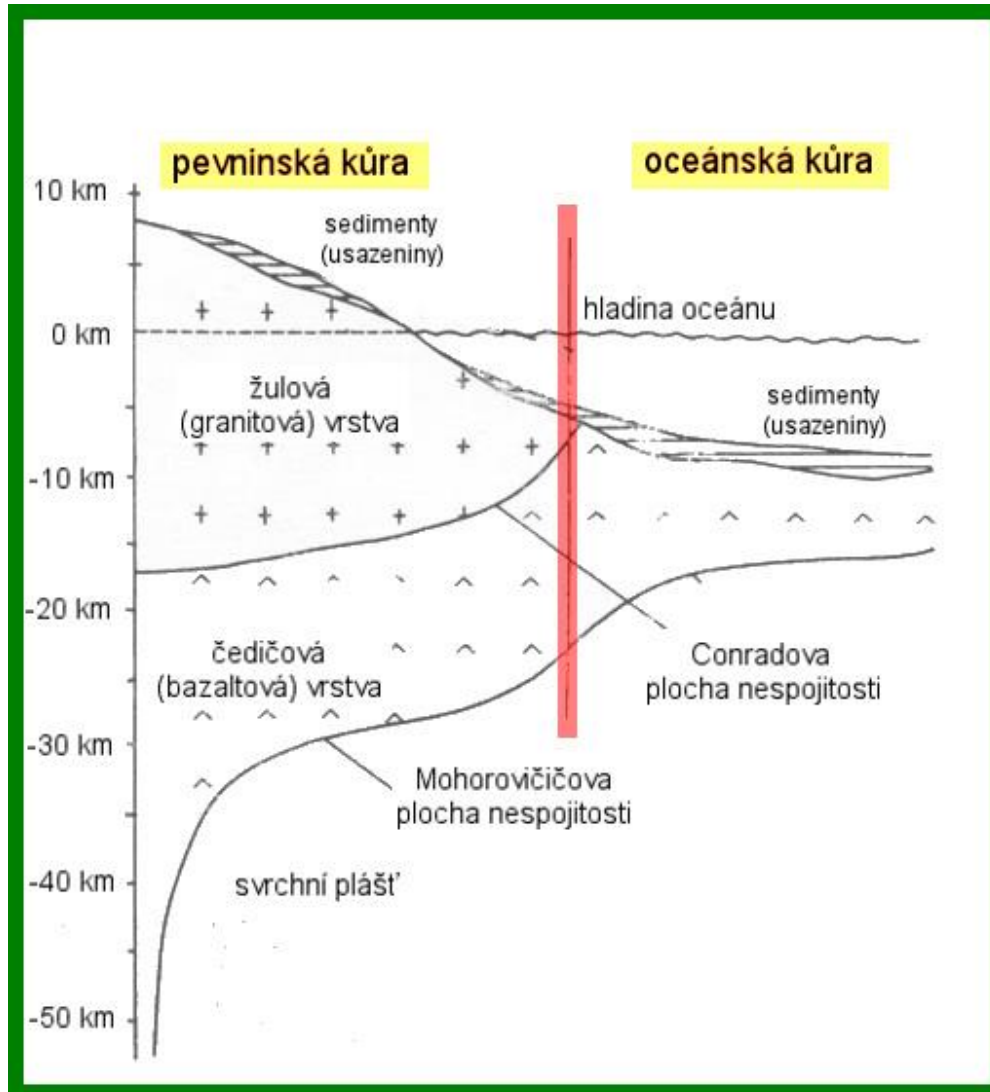
Zemská kůra: nejvrchnější obal Země s průměrnou tloušťkou 35 km

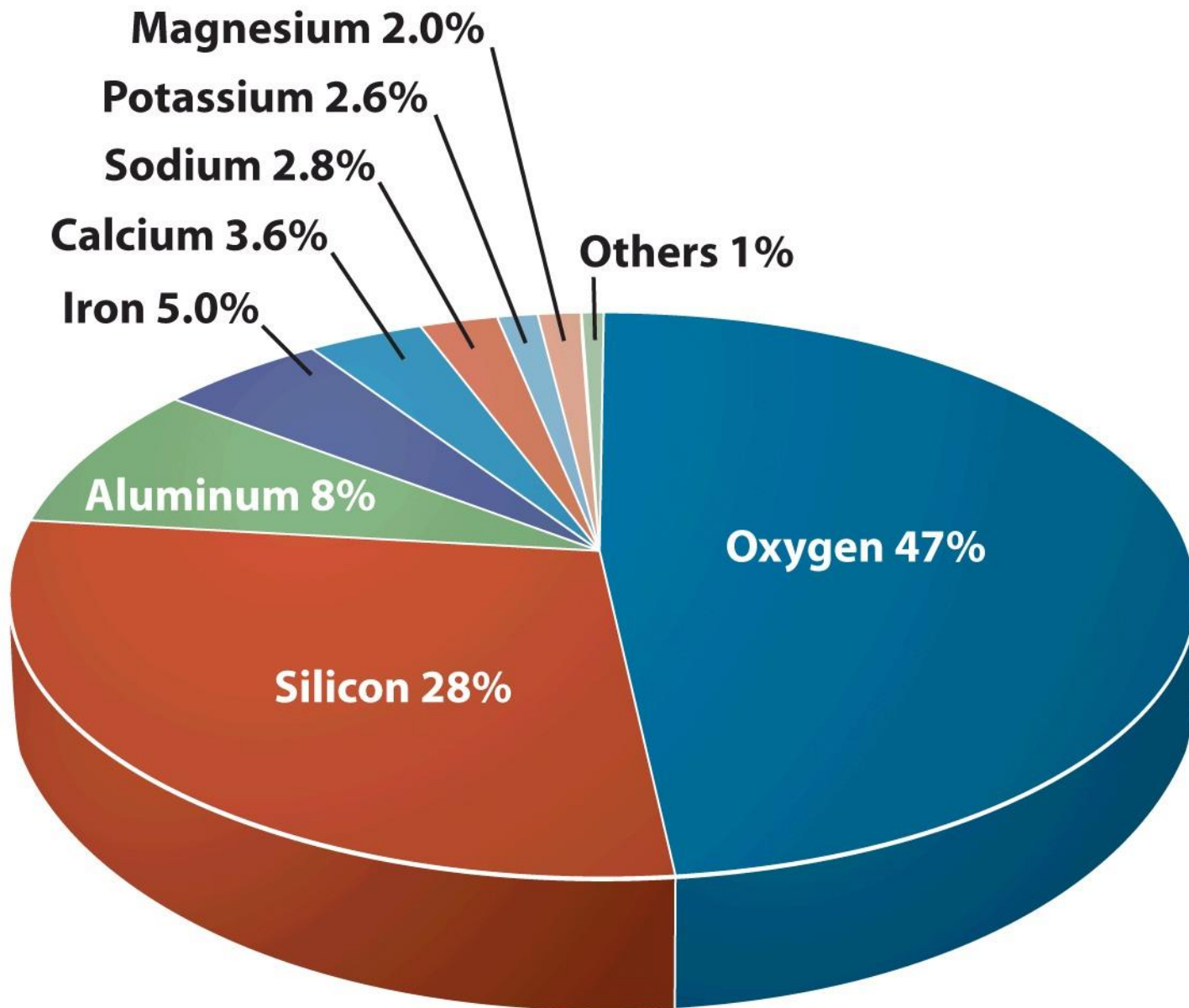
- pod horstvy 60 - 70 km
- v oceánech 6 - 7 km

Skládá se z:

- granitové vrstvy (SIAL) - v oceánech chybí
- čedičové vrstvy (SIMA)
- rozhraním mezi granitovou a čedičové vrstvou (tj mezi spodní a vrchní kontinentální kůrou)  
je Konradova diskontinuita v hloubce 5 - 30 km

# Zemská kůra

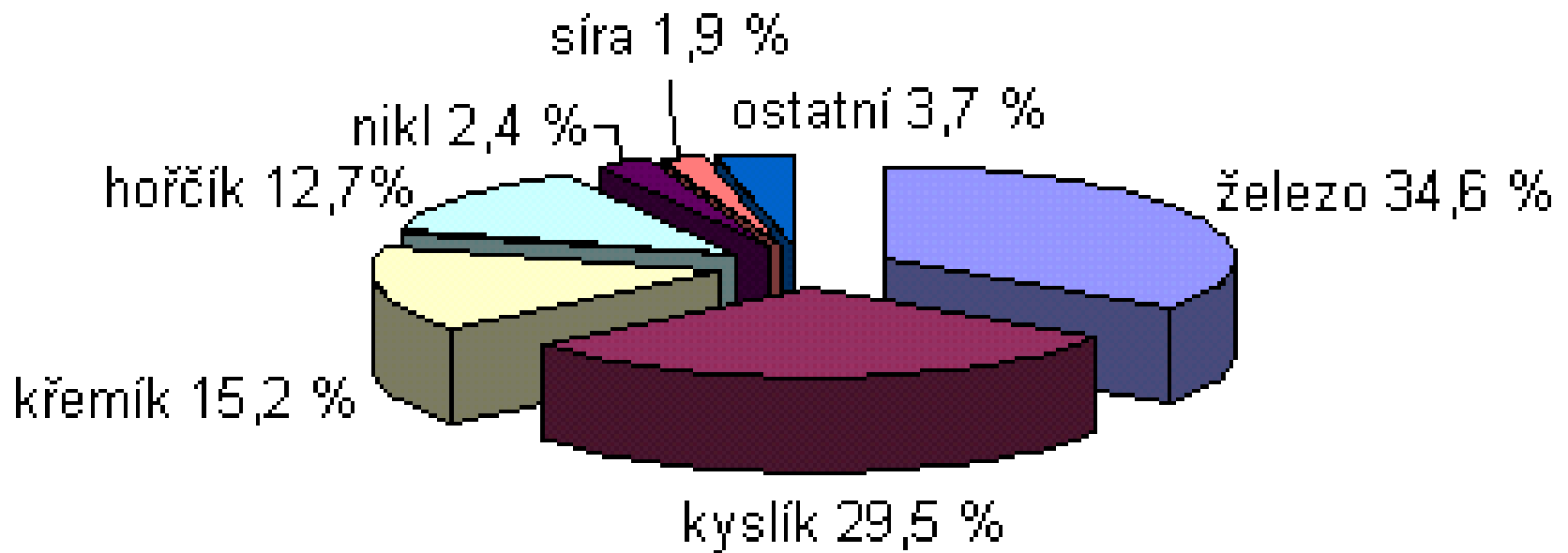


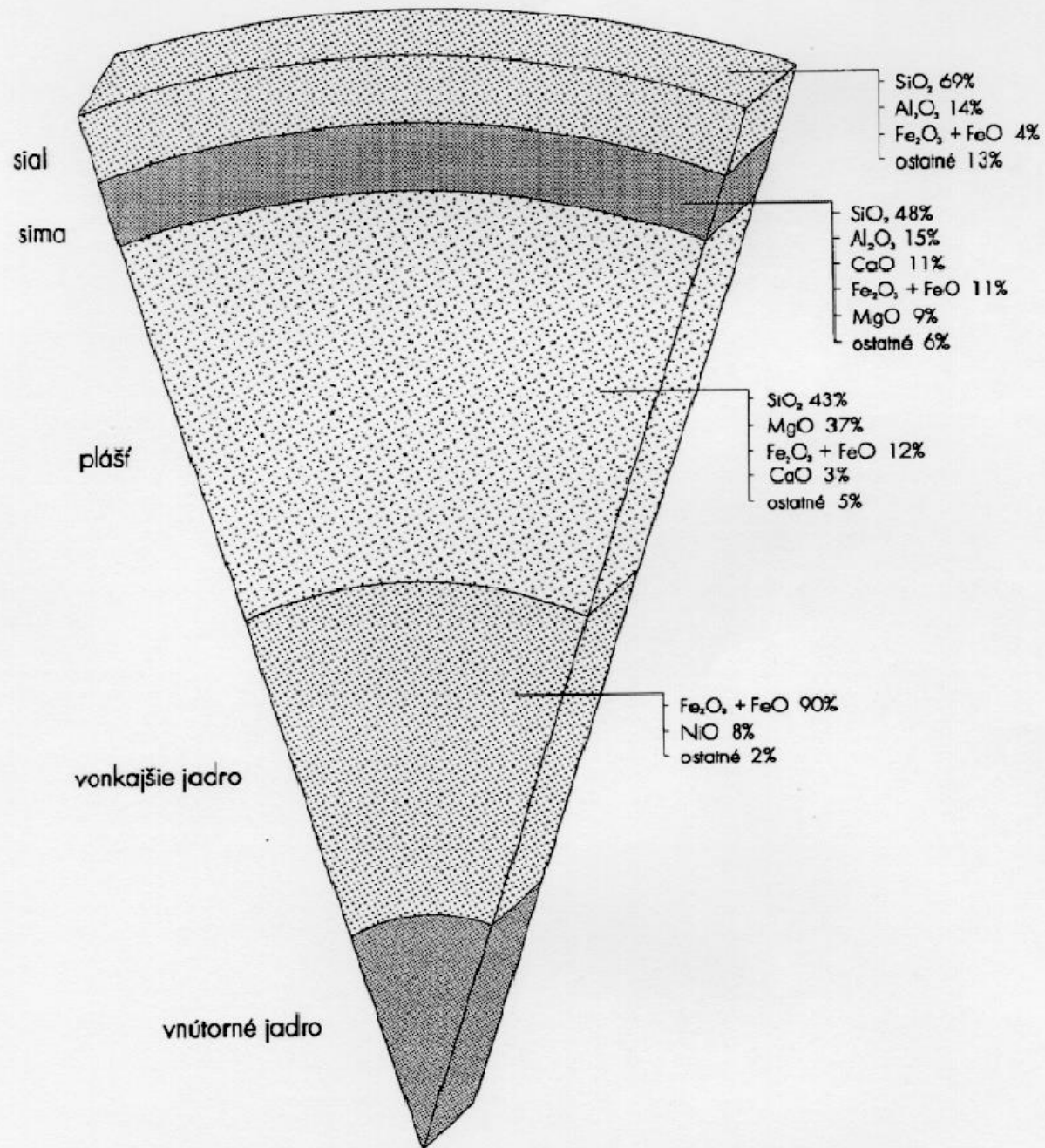


© 2013 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Figure 11.6

# Chemické složení Země





# Procesy tvorby morfostruktur

- **tektonické pohyby**
- **vulkanická činnost**
- **zemětřesení**

# Tektonické pohyby

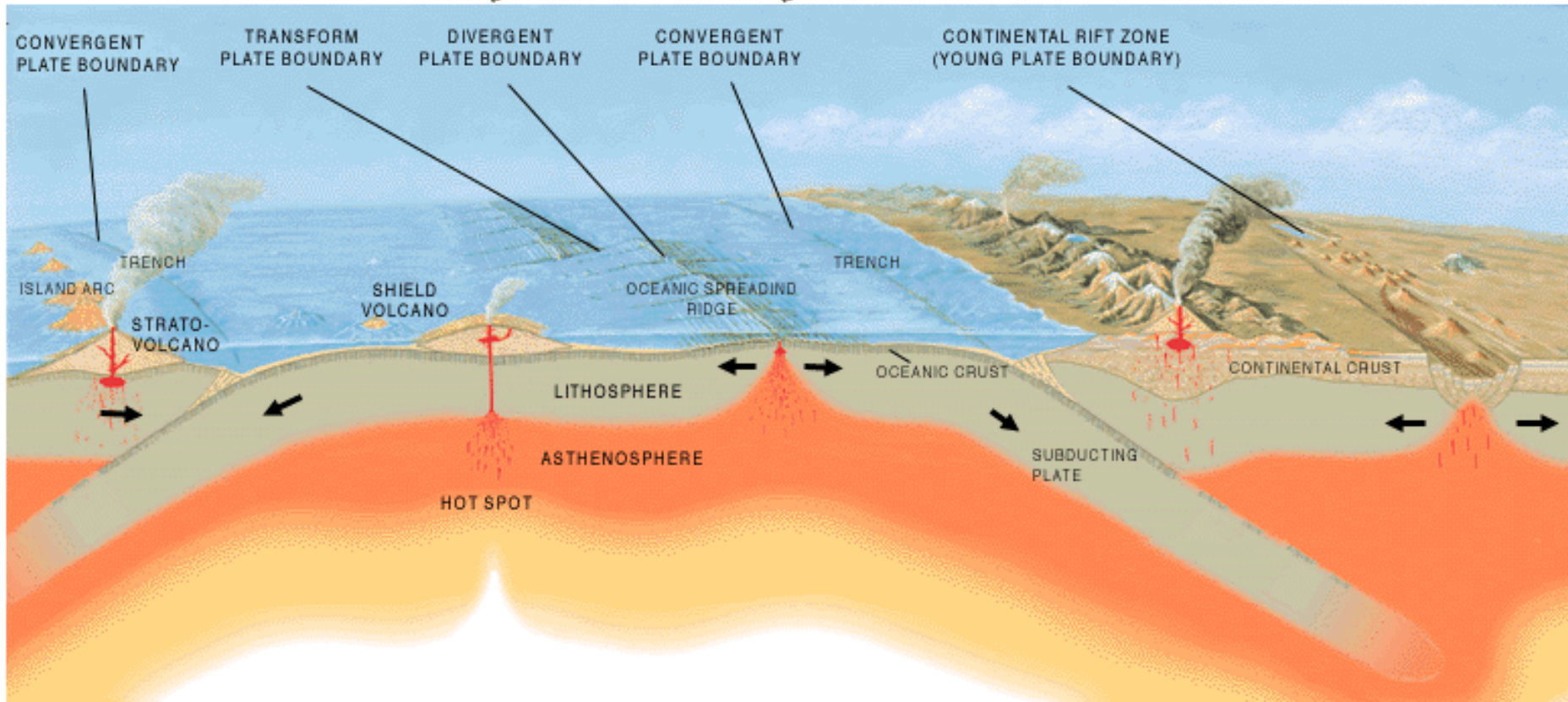
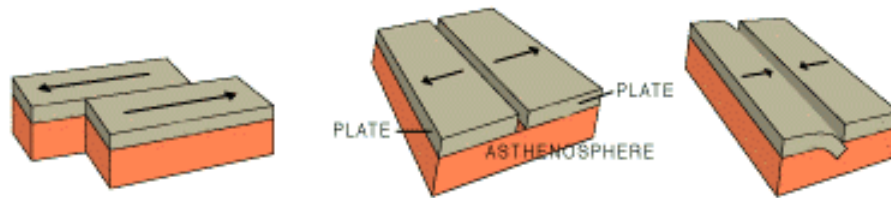
mechanické pohyby zemské kůry vertikálního,  
nebo horizontálního směru

Rychlost od setin mm až desítky cm

Působí dlouhodobě a mají výrazný vplyv na  
deformaci zemského povrchu



# Tektonické pohyby



*- podle intenzity a formy*

- **epeirogenetické** tektonické pohyby
- **orogenetické** (horninotvorné) tektonické pohyby

# Epeirogenetické TP

vertikální pohyby zemské kůry, které nemění  
strukturu hornin

mají charakter poklesu a výzdvihu

Příčinou je změna na zemském povrchu  
(odlehčení ledovcem, výlev lávy apod.)

# Orogenetické TP

silné, relativně rychlejší pohyby s následnou deformací zemské kůry (zlomy, vrásy, příkrovy).

dochází ke změně struktury hornin

Projevují se určitých oblastech zemského povrchu v časově omezené době

Vznikají při nich horská pásma

Za posledních 570 miliónů let proběhli čtyři 4 významné orogenetické cykly:

- alpinské - křída a terciér
- hercynské (variské) - karbon a perm
- kaledonské - ordovik až konec siluru
- assynské (kadomské) - na rozhraní Pt a Pz

# Vznik horského pásma

## Aplačský orogen

### E. LATE PERMIAN

~250 million years ago

erosion of relief



### D. LATE PENNSYLVANIAN

~290 million years ago

climax of Alleghenian Orogeny



### C. LATE MISSISSIPPIAN

~320 million years ago

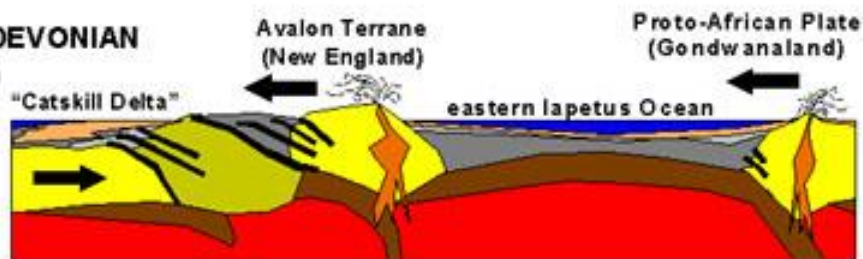
Early Alleghenian Orogeny



### B. LATE DEVONIAN

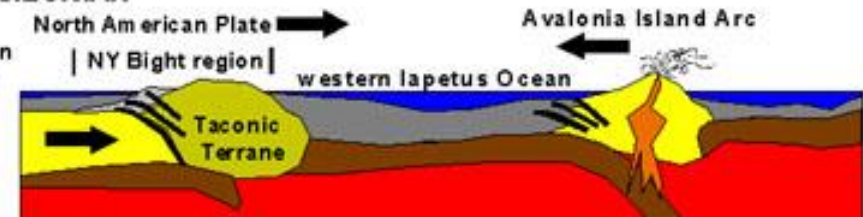
~370 million years ago

Acadian Orogeny



### A. LATE SILURIAN

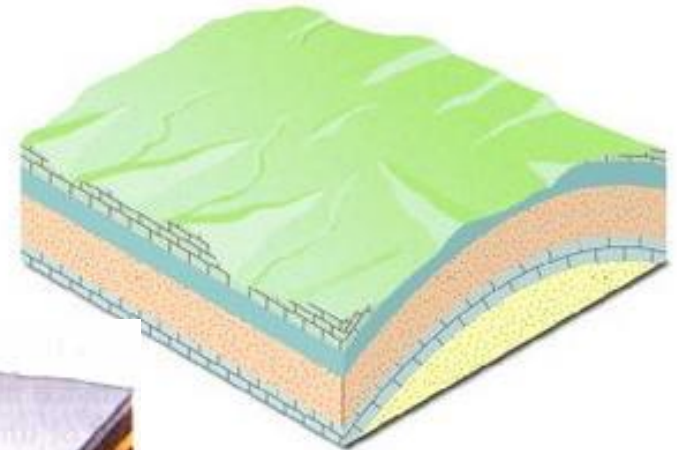
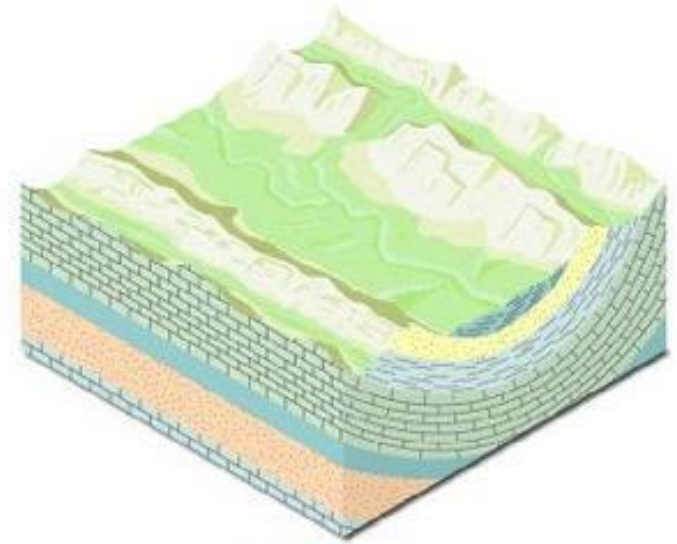
~420 million years ago



# *Projevy v reliéfu*

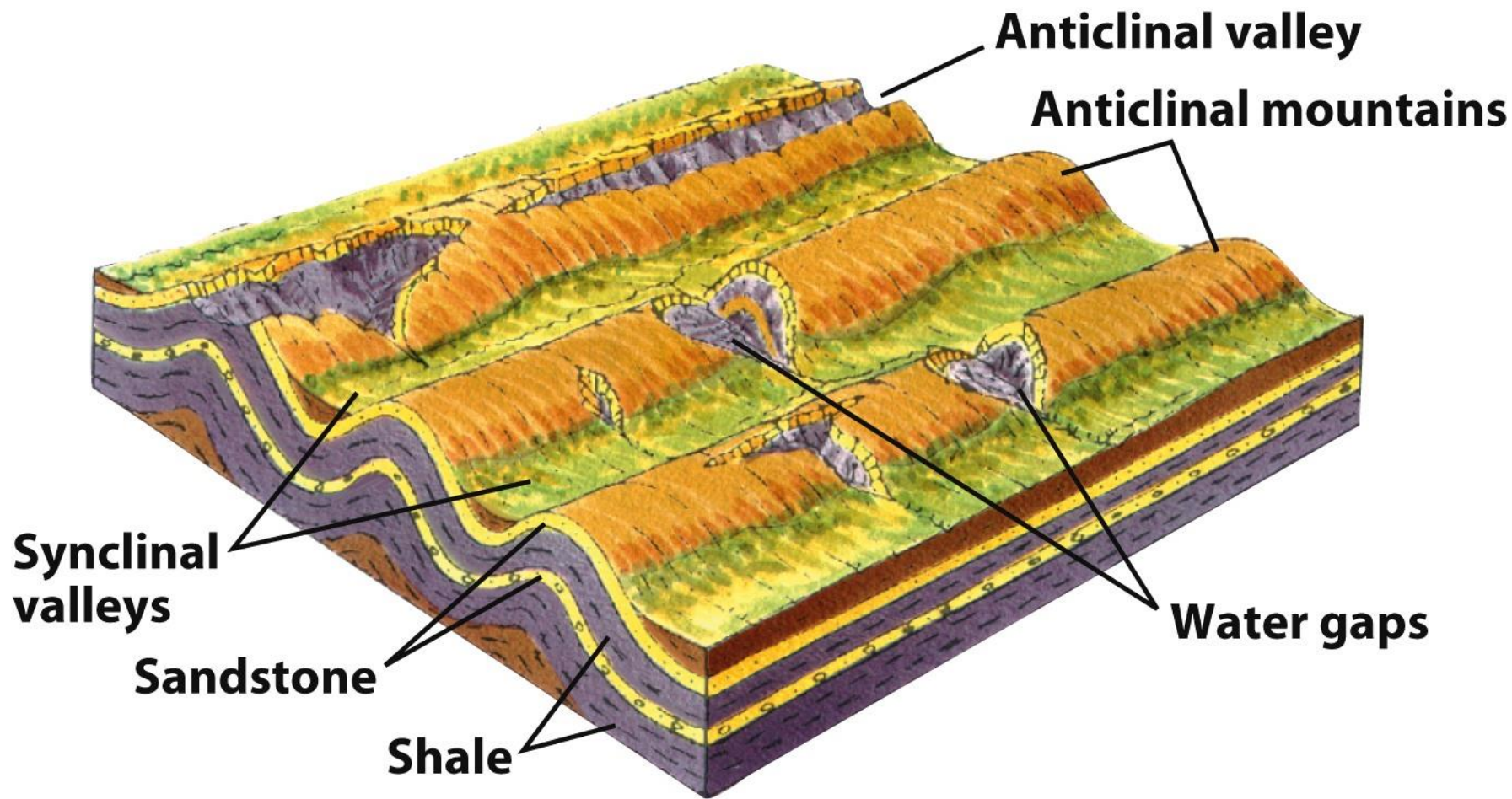
- **vrásové** tektonické pohyby
- **příkrovové** tektonické pohyby
- **zlomové** tektonické pohyby

# Vrásové



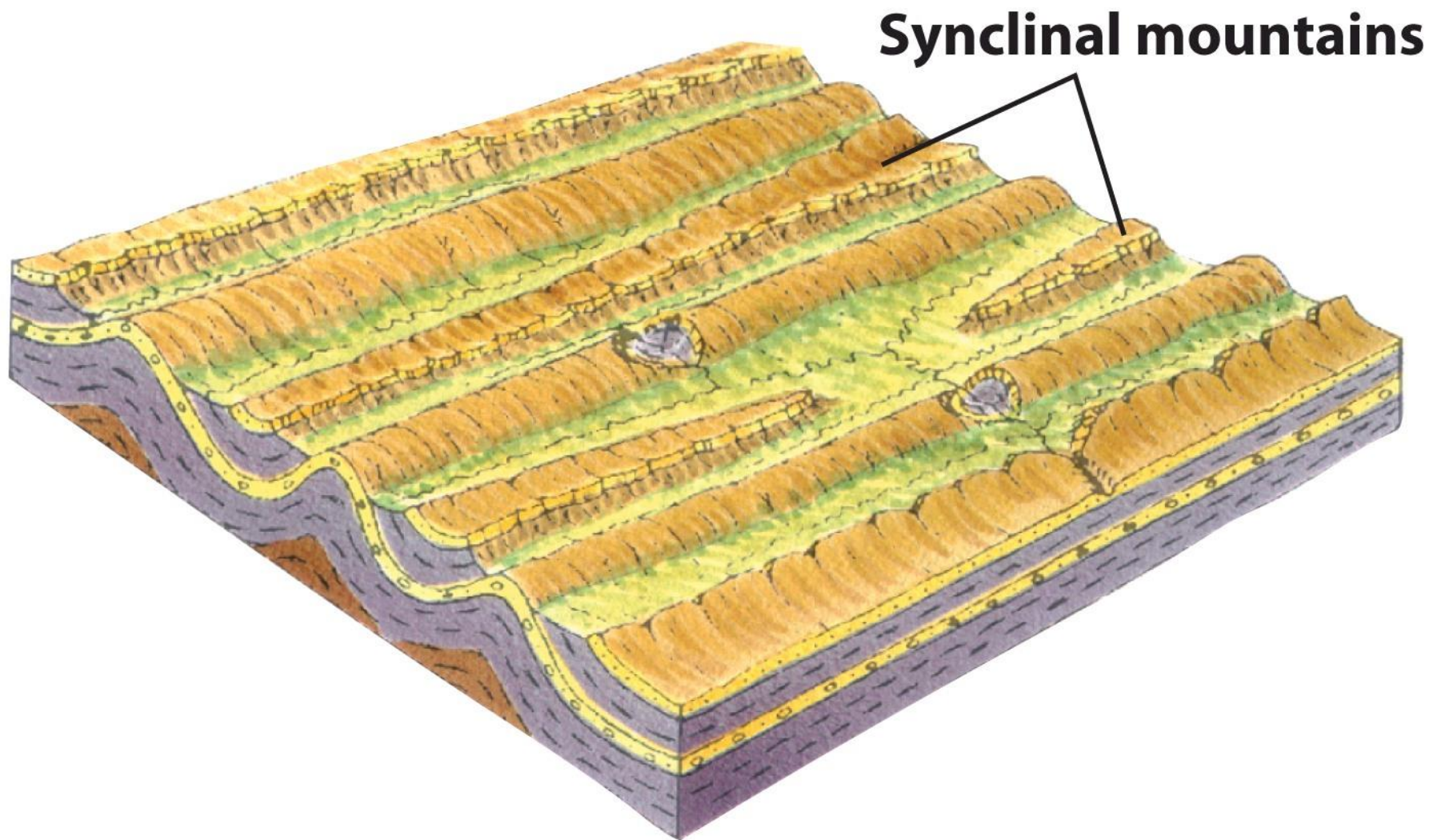
Compression





© 2013 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

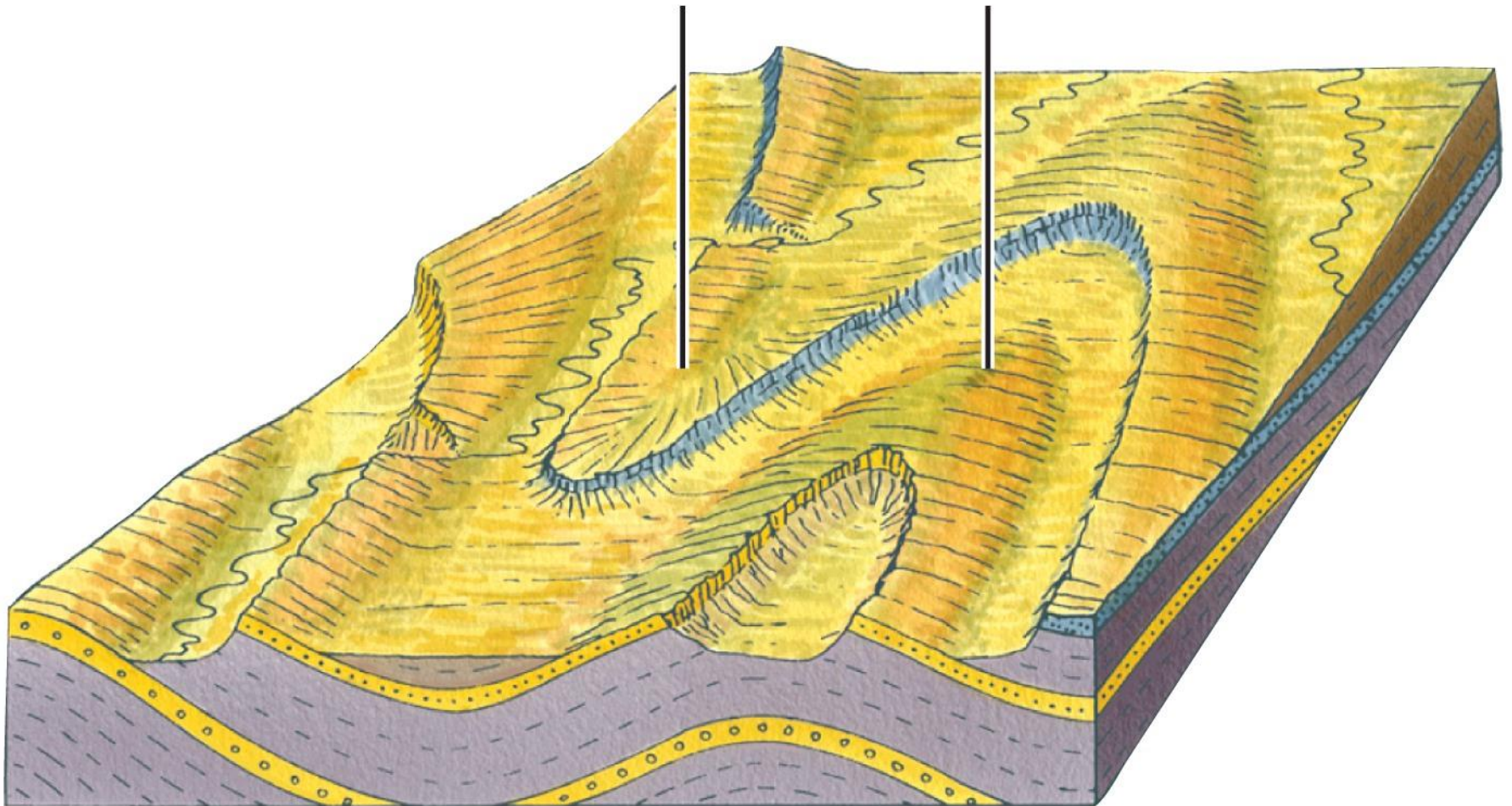
Figure 12.3 part 1



© 2013 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

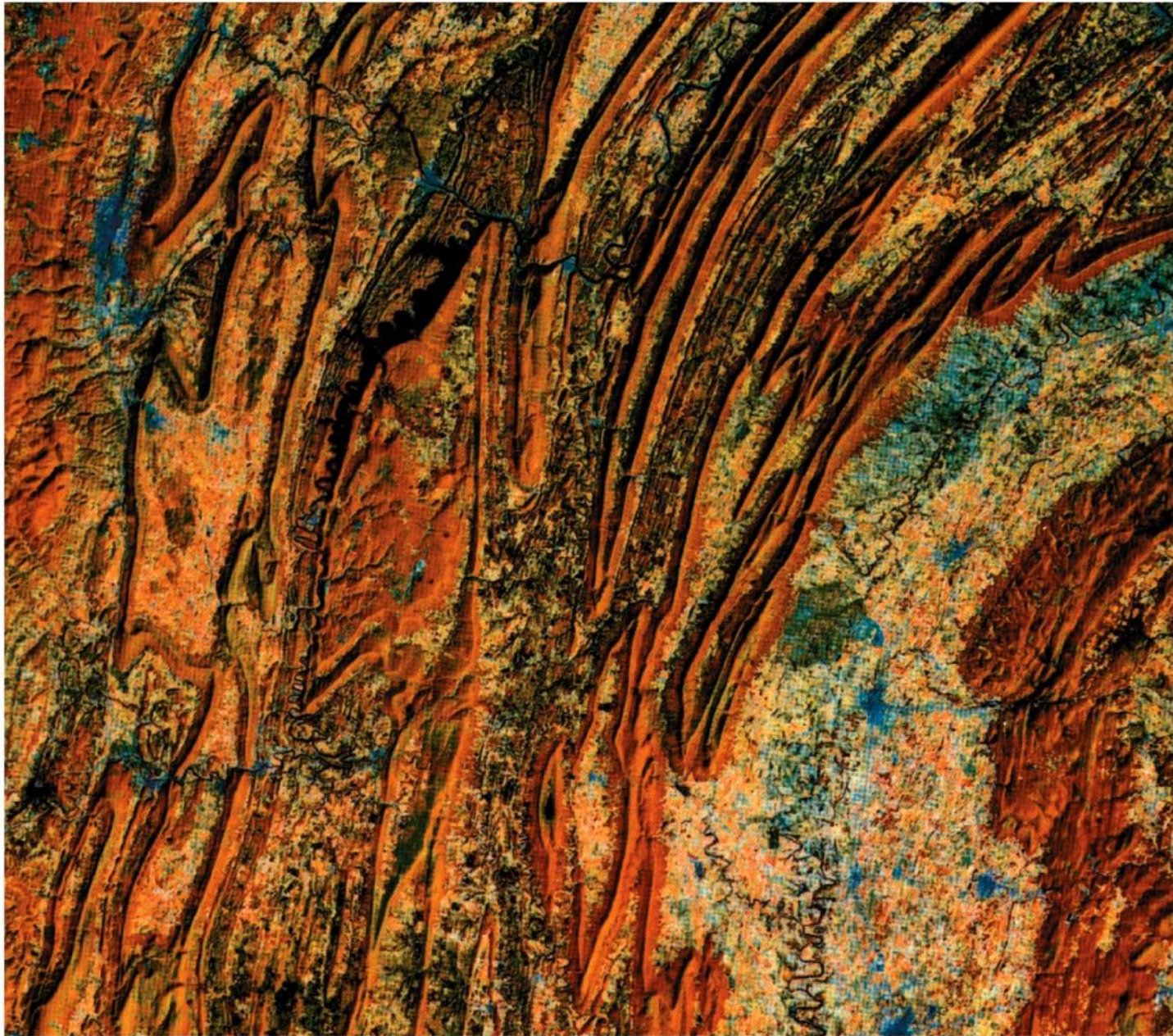
Figure 12.3 part 2

# Syncline    Anticline



© 2013 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

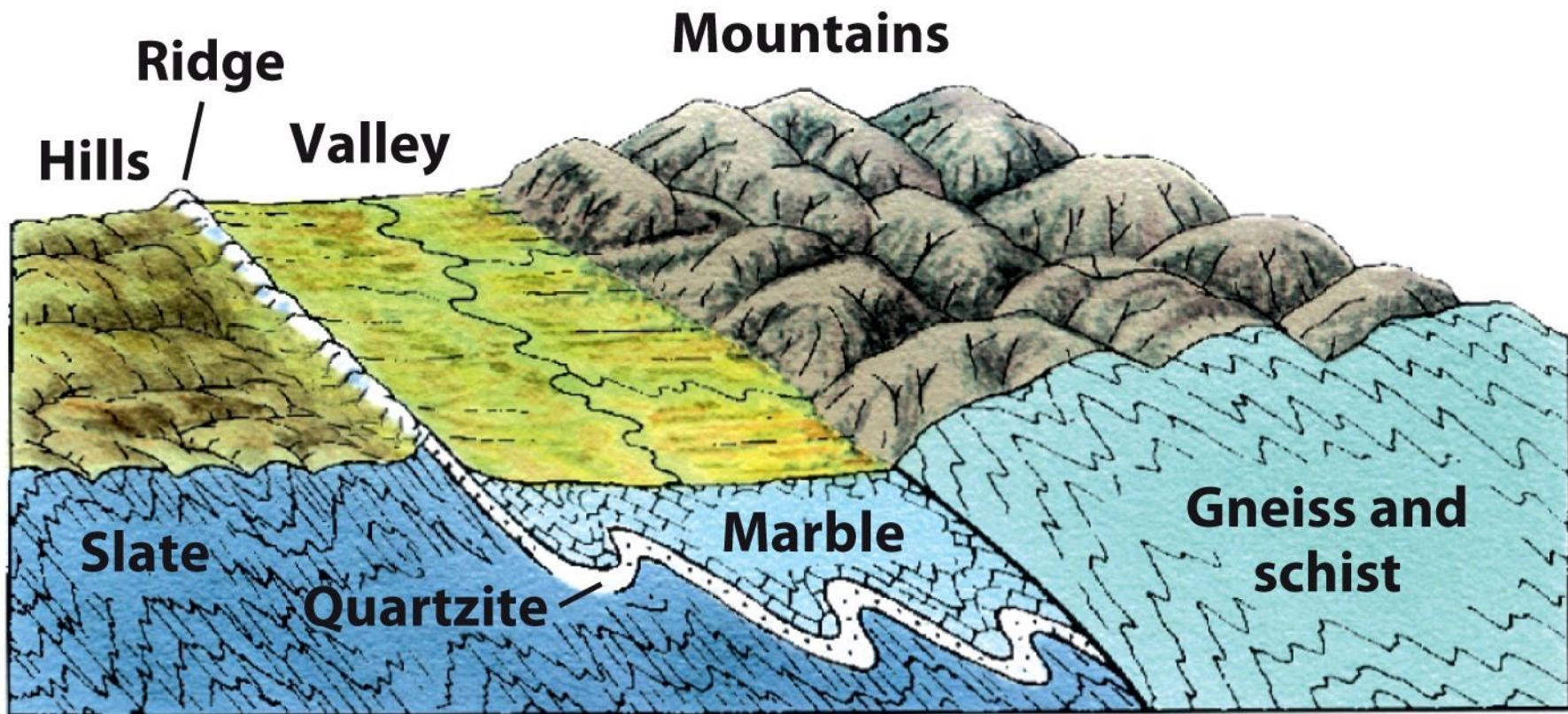
Figure 12.3 part 3



Science Source/Photo Researchers, Inc.

Figure 12.3 part 4

Kvarcit, Pensylvánie



Copyright © A. N. Strahler

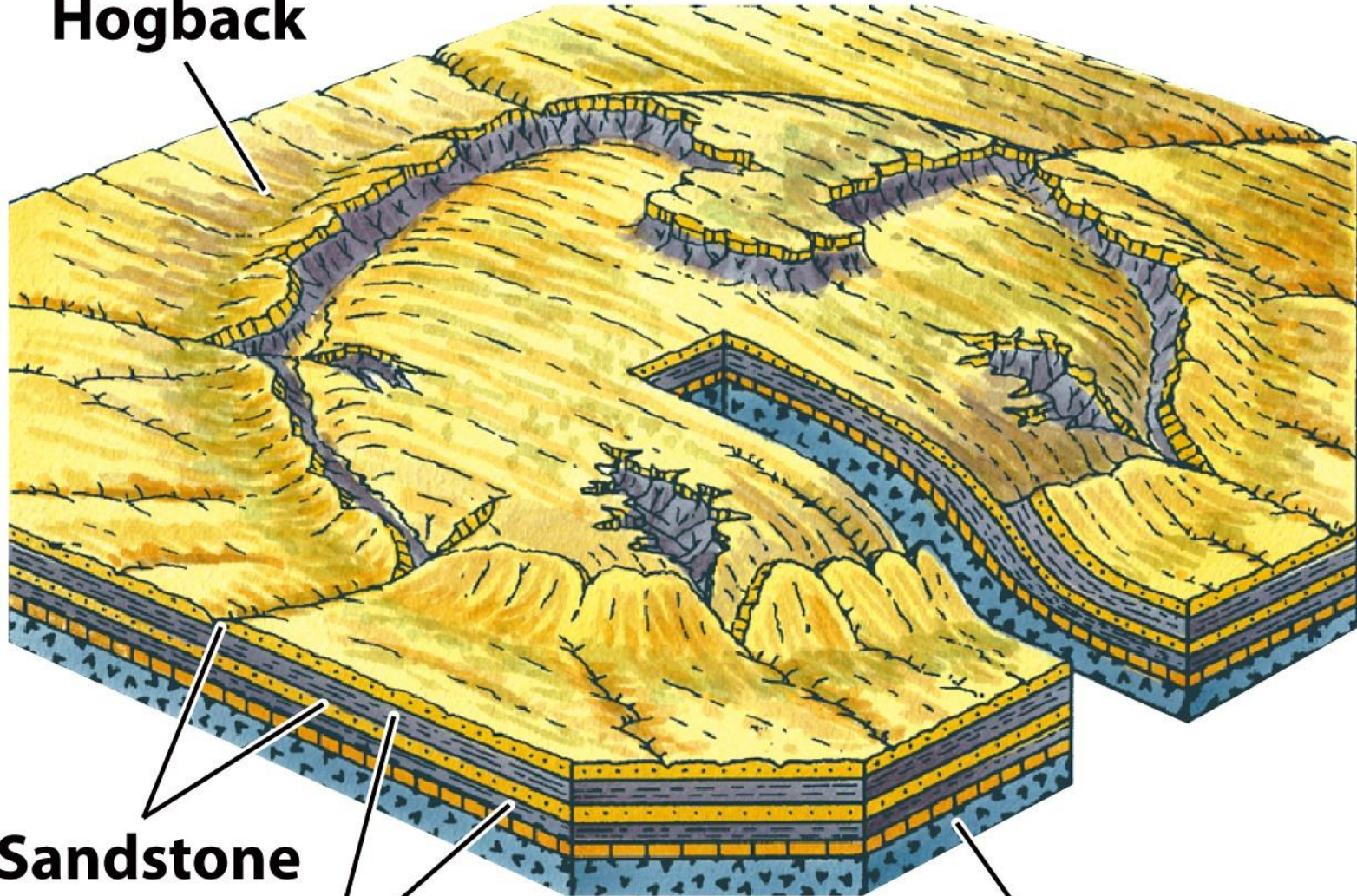
Figure 12.4

Rula tvoří hory, vápenec tvoří údolí, kvarcit žebra...

# Tektonické okno

Vysoké Taury

**Hogback**

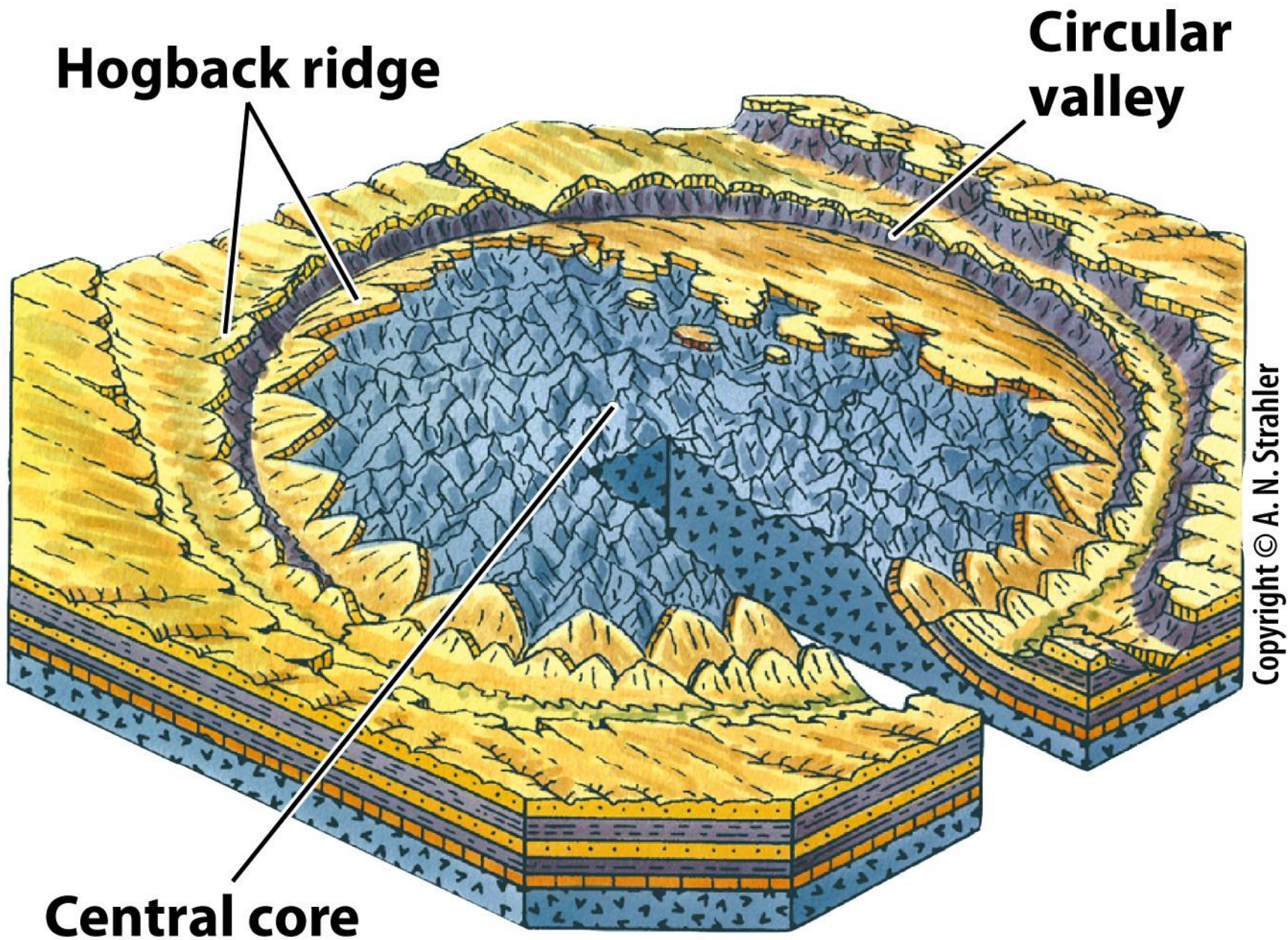


Copyright © A. N. Strahler

**Sandstone**

**Shale**

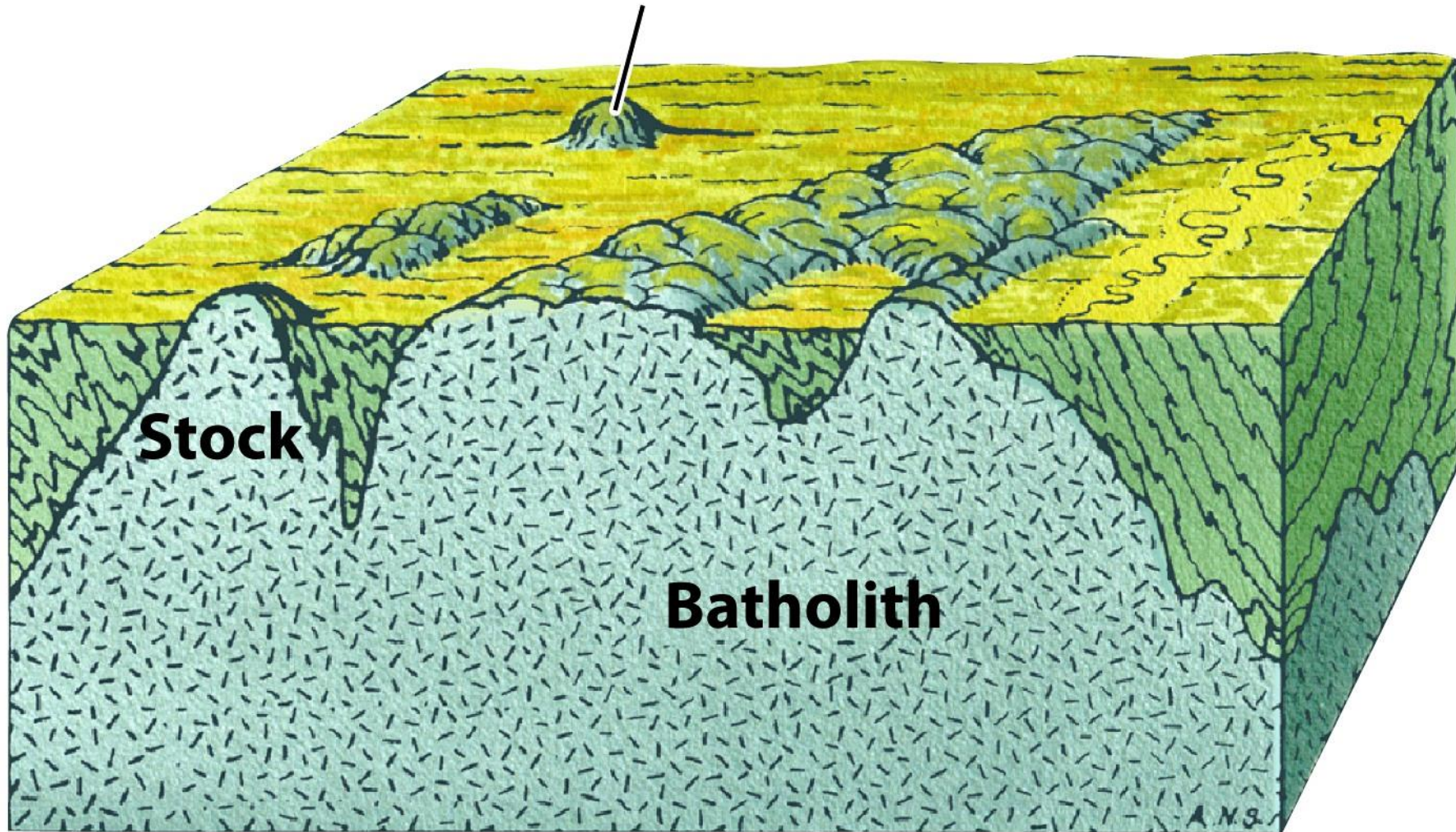
**Igneous and metamorphic rock**



Copyright © A. N. Strahler

Figure 12.6 part 2

# Monadnock



Copyright © A. N. Strahler

Figure 12.7

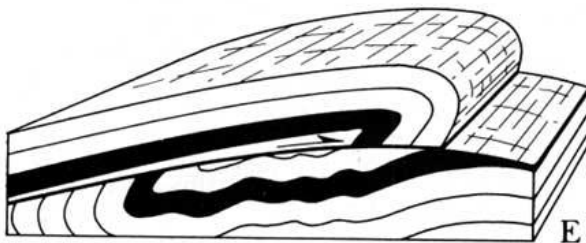
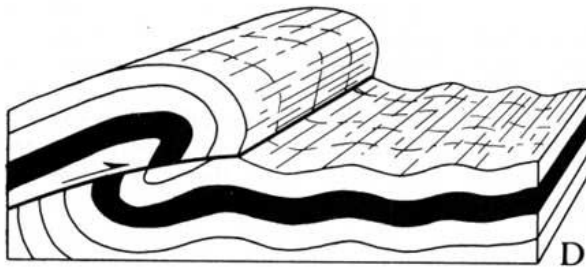
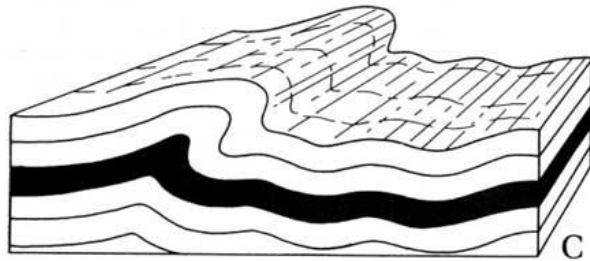
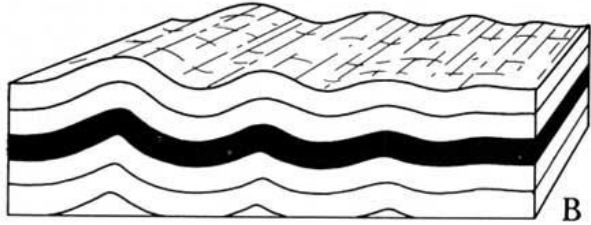
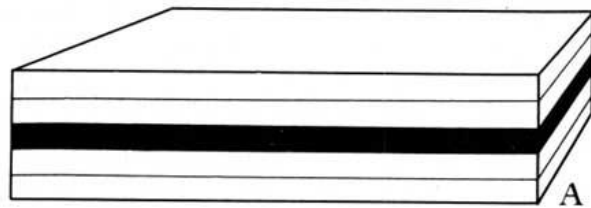
Starší horniny jsou rozrušeny a batolit zůstává





René Burri/Magnum Photos, Inc.

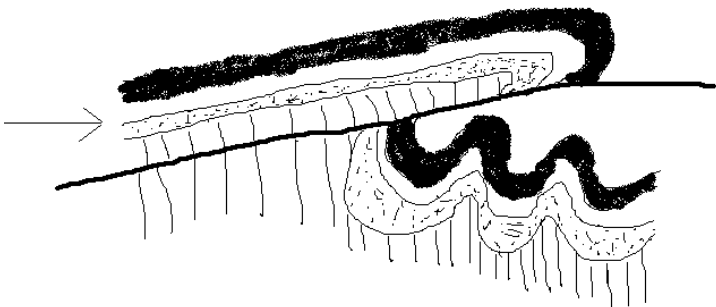
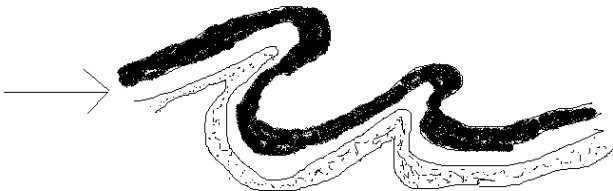
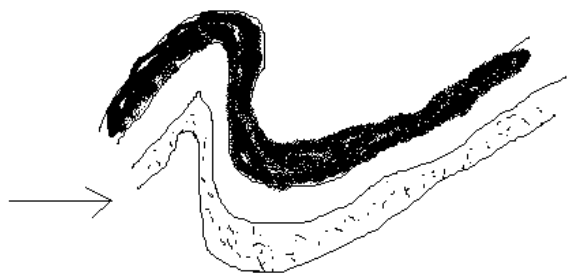
Figure 12.8 part 1



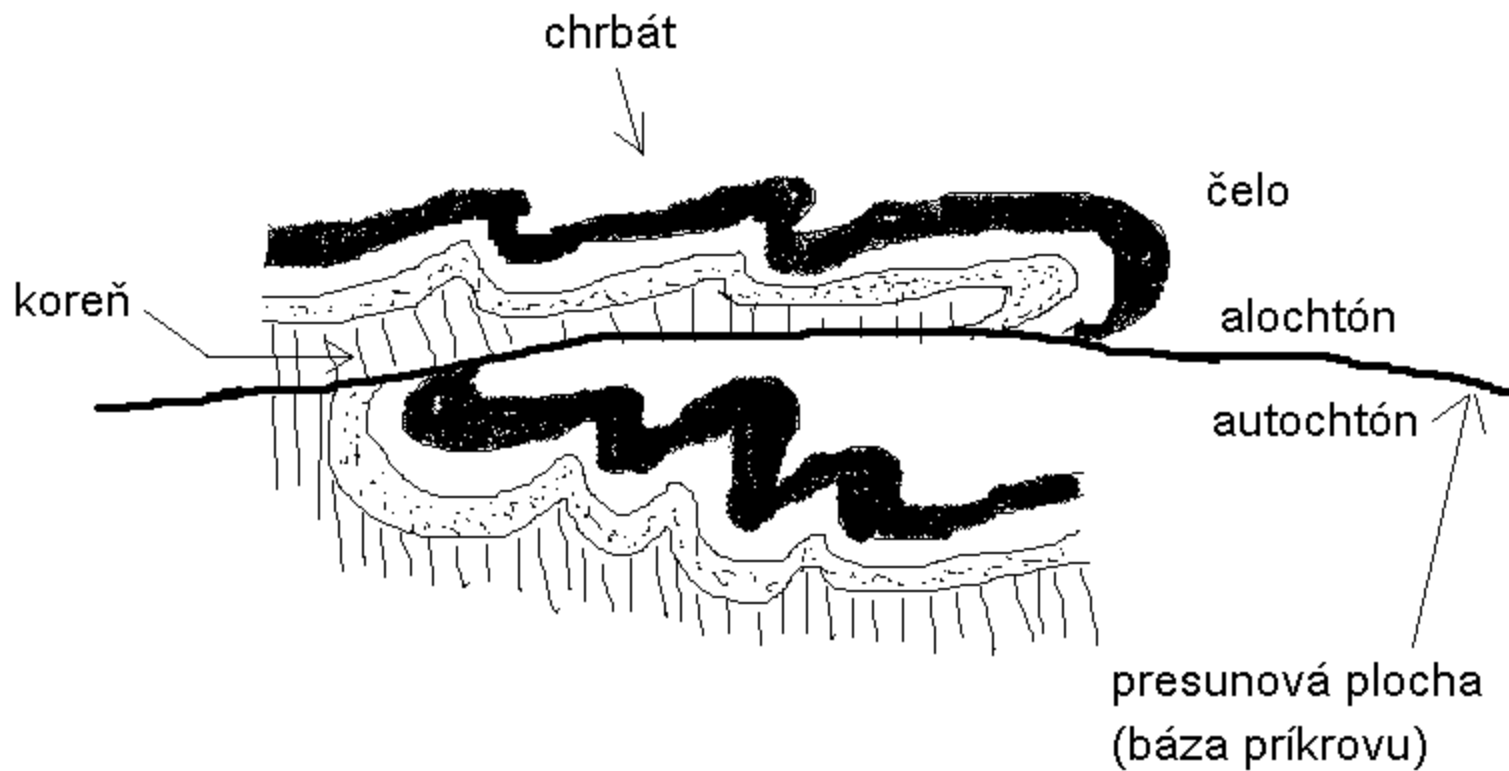
# Příkrovové TP

vznik příkrovu a celková  
změna reliéfu

# Vrásový příkrov



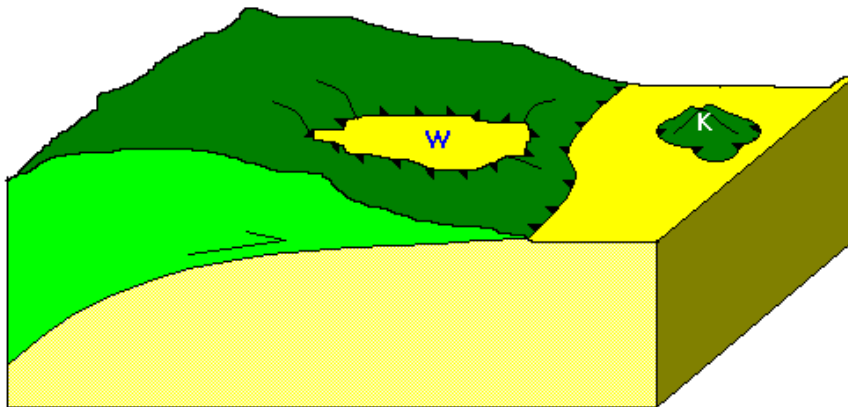
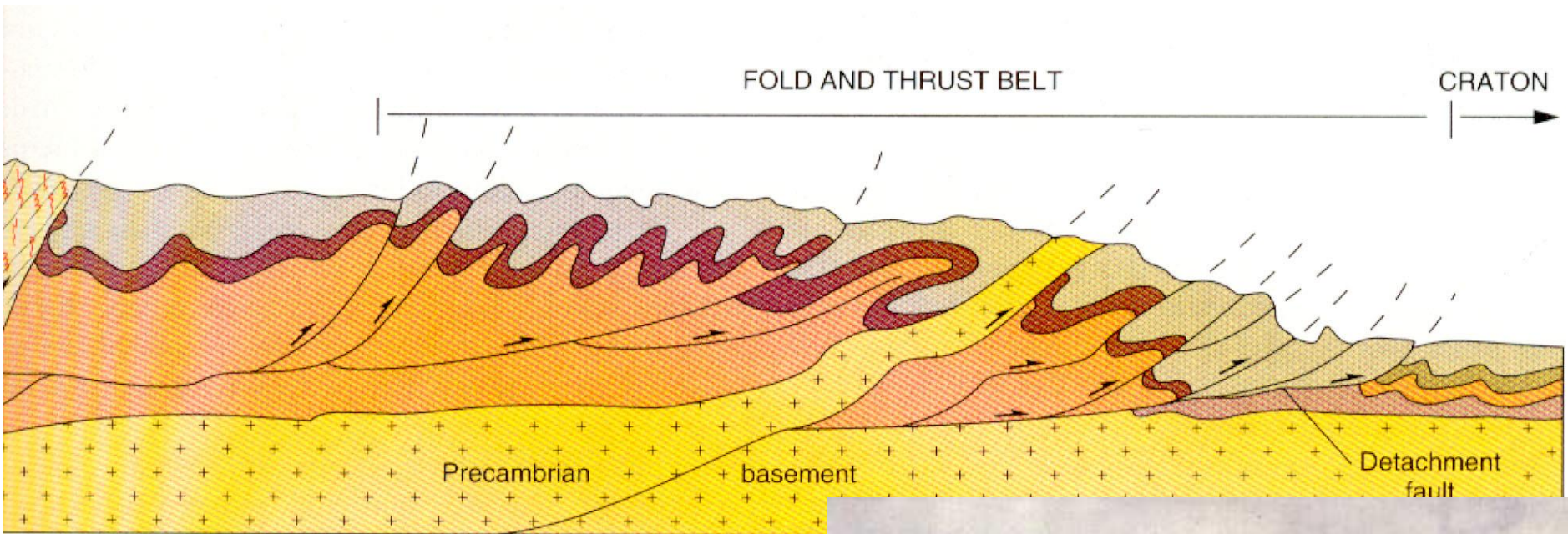
# Vrásový příkrov



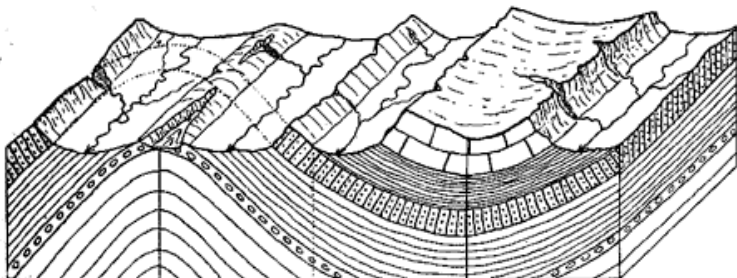
# Vrásový příkrov



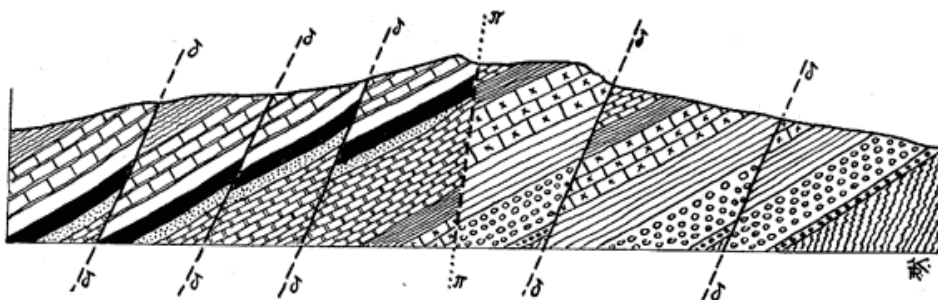
# Vrásový príkrov



### Vrásová stavba



### Zlomová stavba



obrázky znázorňují vývoj vrásy, E - příkrov

# Príkrov

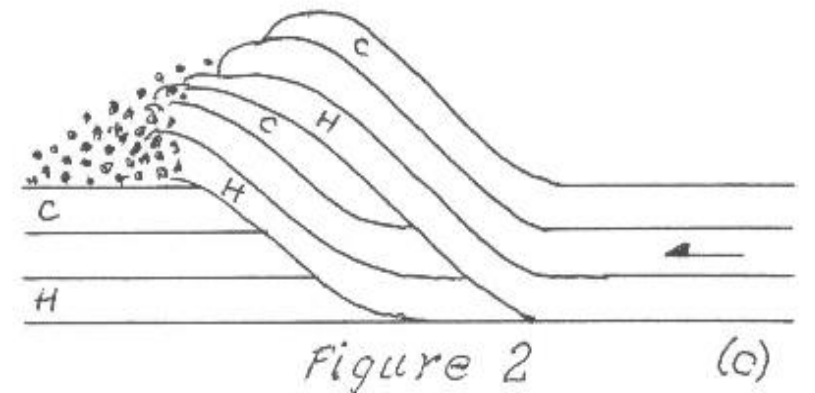
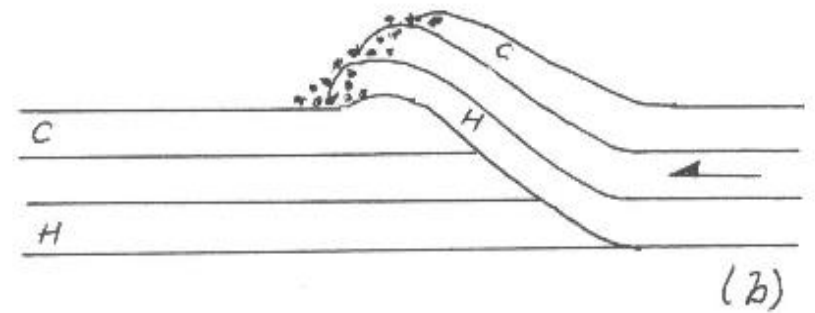
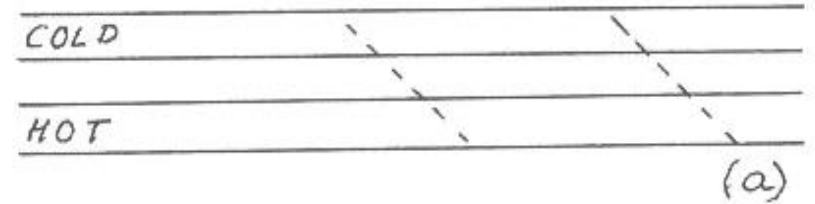
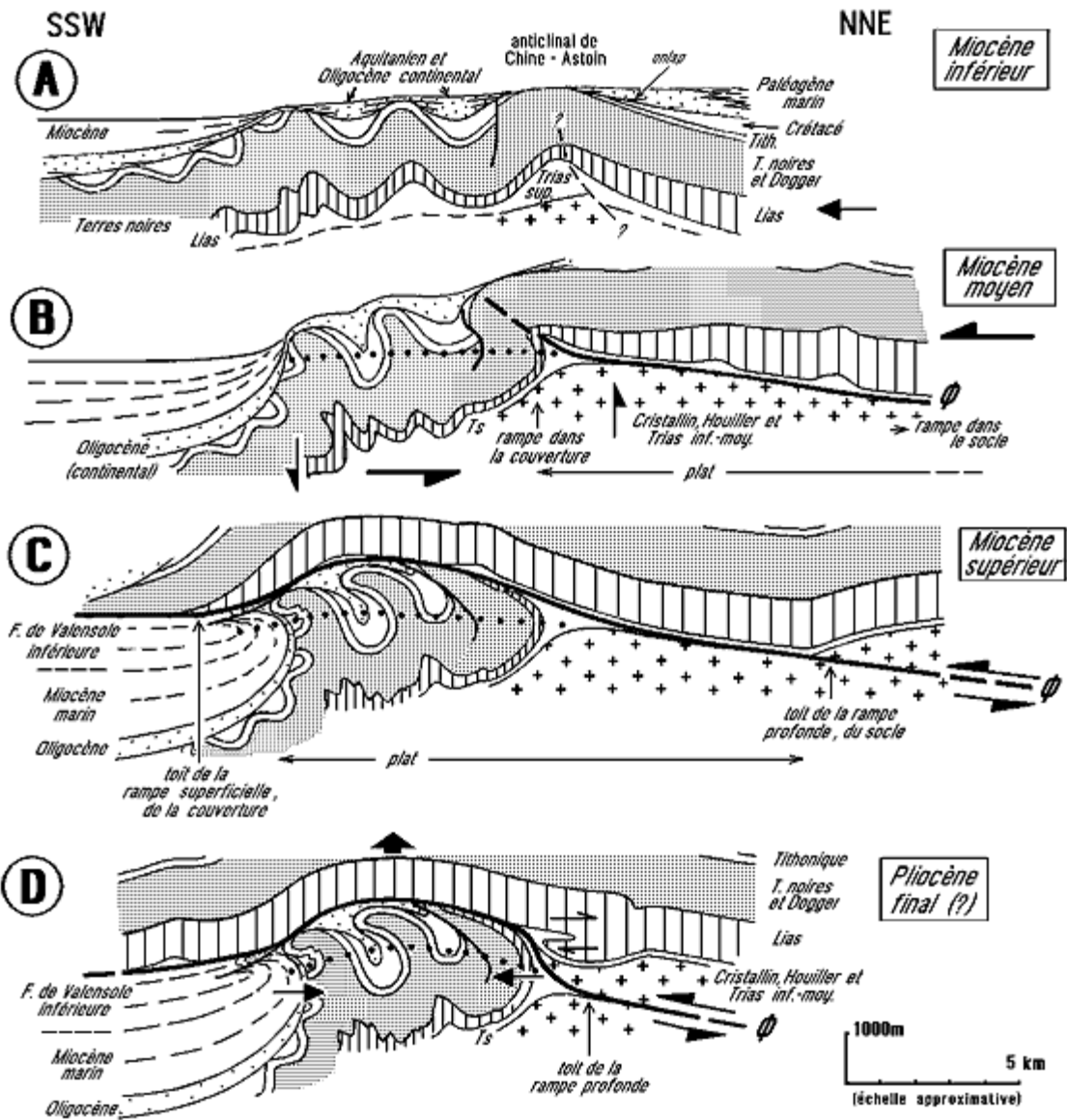


Figure 2



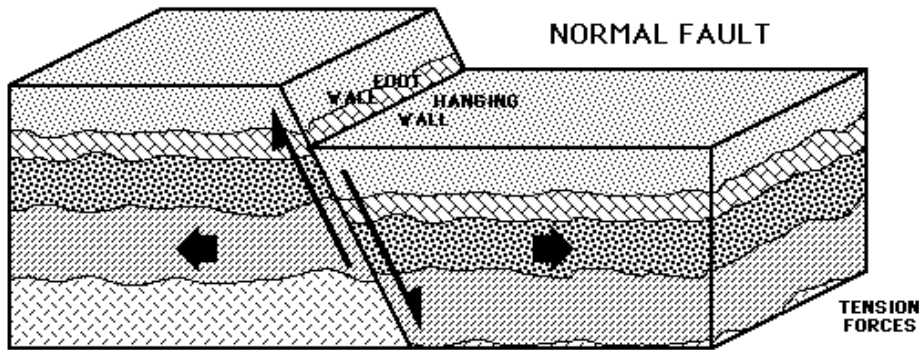


příkrov

# Chočský příkrov

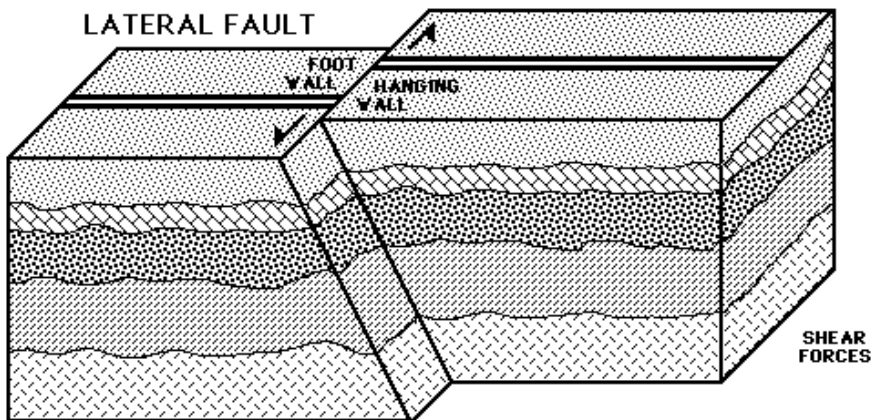
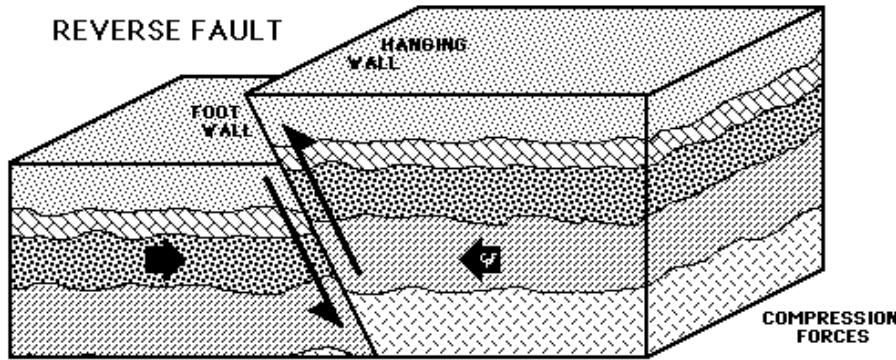


TYPES OF FAULTS

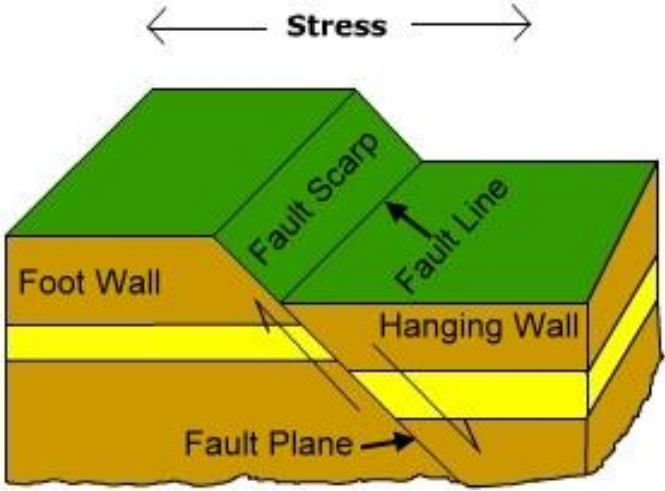
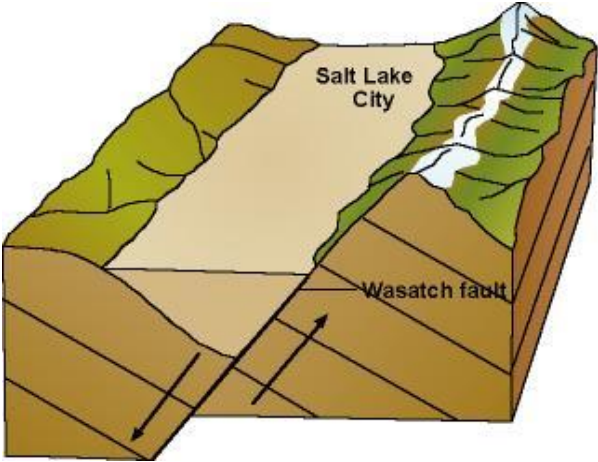


# Zlomové TP

Vznik ker omezených zlomem



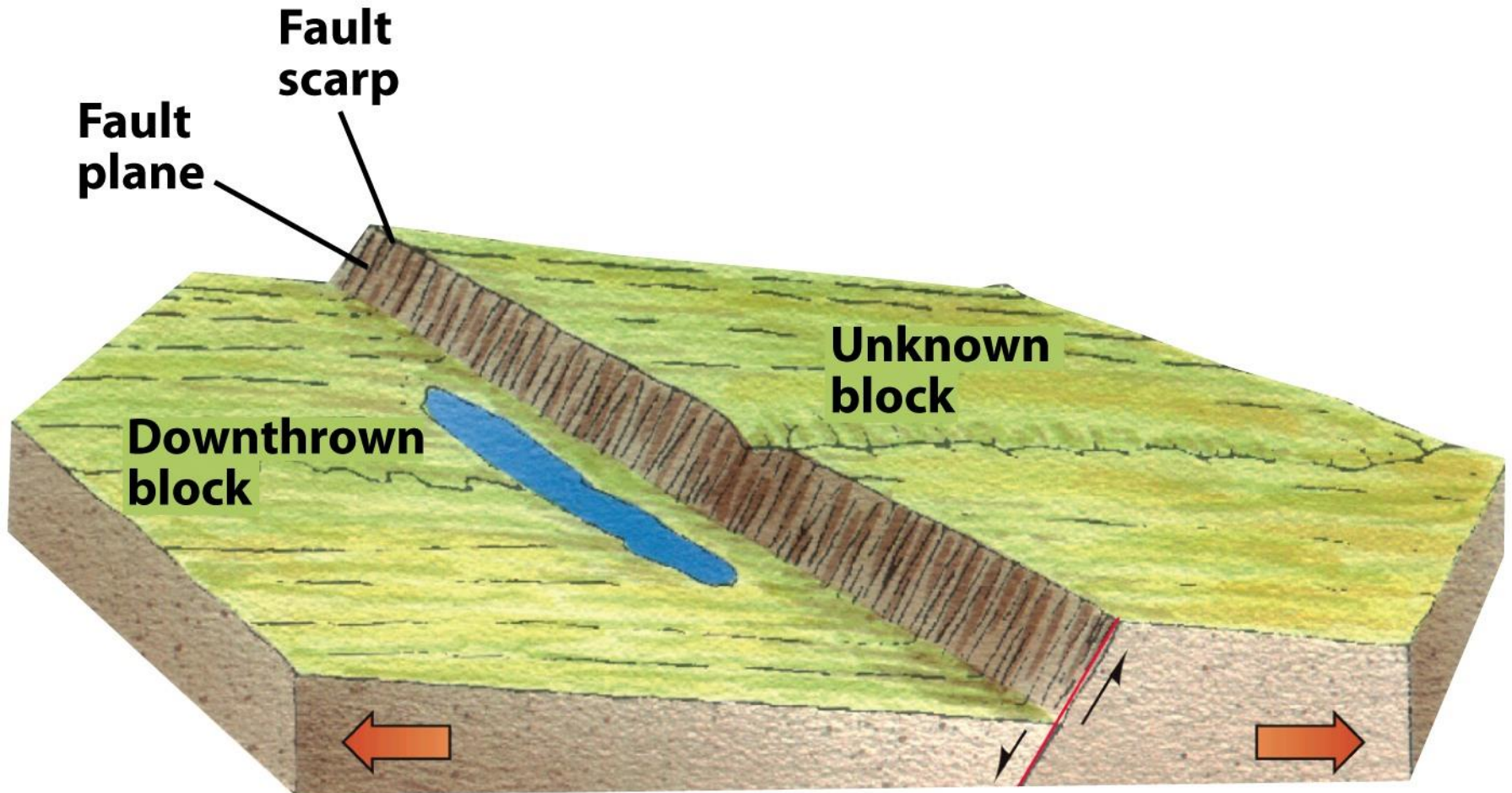
# Pokles



# Pokles



# Pokles



Copyright © A. N. Strahler

Figure 12.10 part 1

# Pokles



# Pokles

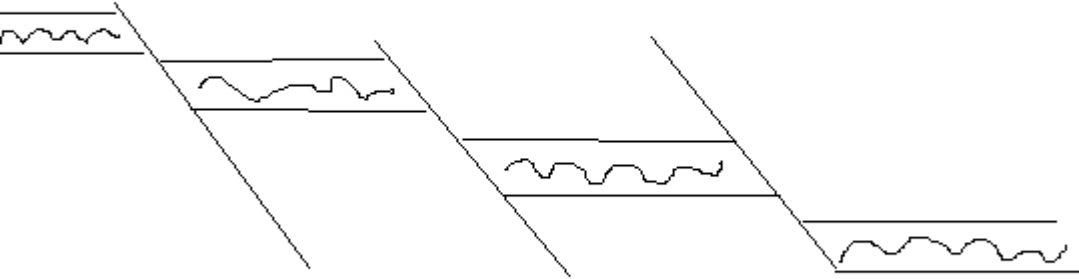




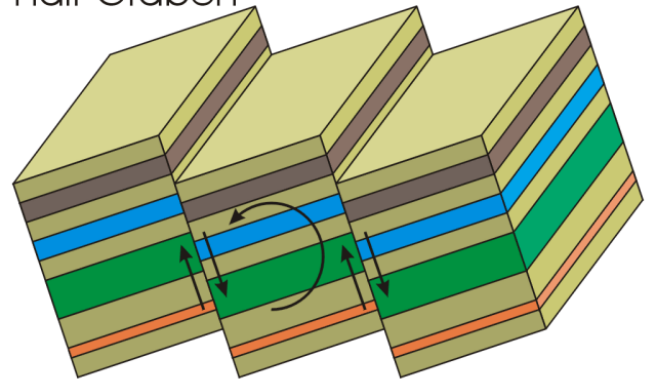
# Pokles



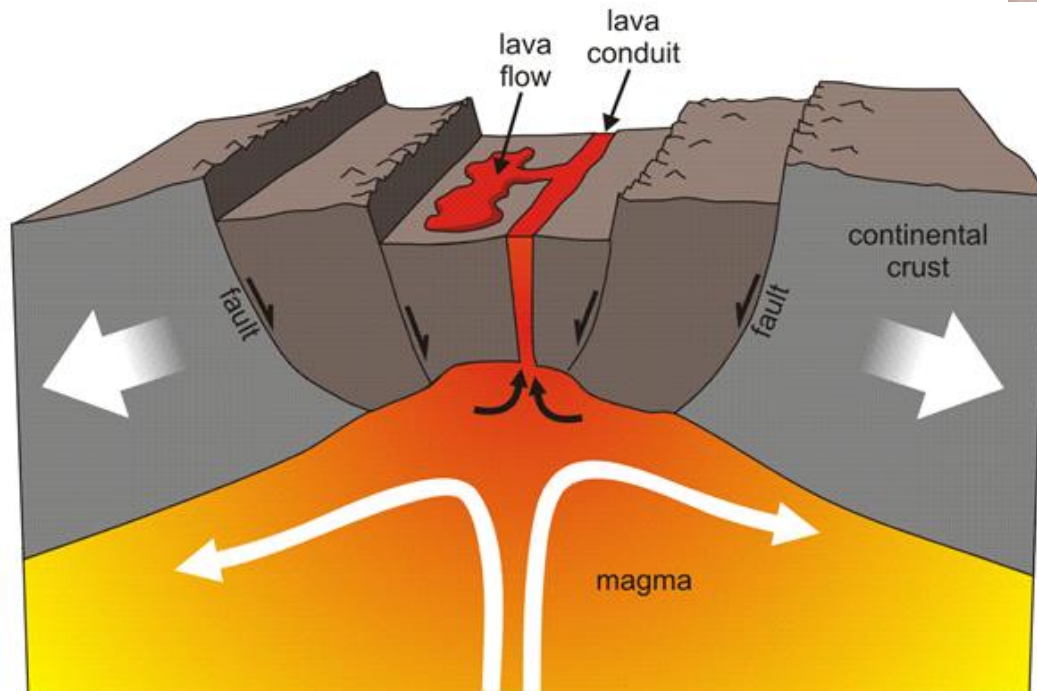
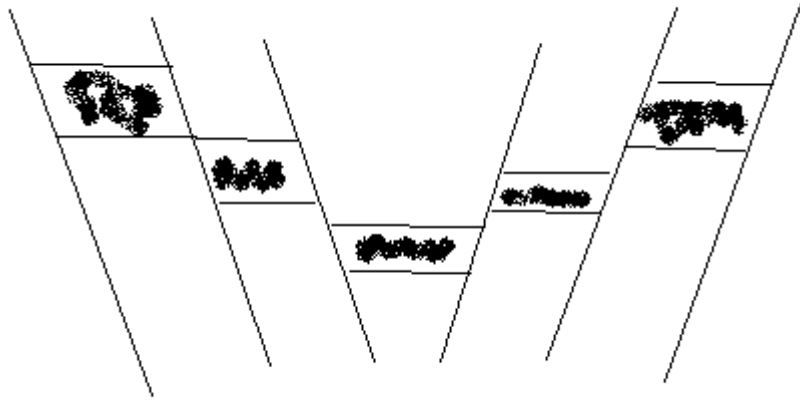
# Stupňovité poklesy



Half-Graben



# Příkopová propadlina

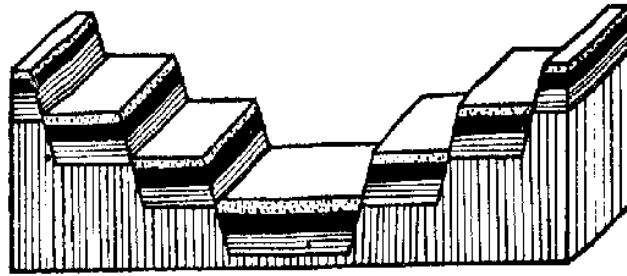


# Velká příkopová propadlina

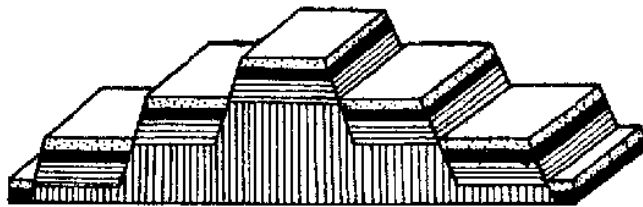


© 2013 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Figure 12.14 part 1



PRIKOPOVÁ PROPADLINA



HRÁST

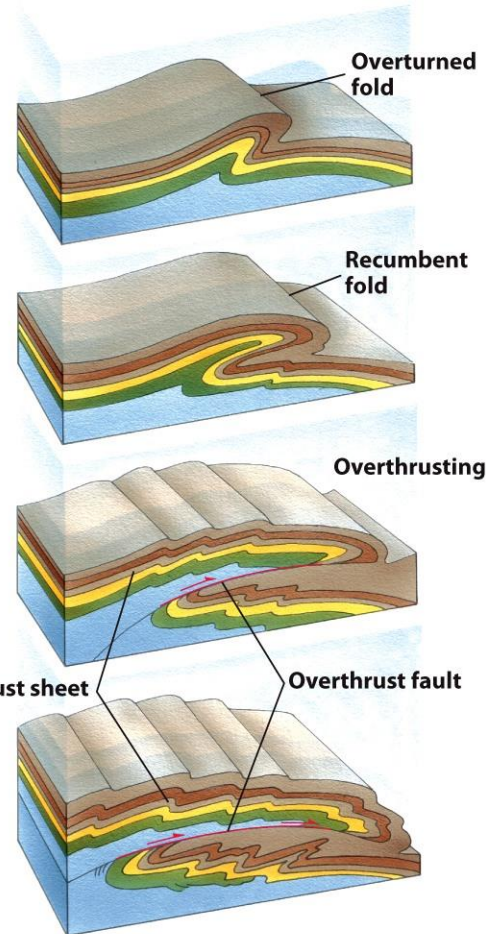
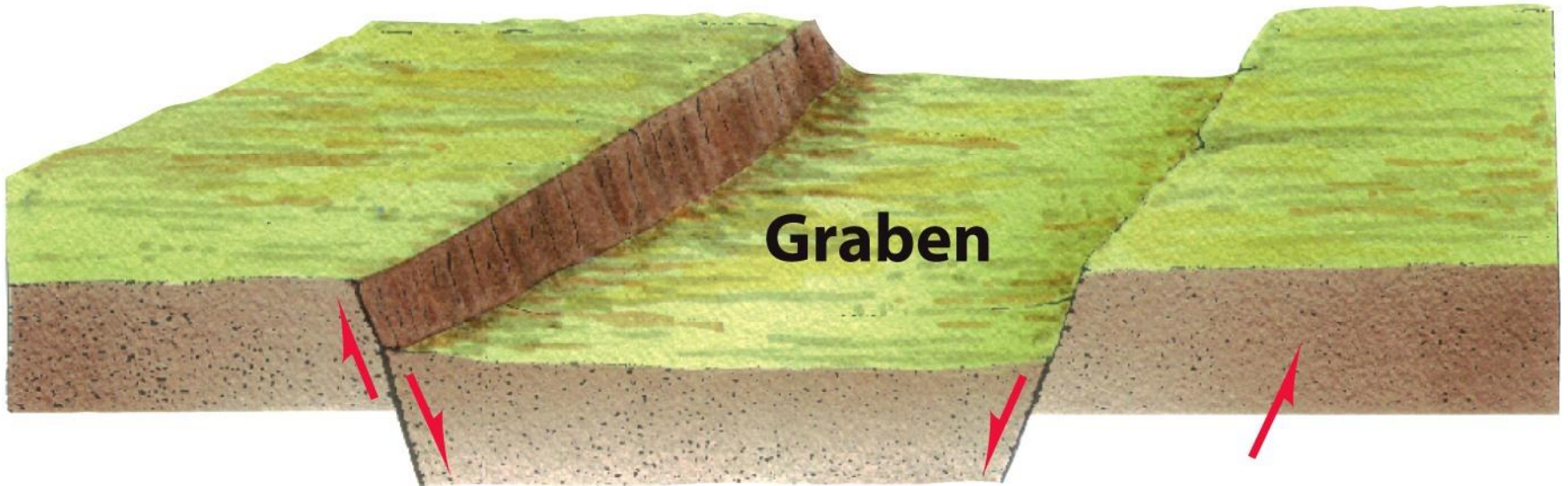


Figure 11.27

Based on the diagrams by A. Heim, 1922, Geologie der Schweiz, vol. II-Tauschnitz, Leipzig

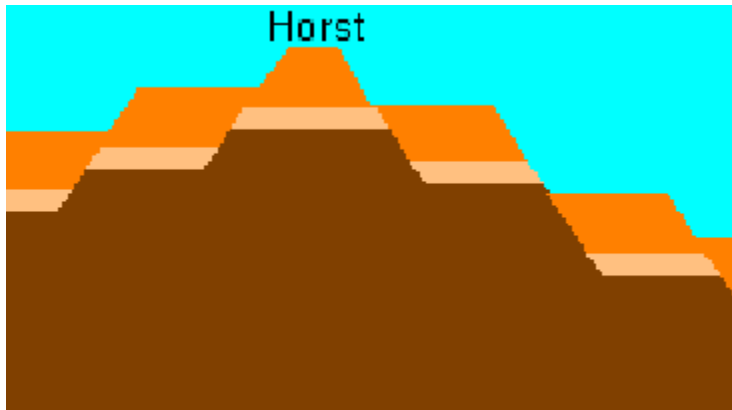
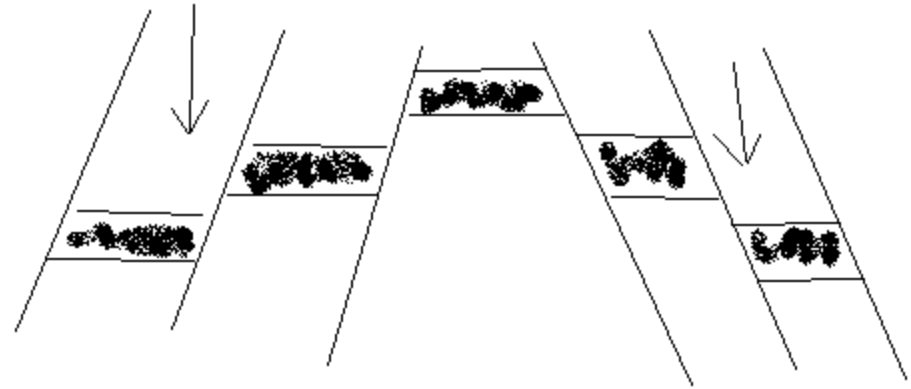


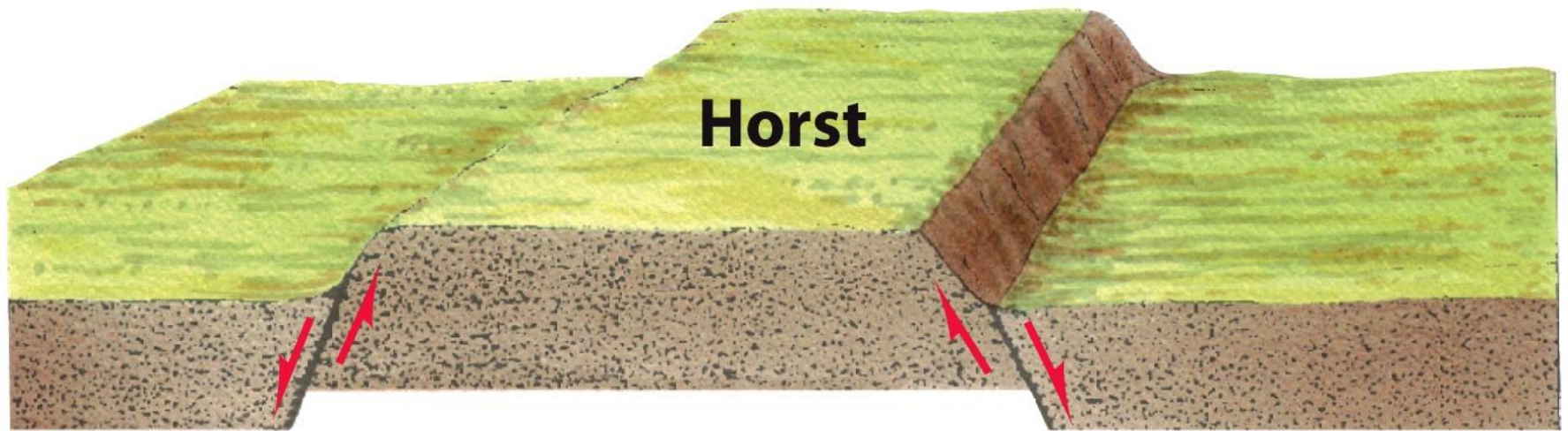
**Graben**

Copyright © A. N. Strahler

Figure 12.12 part 1

# Xenomorfní hrást





Copyright © A. N. Strahler

Figure 12.12 part 2



# Hrástově – propadlinové systémy

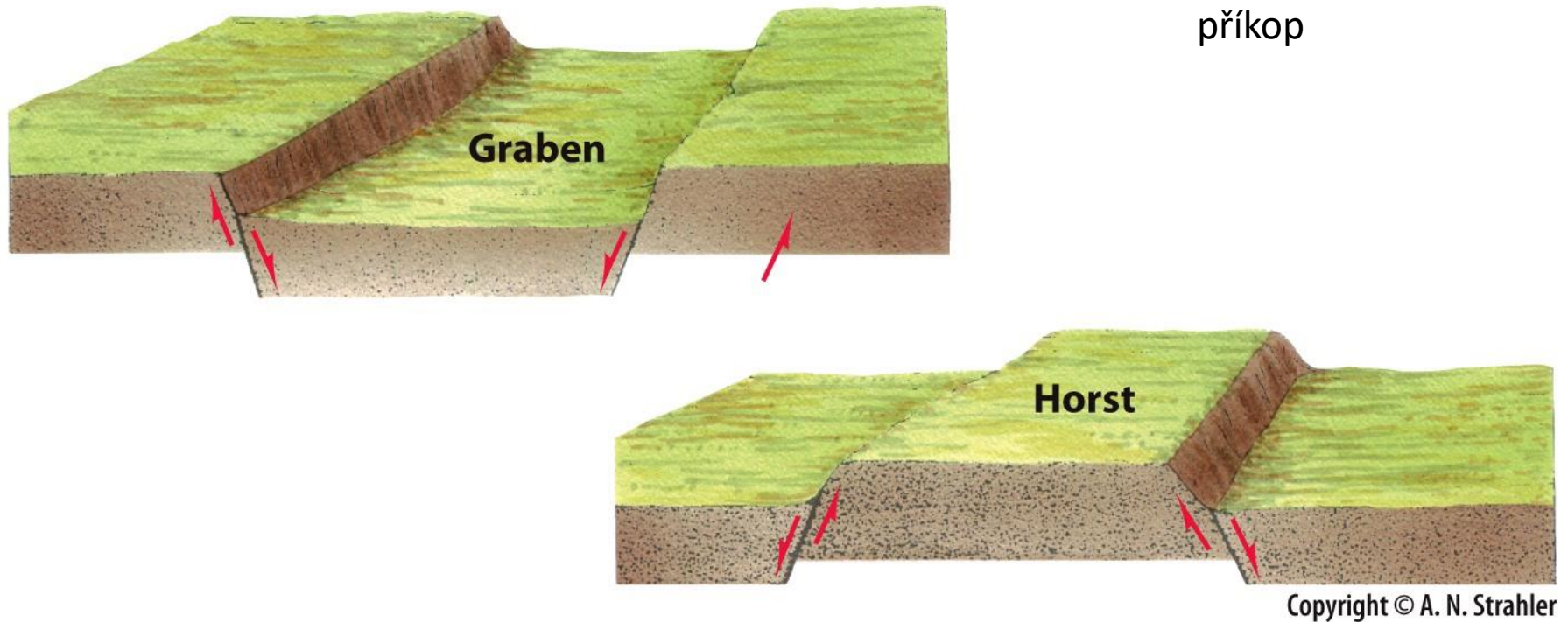
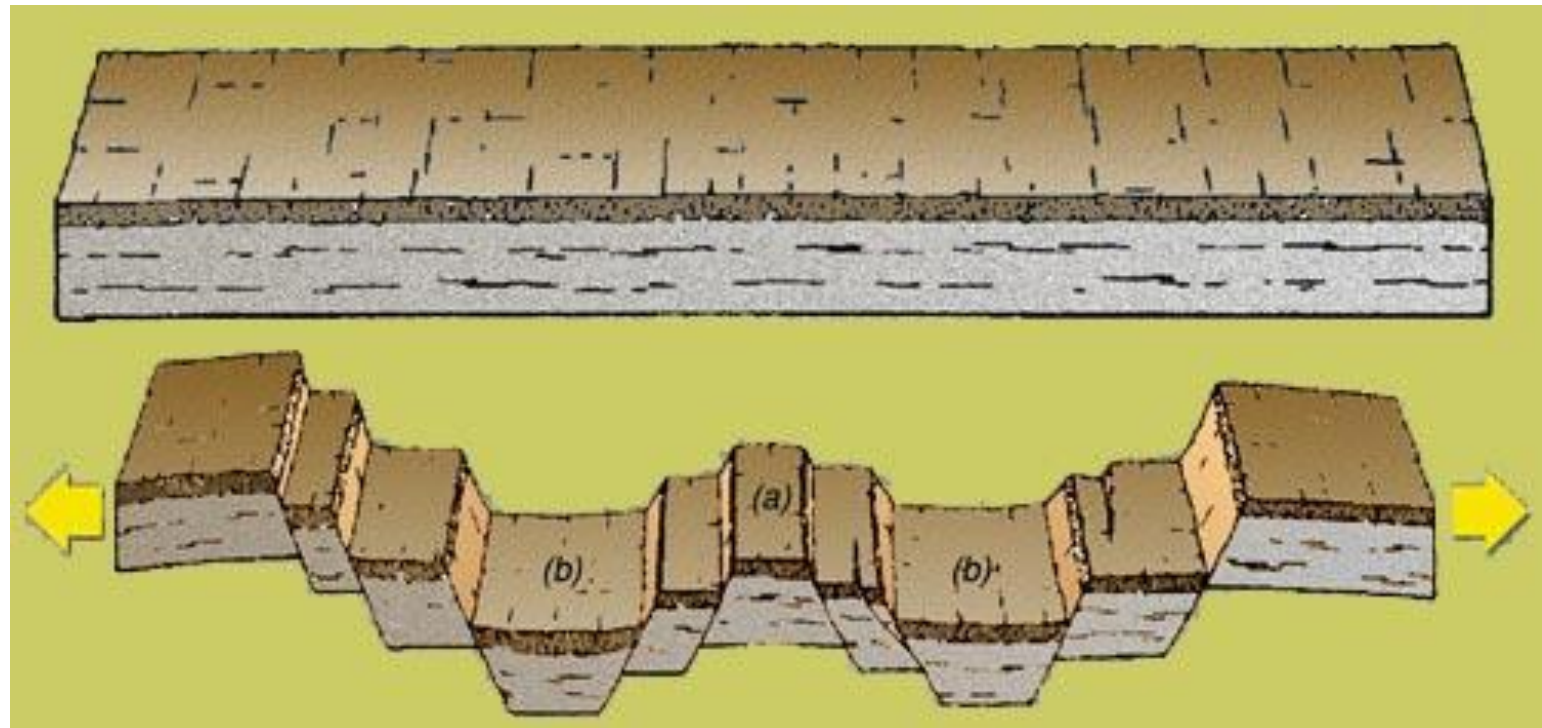
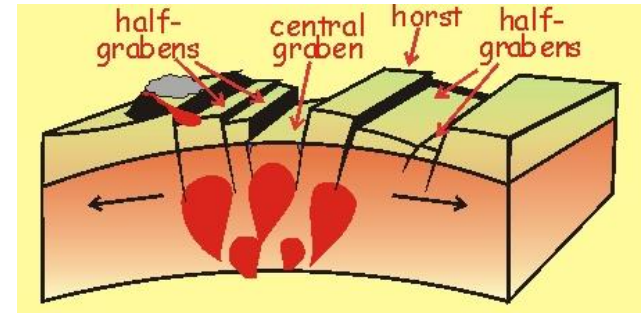
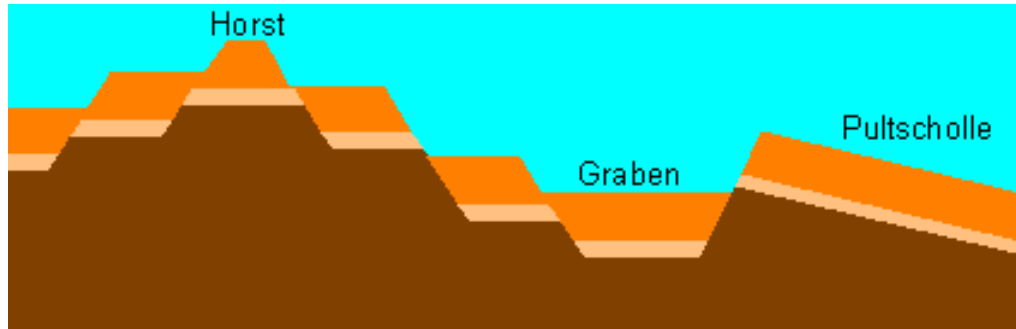


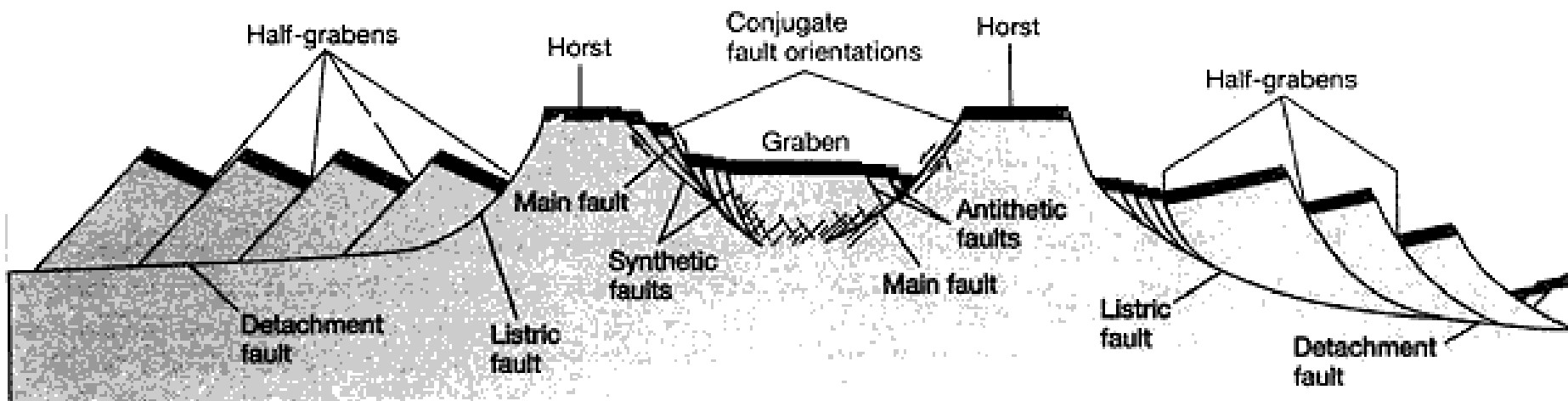
Figure 12.12

hrást

# Hrástově – propadlinové systémy



# Hrástově – propadlinové systémy



# Hrástově – propadlinové systémy



# Hrástově – propadlinové systémy

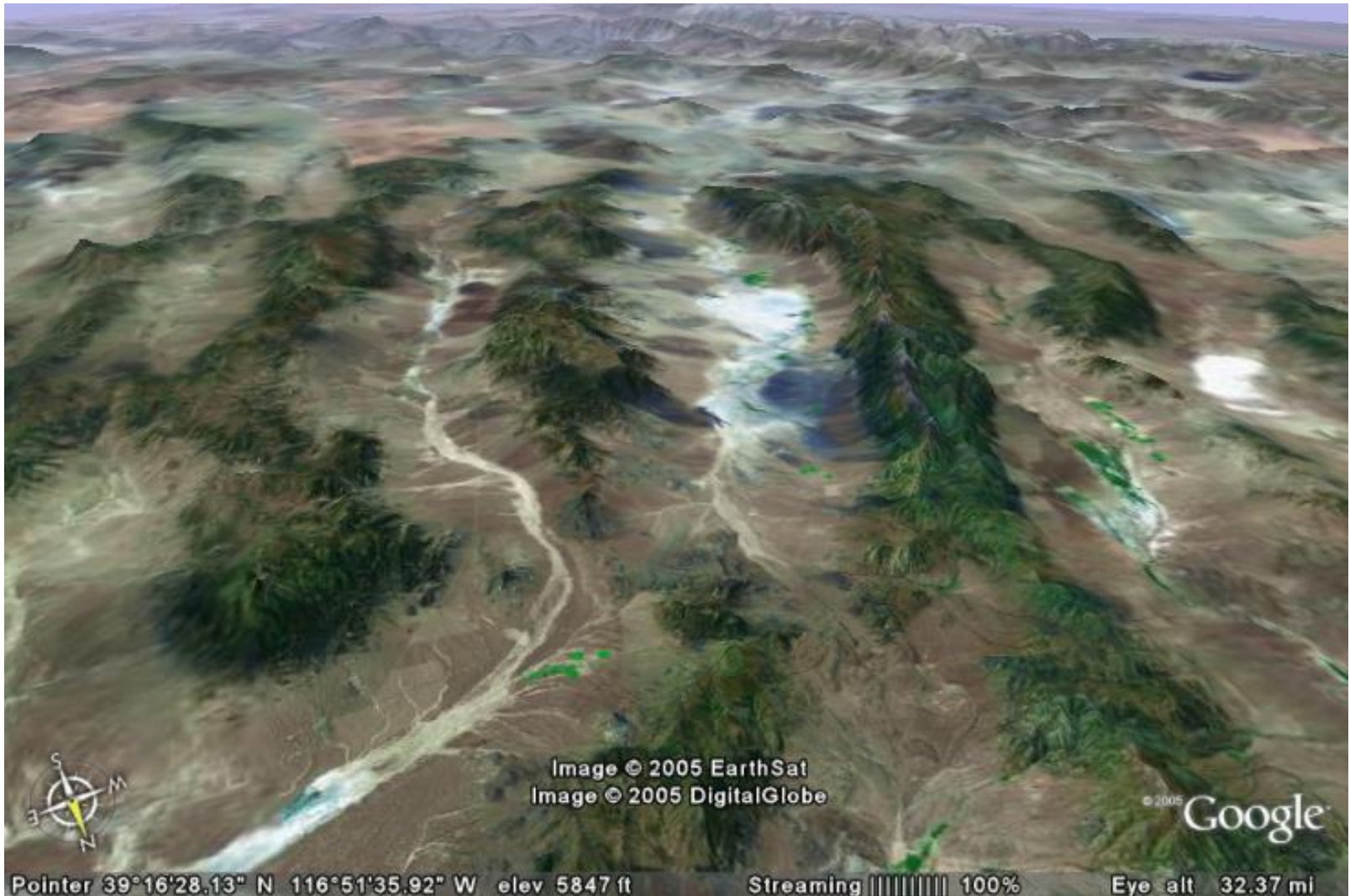


Image © 2005 EarthSat  
Image © 2005 DigitalGlobe

© 2005 Google

Pointer 39°16'28.13" N 116°51'35.92" W elev 5847 ft

Streaming ||||| 100%

Eye alt 32.37 mi

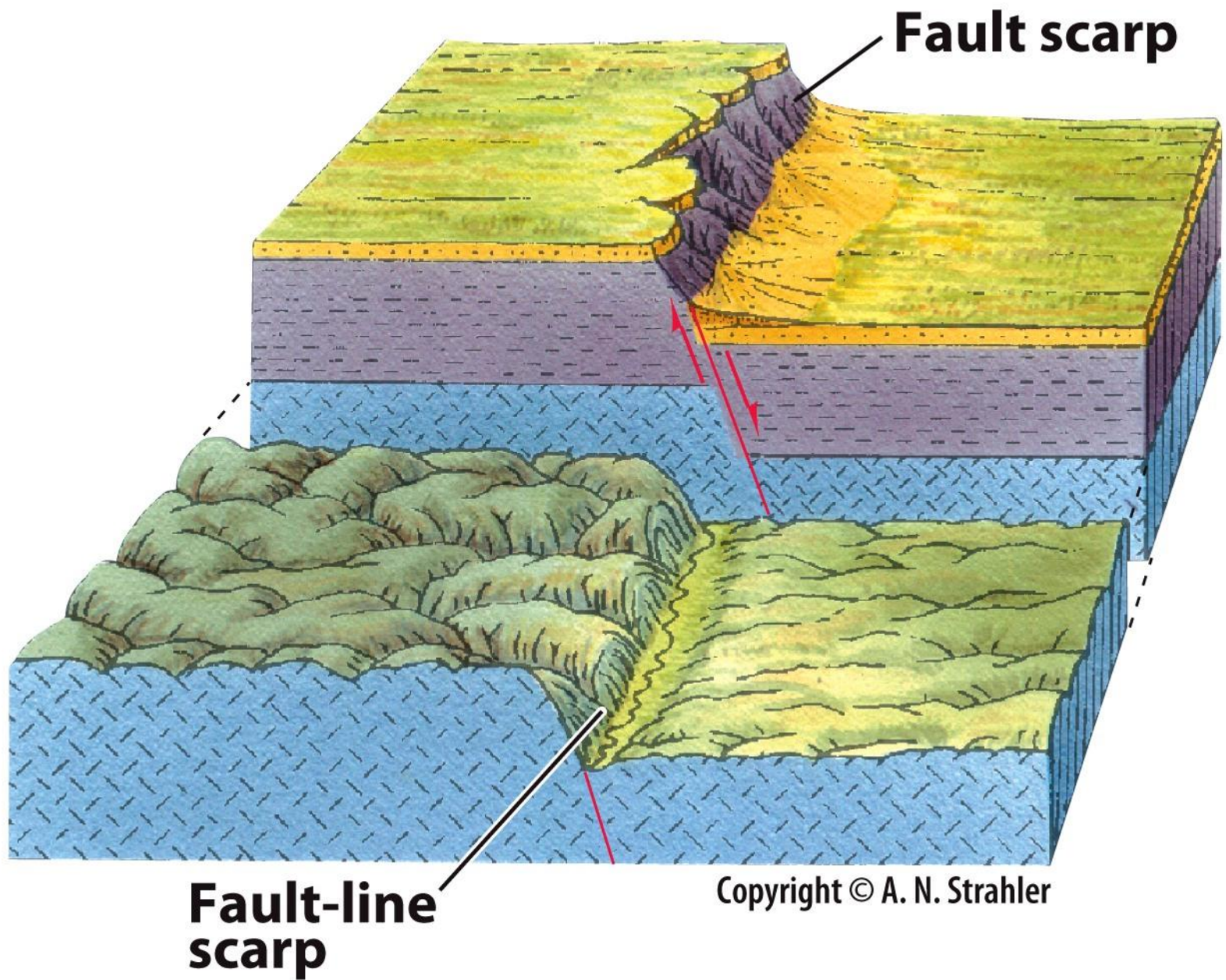


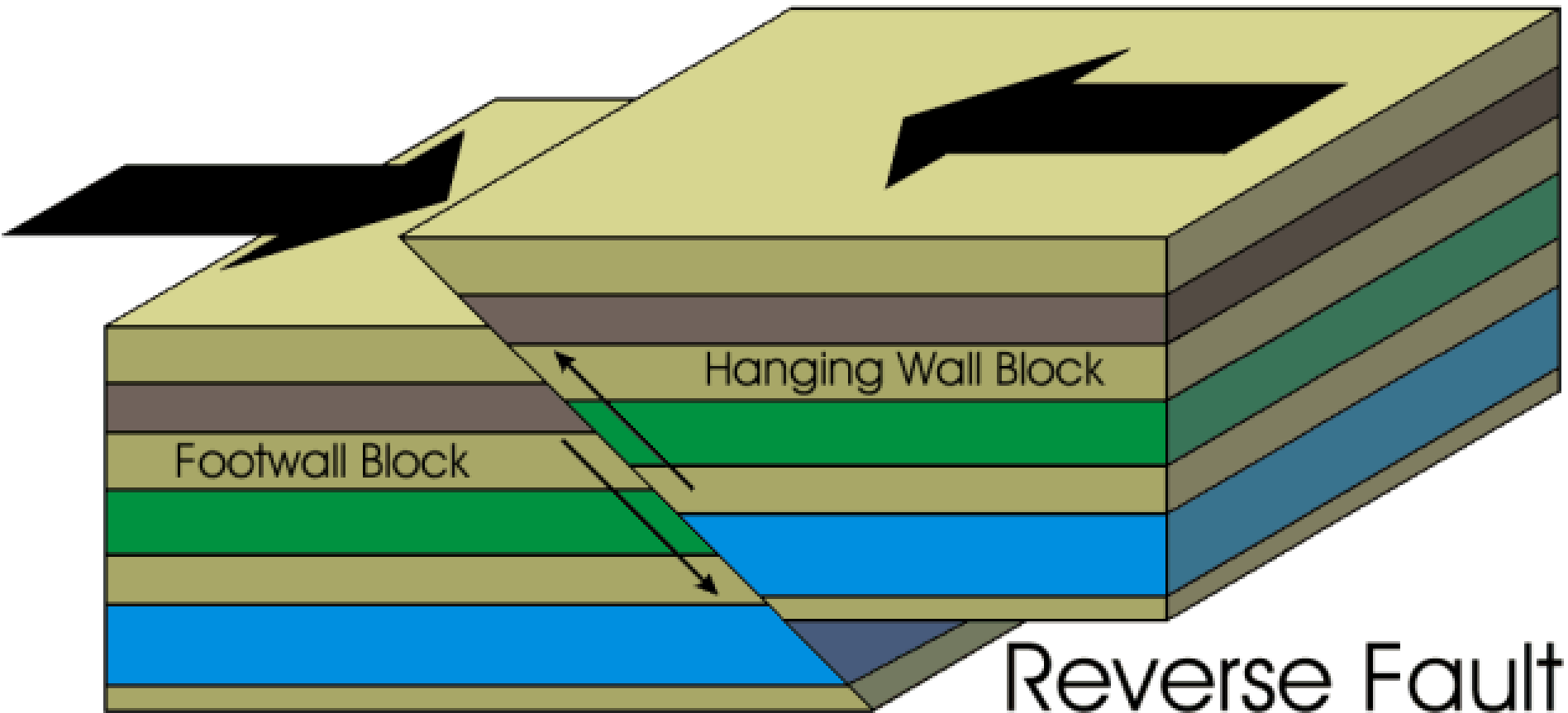
Figure 12.13



Philippe Boursseiller/Getty Images, Inc.

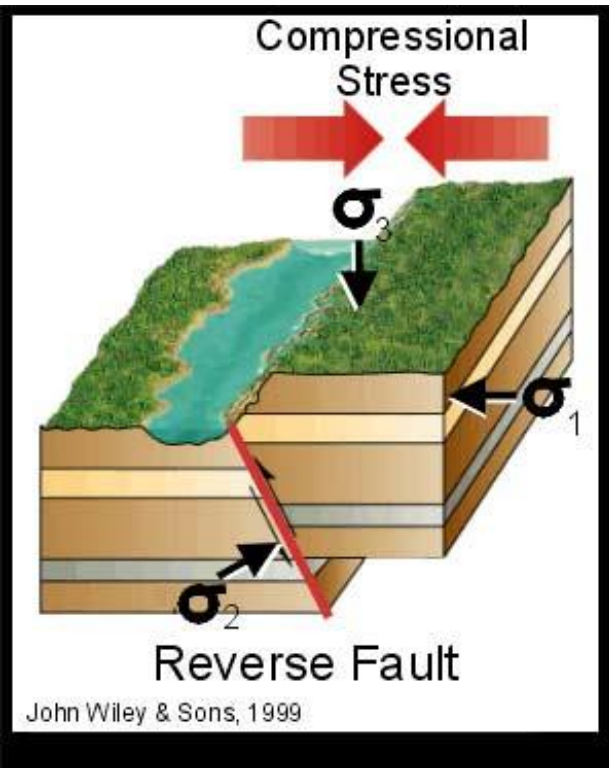
Figure 12.14 part 2a

# Přesmyk





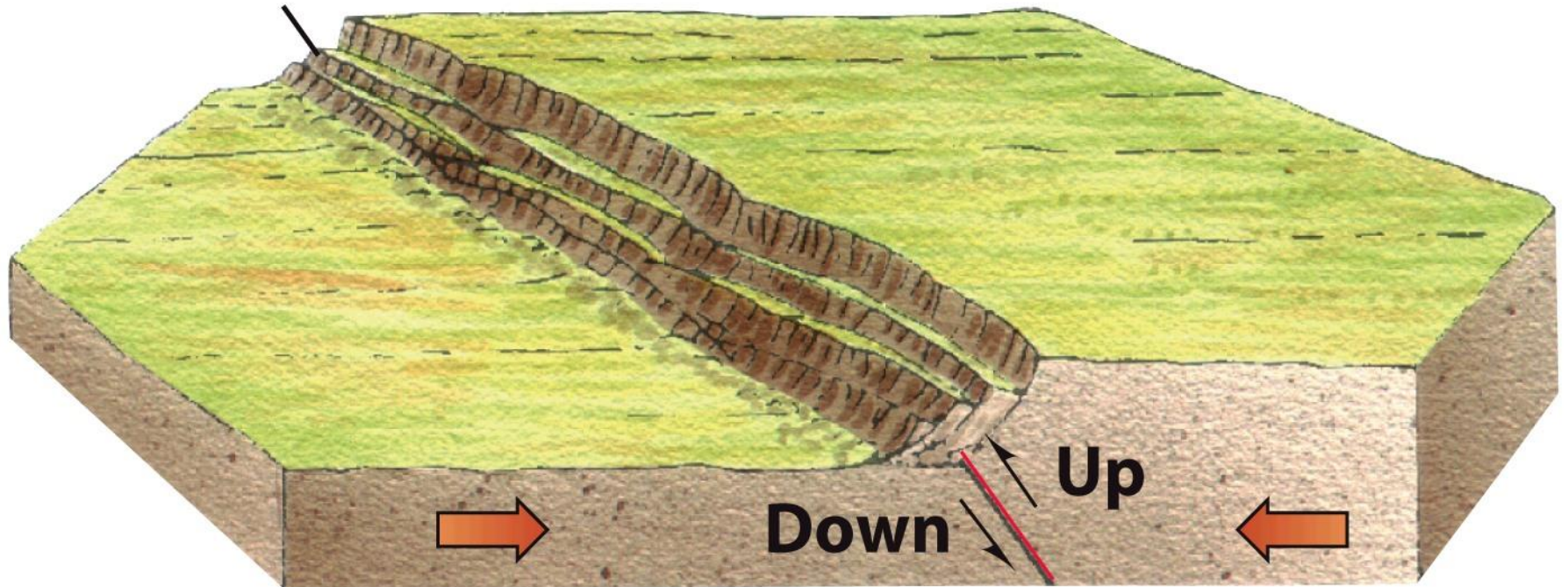
# Přesmyk



# Přesmyk



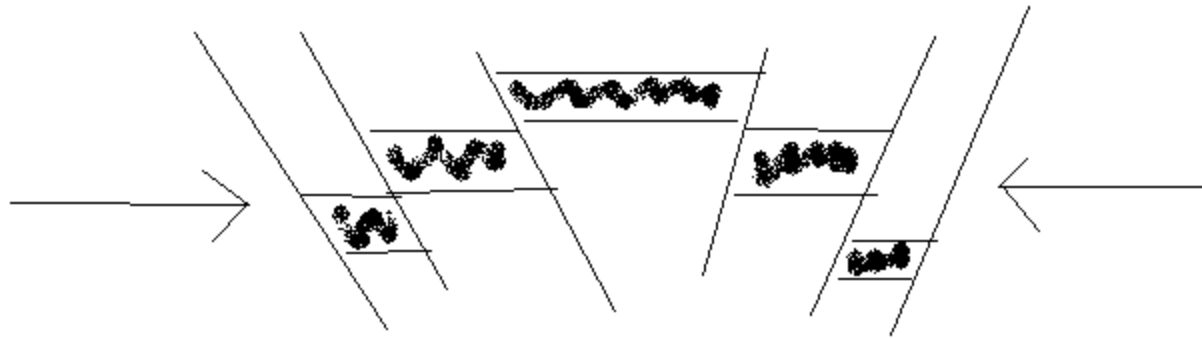
# Landsliding



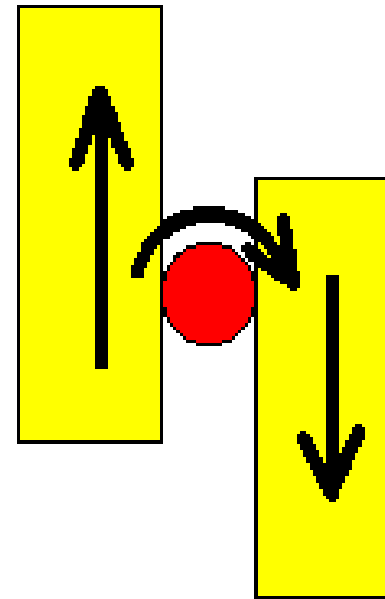
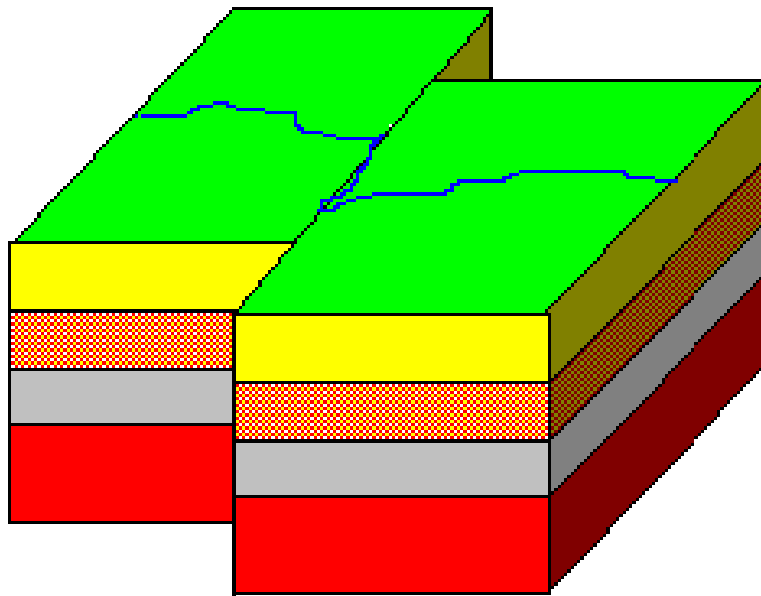
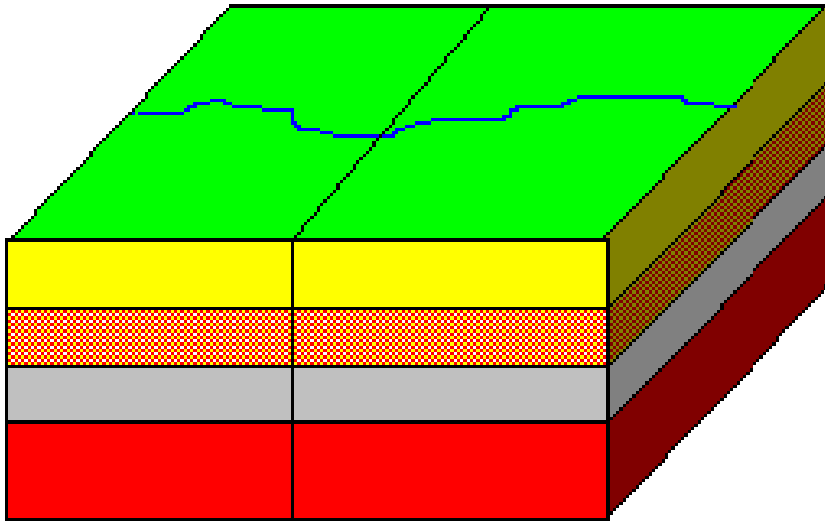
Copyright © A. N. Strahler

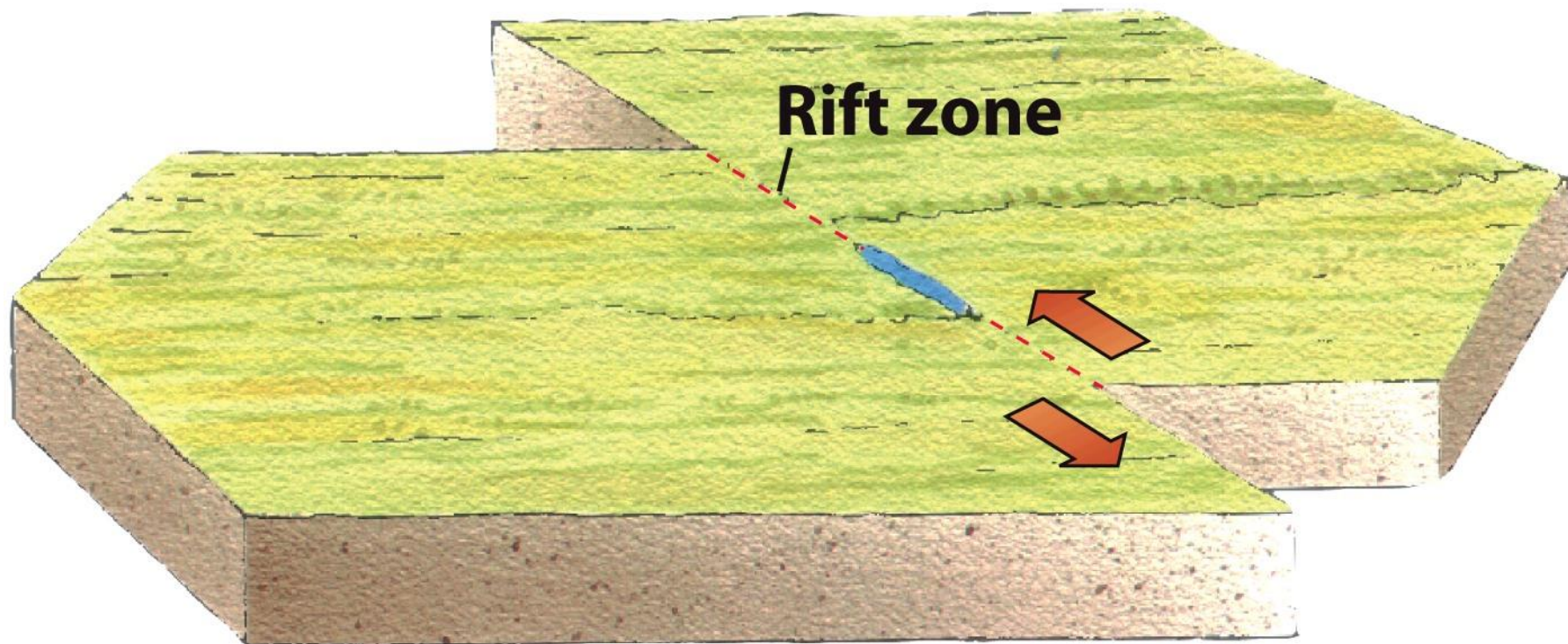
Figure 12.10 part 3

# Automorfní (přesmyková) hrást



# Horizontální posun

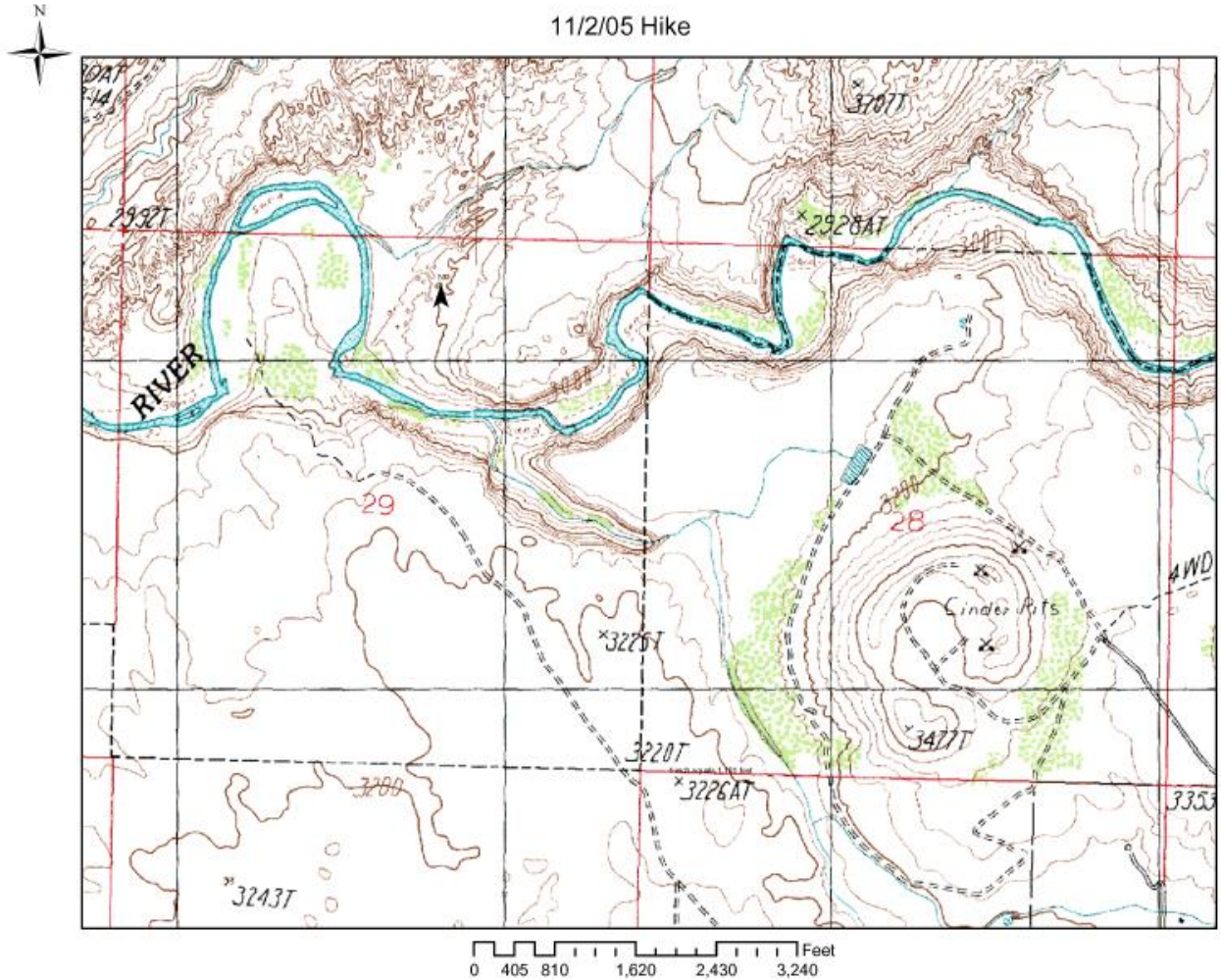
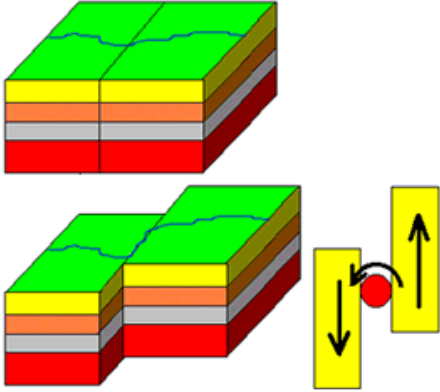




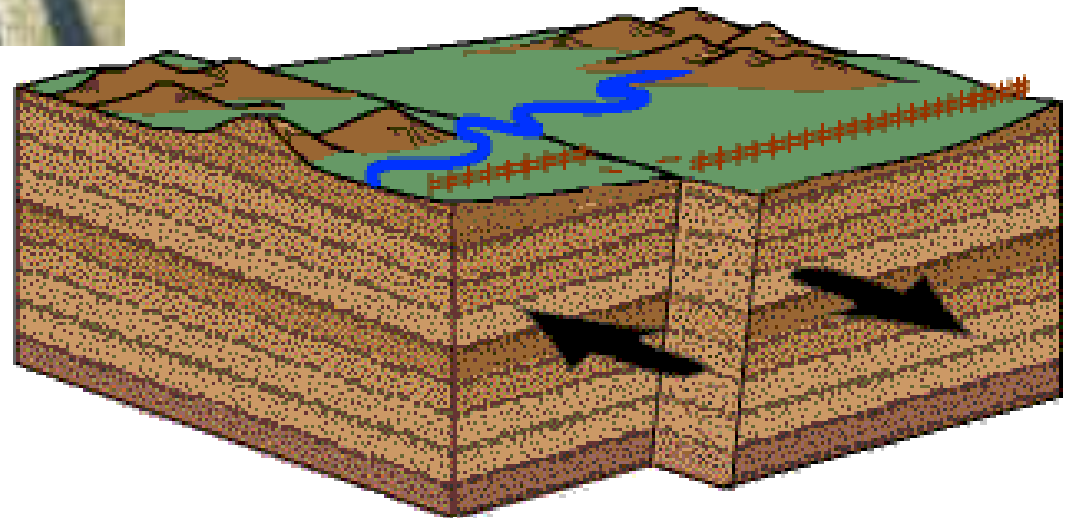
Copyright © A. N. Strahler

Figure 12.10 part 2

# Posun



# Posun

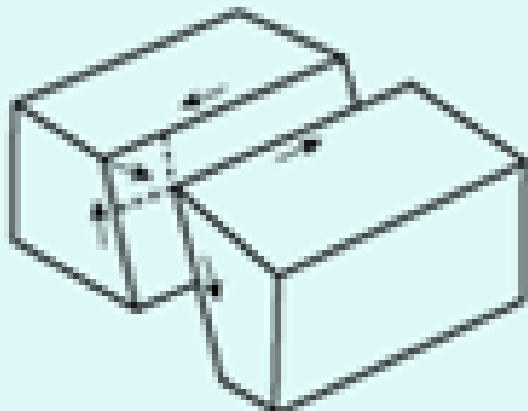




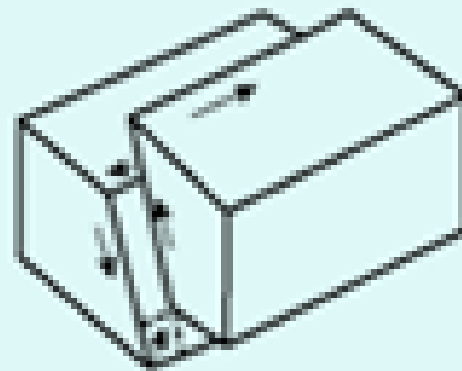
# Posun



poklesový posun

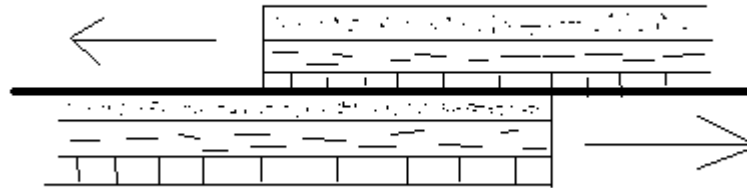


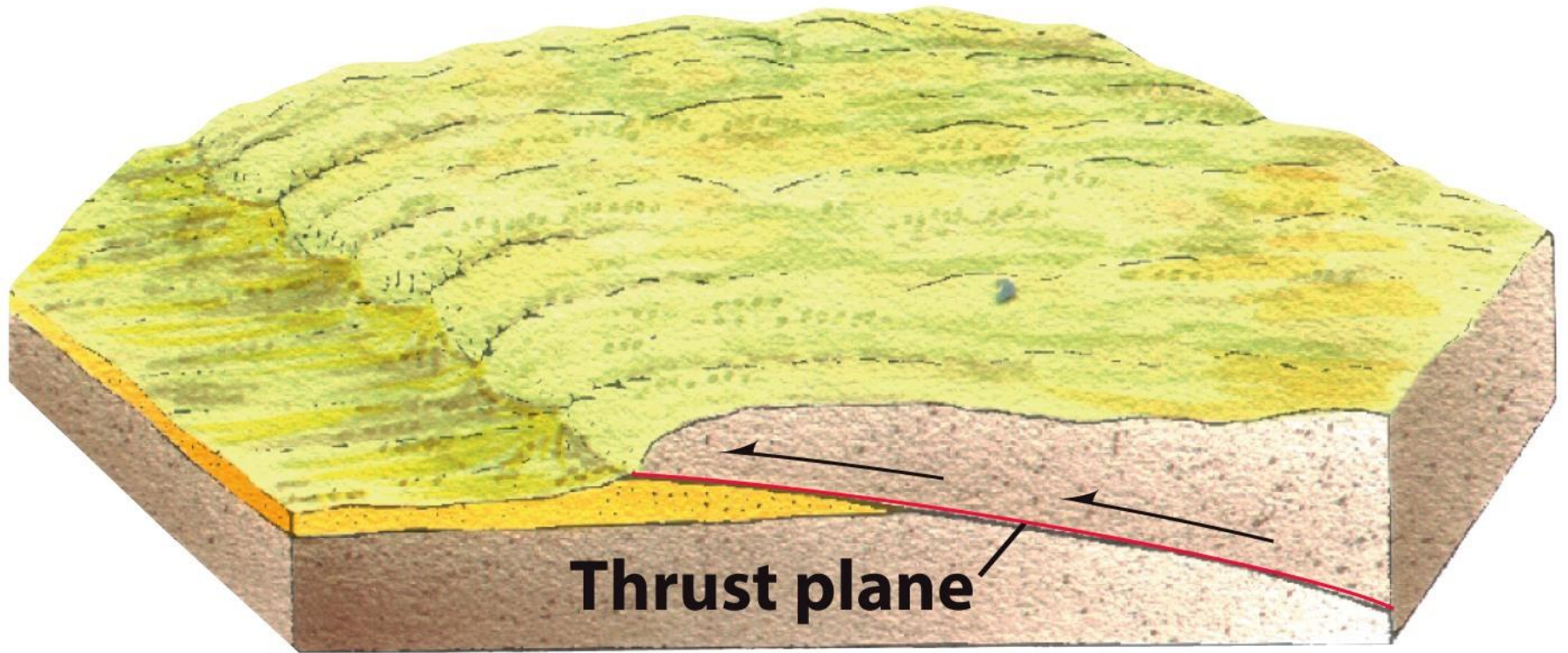
přesmykový posun



# Střižný příkrov

- přesun podél plochy paralelního odlepení














Copyright © A. N. Strahler

Figure 12.10 part 4

# Střížný příkrov

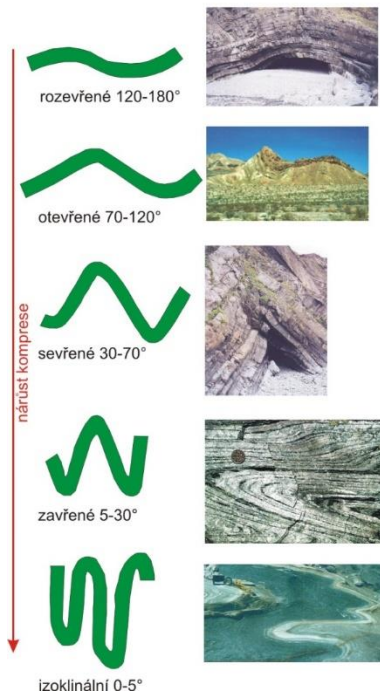


# Geologické struktury

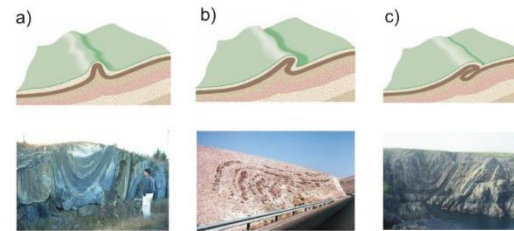
Druh napětí	Křehké deformace	Duktilní deformace
<p>→ Komprese ←</p>  <p>Zkrácení horninového prostředí</p>	<p>→ Komprese ←</p>  <p>Vznik přesmyku</p>	<p>→ Komprese ←</p>  <p>Vznik vrás</p>
<p>→ Extenze ←</p>  <p>Natažení horninového prostředí</p>	<p>→ Extenze ←</p>  <p>Vznik příkopu při poklesu horninového bloku mezi dvěmi antiletickými poklesy</p>	<p>→ Extenze ←</p>  <p>Natažení vrstev při současném snížení jejich mocnosti</p>
<p>∕ Střih</p>  <p>Vznik horizontálního posunu</p>	<p>∕ Střih</p>  <p>Vznik horizontálního posunu</p>	<p>∕ Střih</p>  <p>Duktilní deformace podél střížné zóny</p>

# Geologické struktury

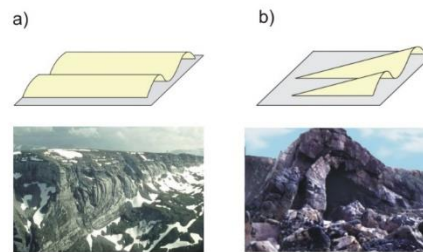
Obr. 8.1.1.3 Klasifikace vrás podle úhlu sevřené rameno vrás (UL, 2003)

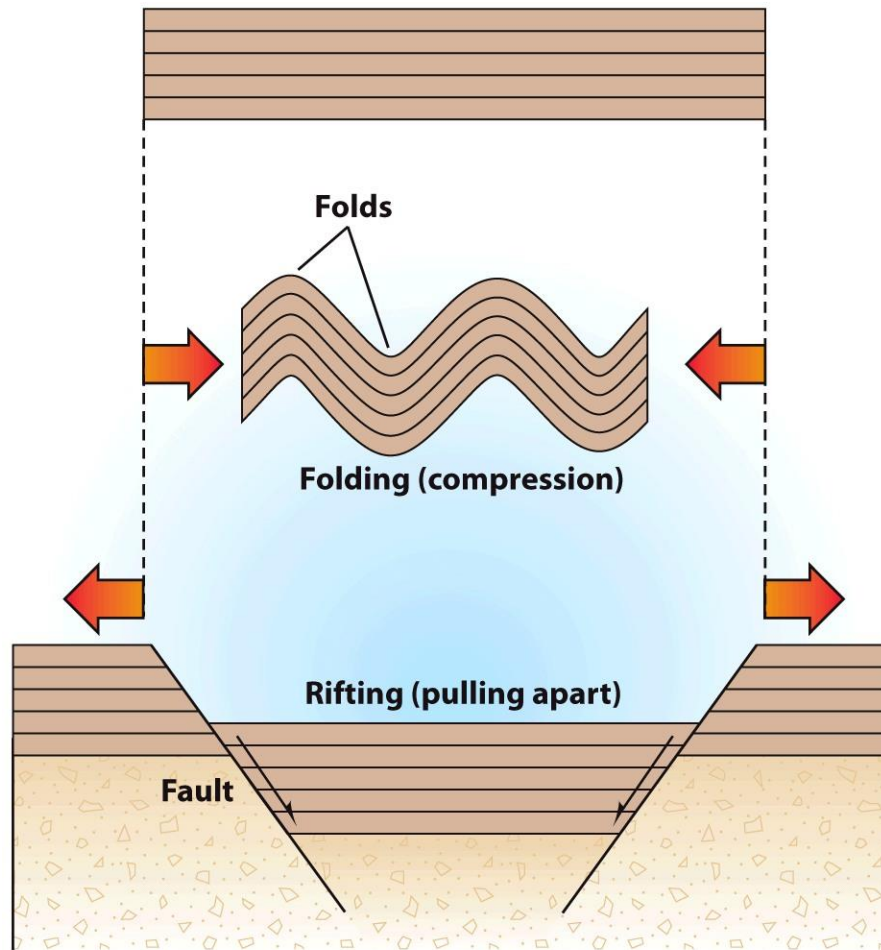


Obr. 8.1.1.2 Klasifikace vrás podle pozice osní roviny, a) přímá, b) šikmá, c) překocaná (DU, 2004)



Obr. 8.1.1.4 Příklad a) cylindrické a b) konické vrásy (UL, 2003)





Based on the diagrams by A. Heim, 1922, *Geologie der Schweiz*, vol. II- Tauschnitz, Leipzig

Figure 11.26



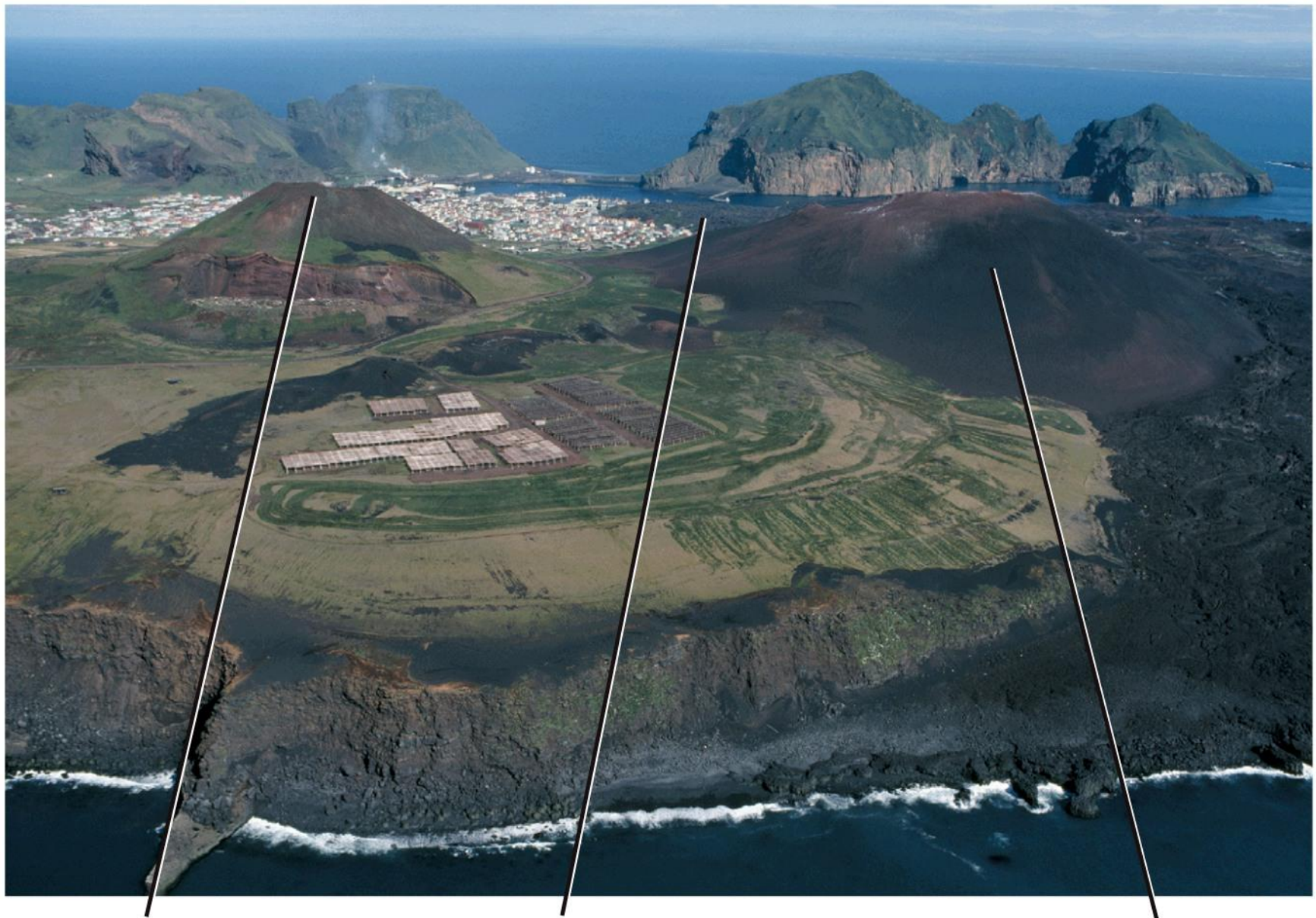
# Vulkanická činnost



Compiled by A. N. Strahler from data from NOAA. Copyright © A. N. Strahler. Used by permission.



Figure 12.23 part 1



**Helgafell**

**Lava from Eldfell**

**Eldfell**

Figure 12.24

**1** An upwelling plume of magma rises from the deep in the mantle to form a volcanic island.

**2** Over time, plate motion carries the volcano away from its origin over the hotspot, as though it were on a conveyor belt. Once away from the hotspot—its source of magma—the volcano grows inactive and extinct.

**3** As the extinct volcano is conveyed farther from the hotspot, continued erosion and subsidence reduces it below the ocean's surface to a low seamount.

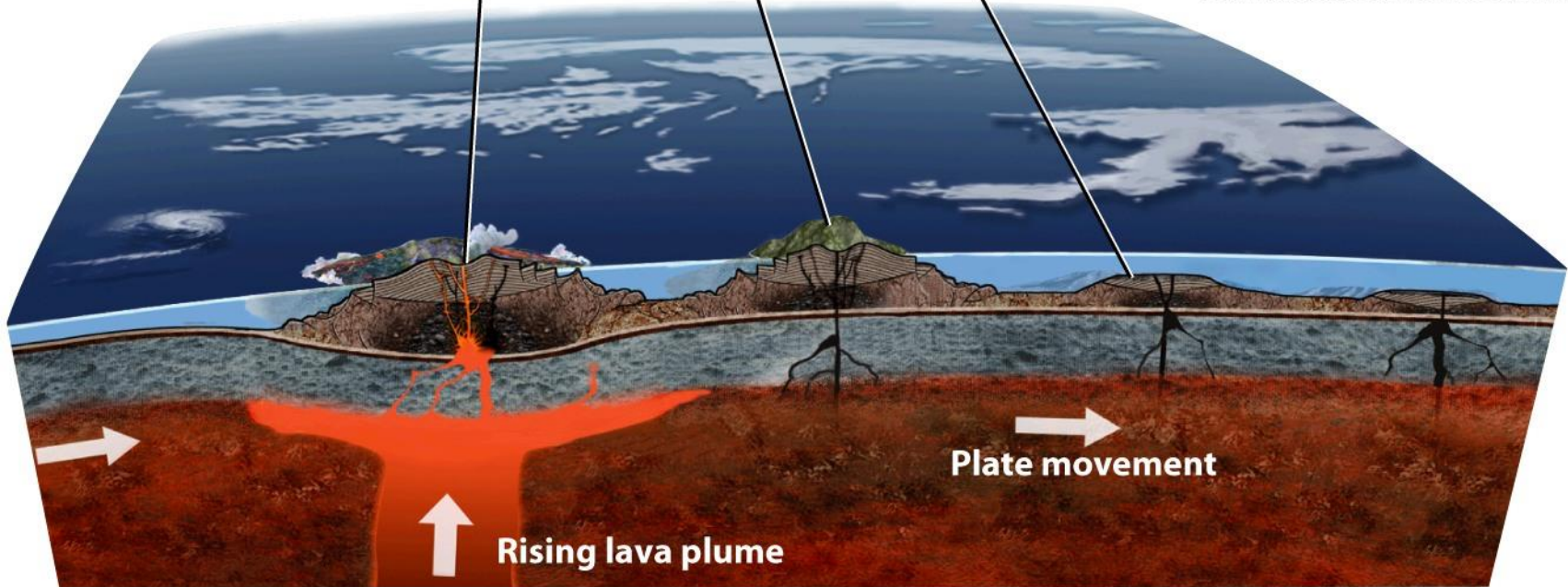


Illustration by Frank Ippolito.

Figure 12.25 part 2



Copyright © A. N. Strahler. Used by permission.

Figure 12.25 part 1

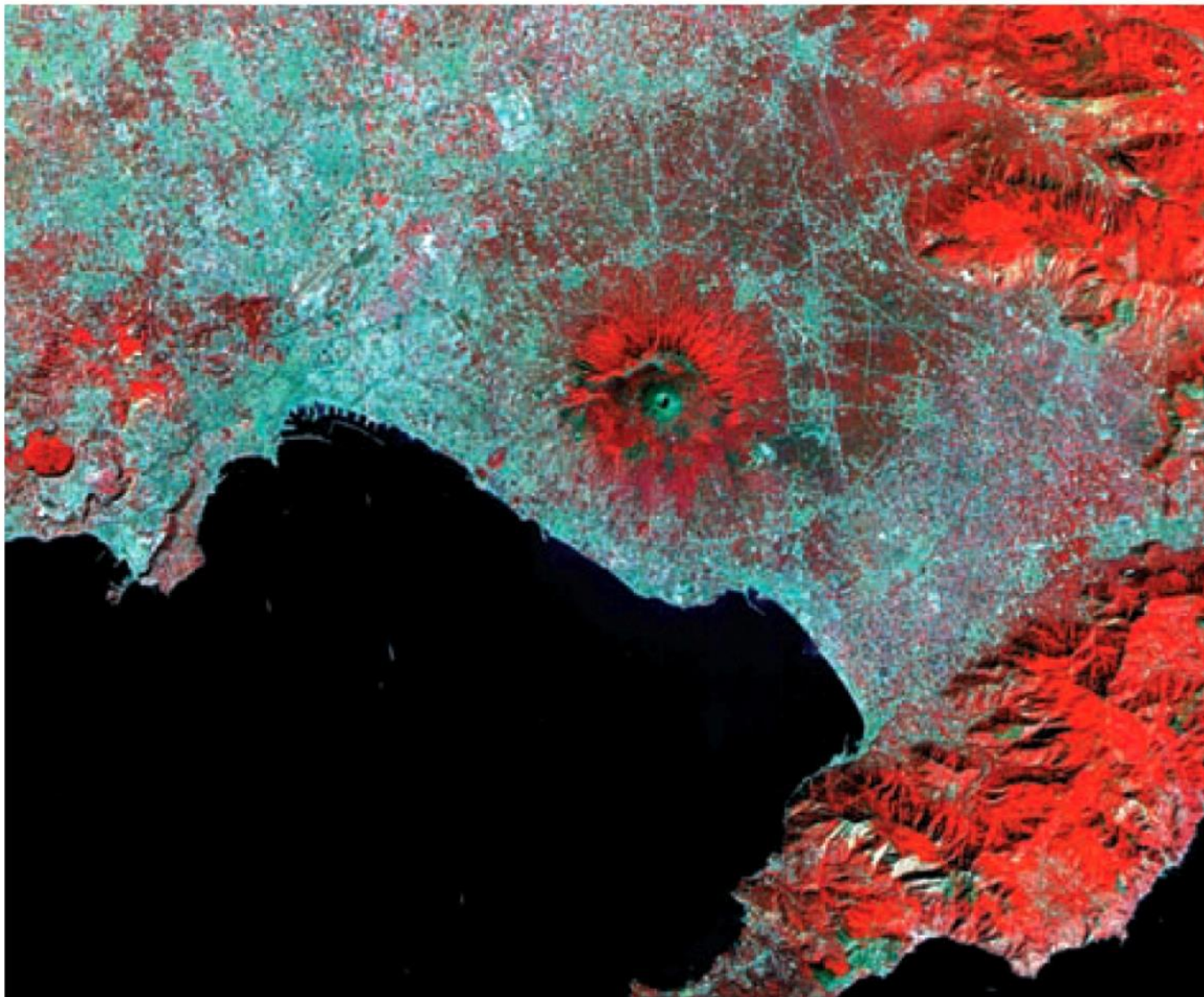


Image courtesy NASA/GSFC/MITI/ERSDAC/JAROS and U.S./Japan ASTER Science Team

Figure 12.28 part 1

Vesuv – červený popel

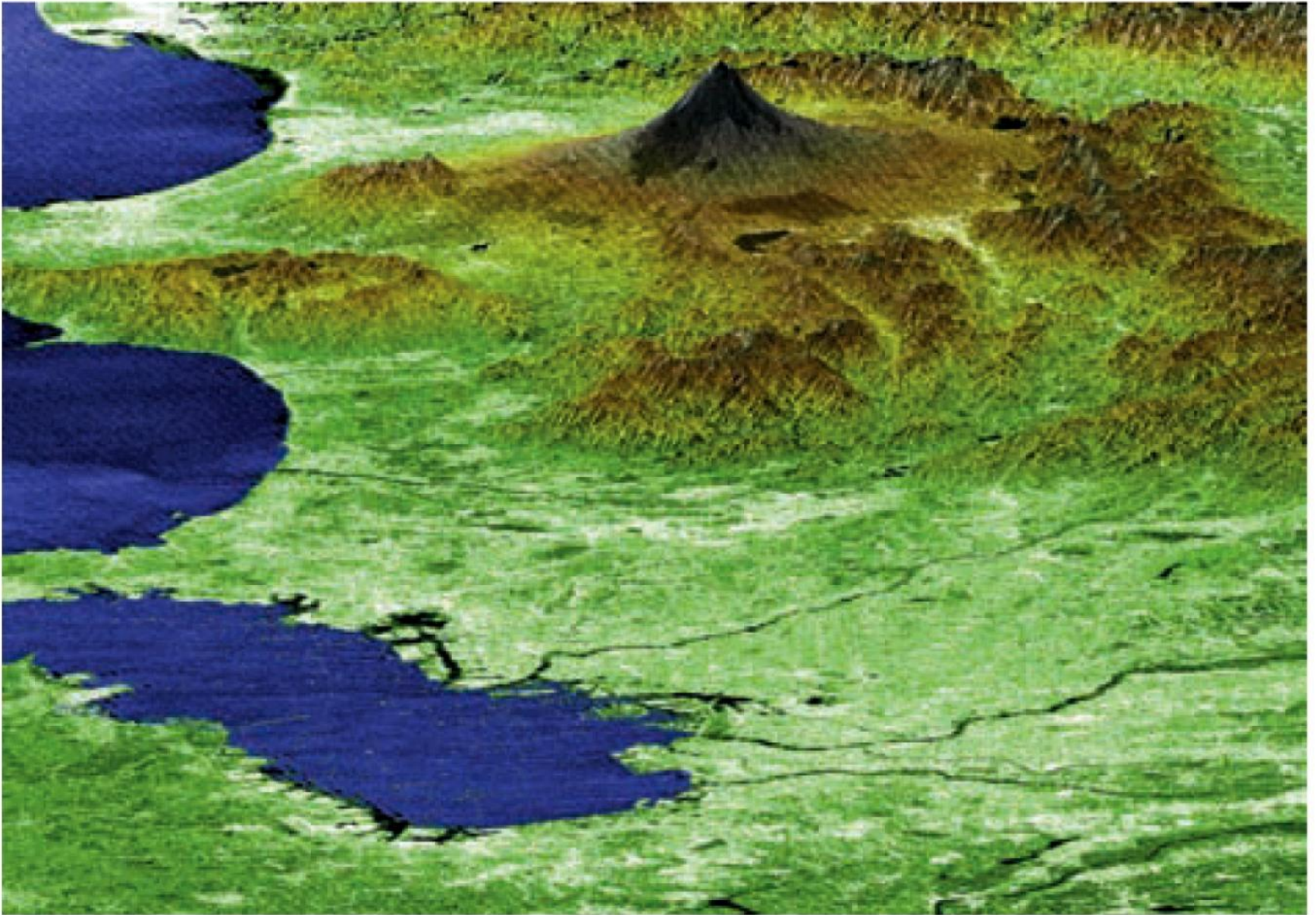


Figure 12.28 part 2

Fuji - jeden vulkán?

Image courtesy NASA/JPL/NIMA



Figure 12.28 part 3

Popocatepetl



Image courtesy Ron Beck, EROS Data Center

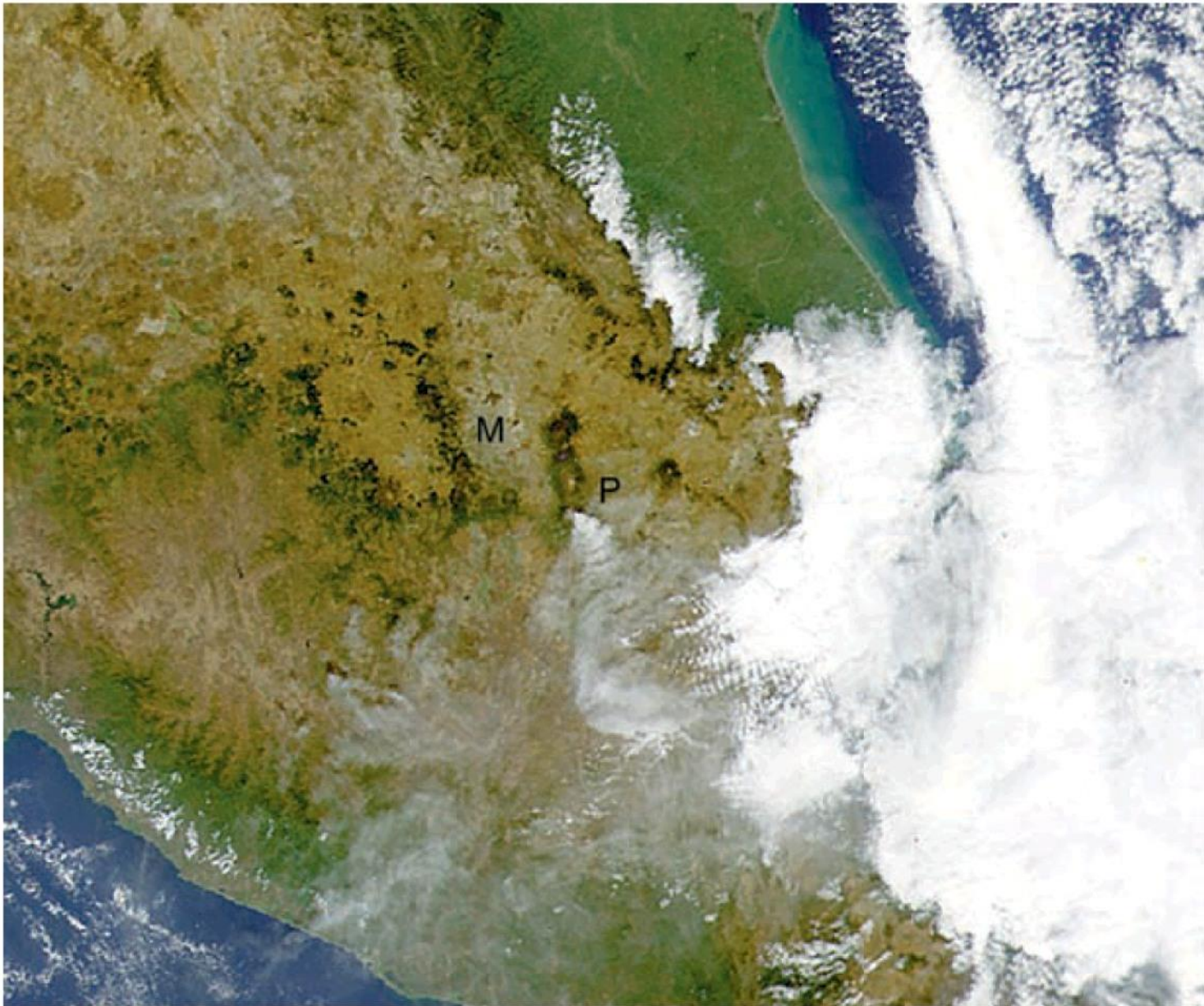


Figure 12.28 part 4

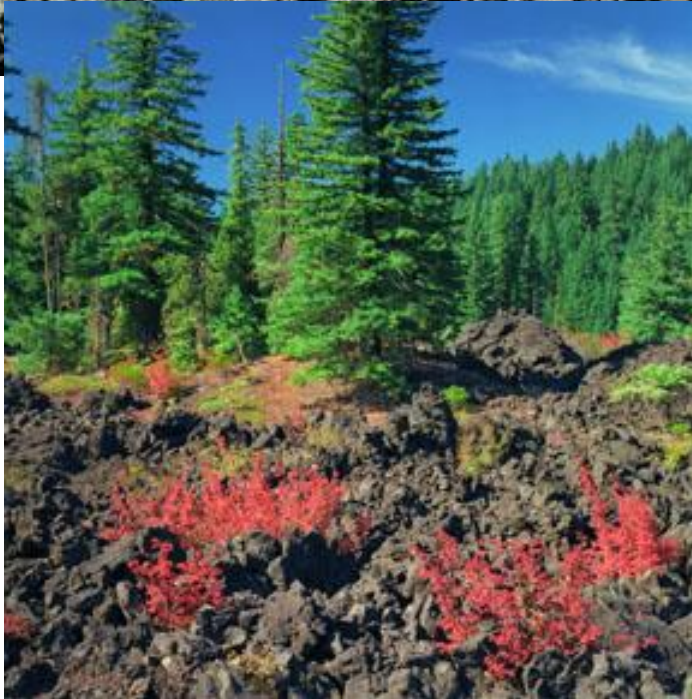
Erupce Popocatepetlu

Pahoehoe láva

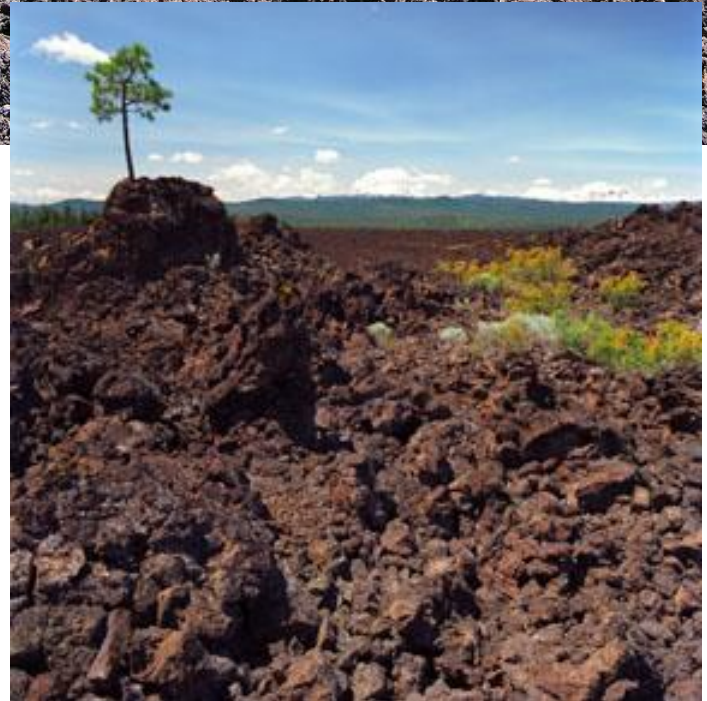
láva



aa lava



láva



block lava



láva



ancisco Volcanic Field, Arizona



pillow lava



láva





lava flows

# Láva

Lávové proudy



# Trappy

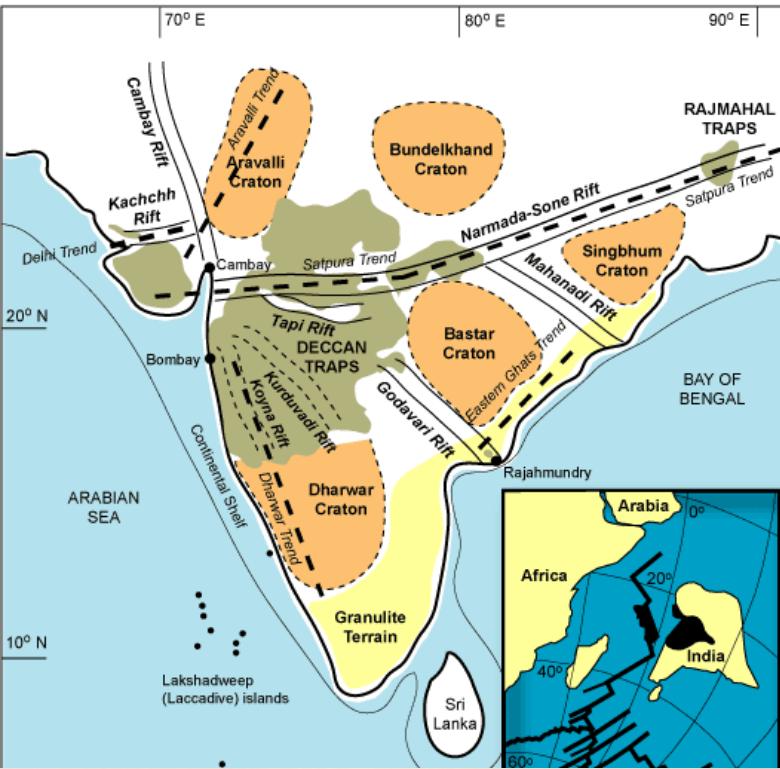




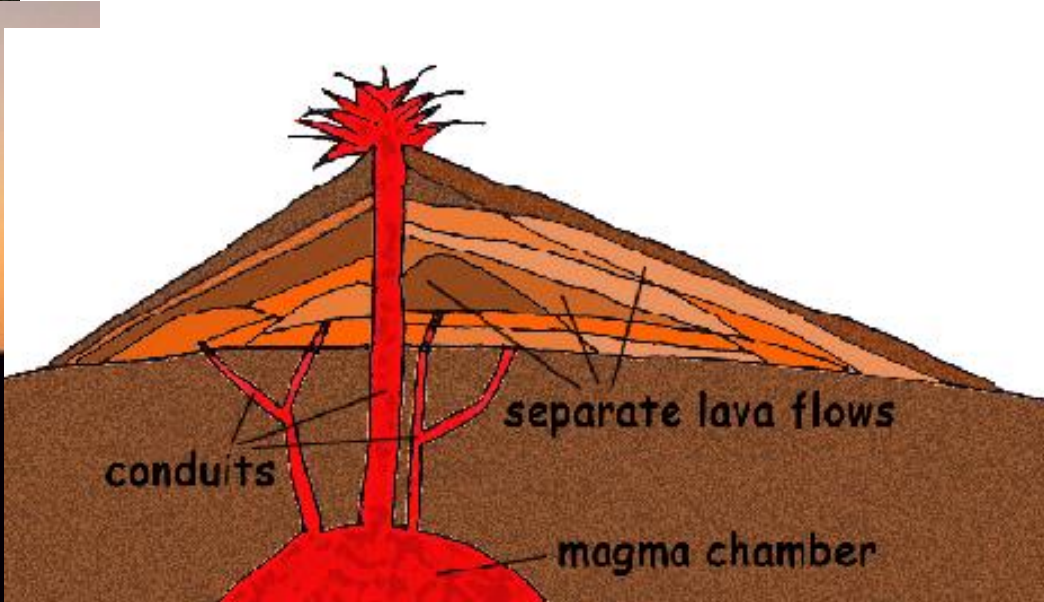
Figure 12.32 part 1



# Sopky – dómy



# Štítová sopka



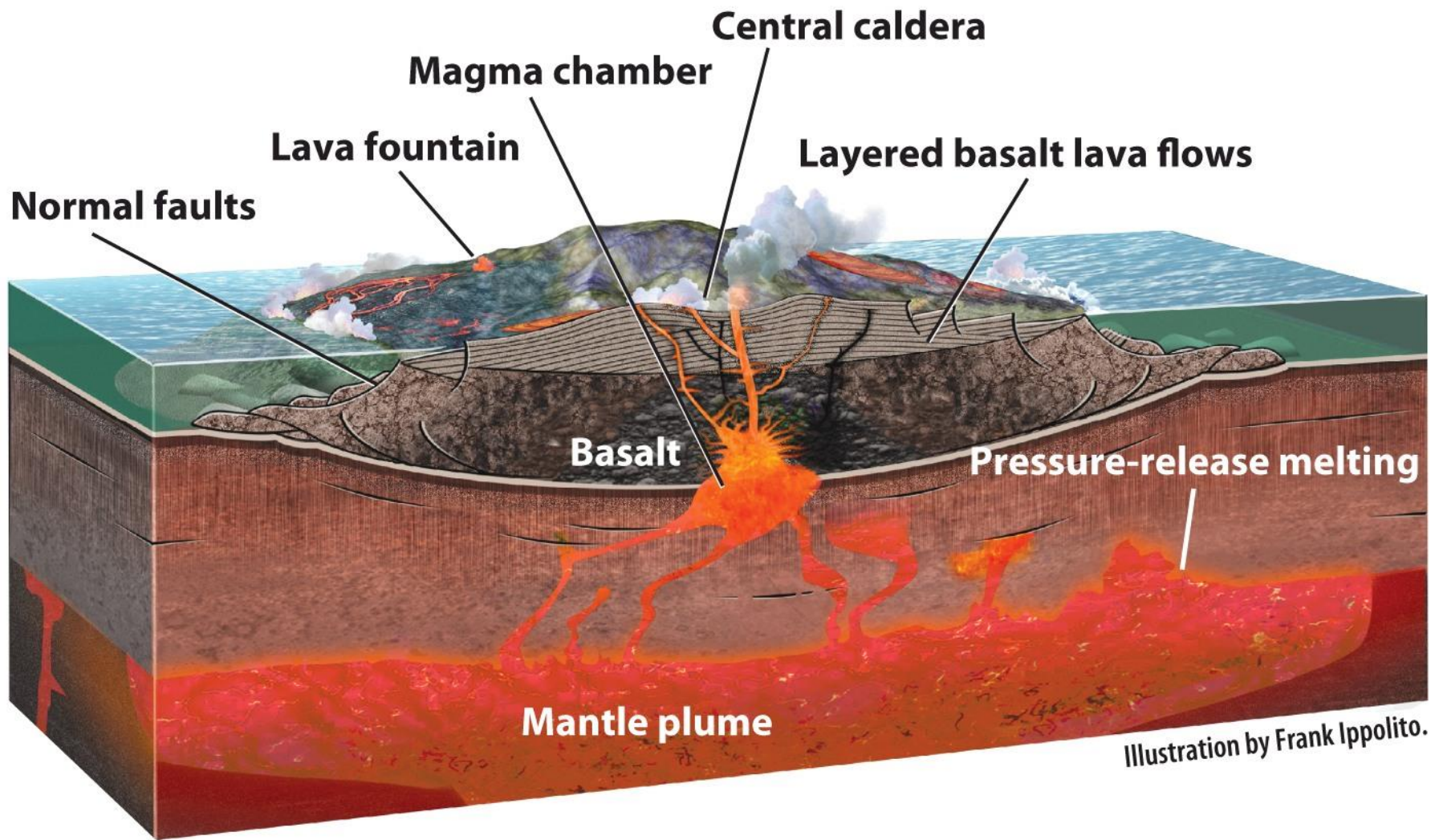
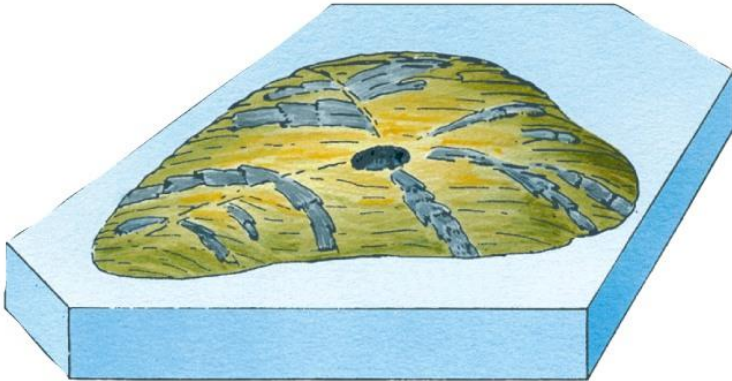


Illustration by Frank Ippolito.

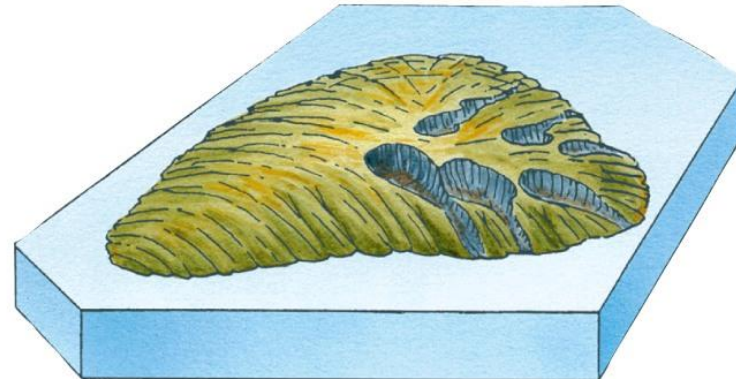
Figure 12.26 part 1

# Eroze štítové sopky

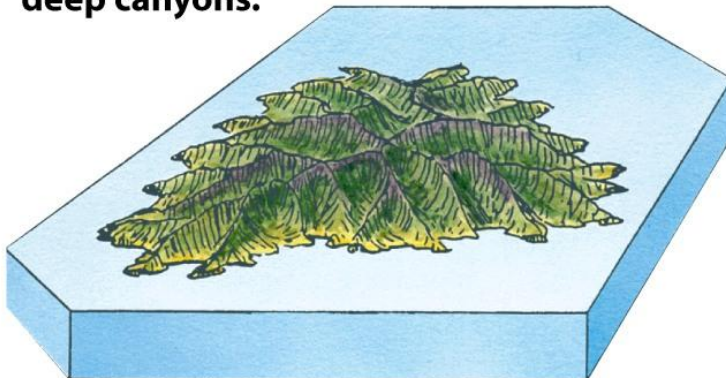
- 1** The active volcano and its central depression are initial landforms.



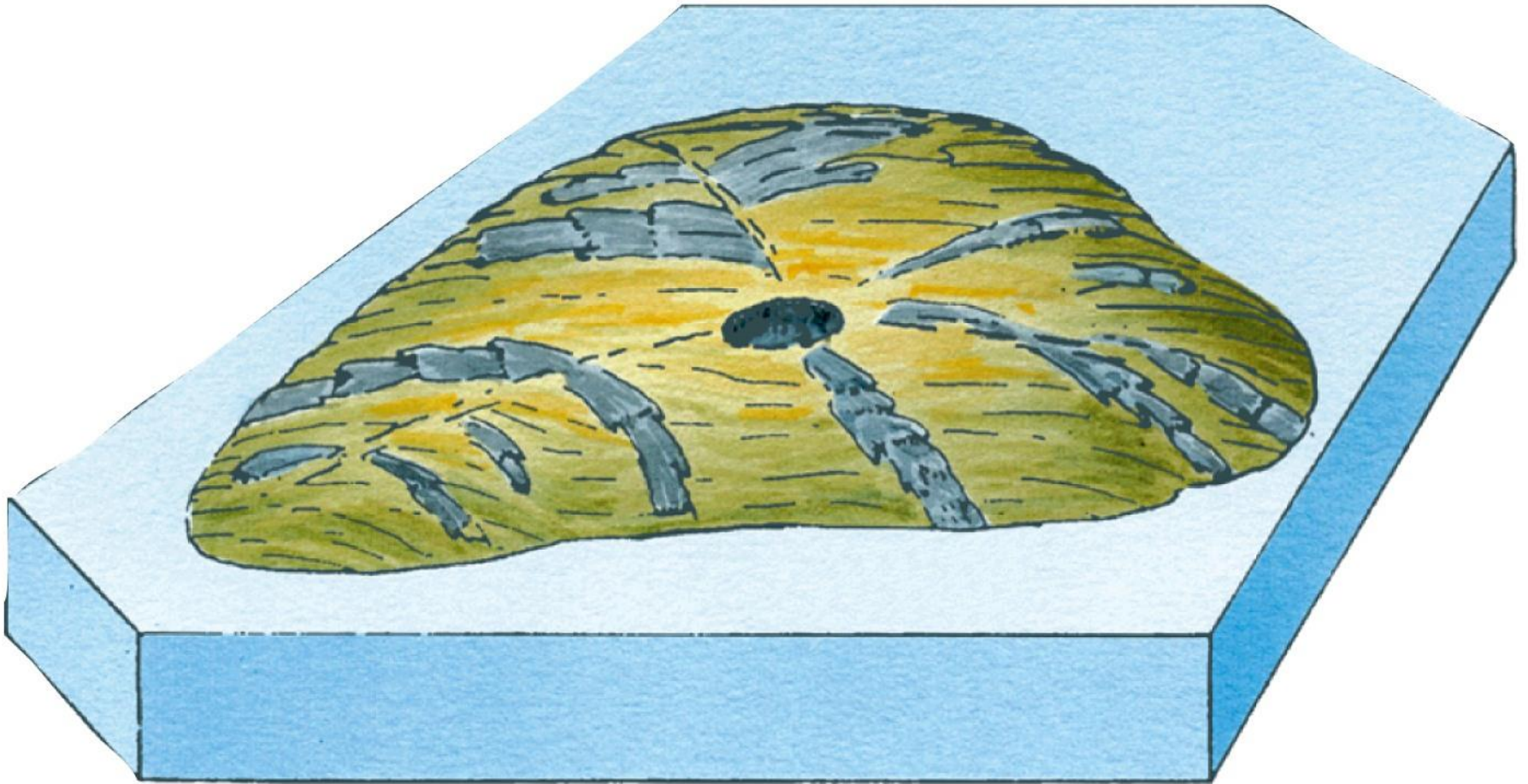
- 2** In the early stage of erosion, radial streams cut deep canyons into the flanks of the extinct shield volcano. These canyons are opened out into deep, steep-walled amphitheataters.



- 3** In the last stages, the original surface of the shield volcano is entirely obliterated, leaving a rugged mountain mass made up of sharp-crested divides and deep canyons.

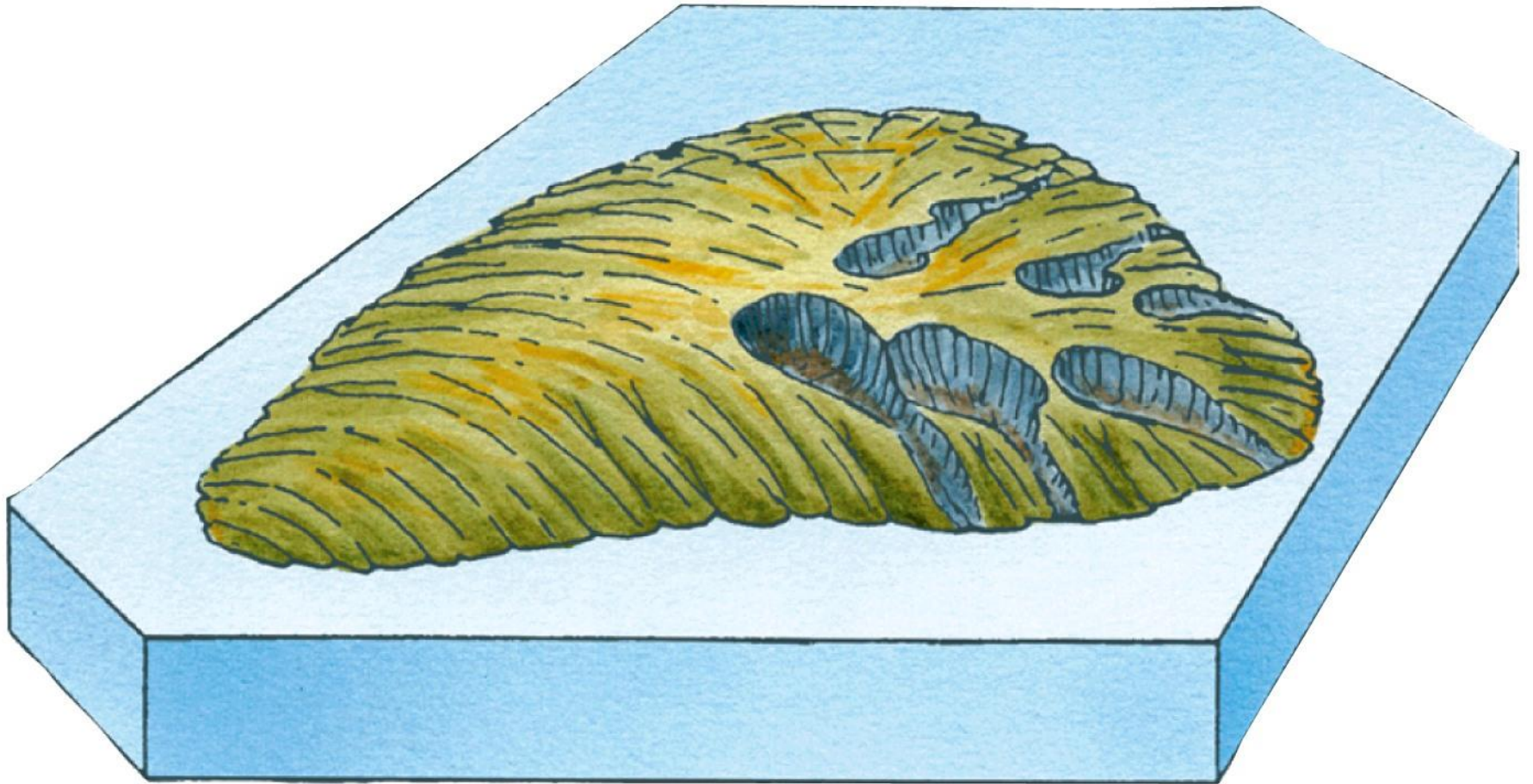


© 2013 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.



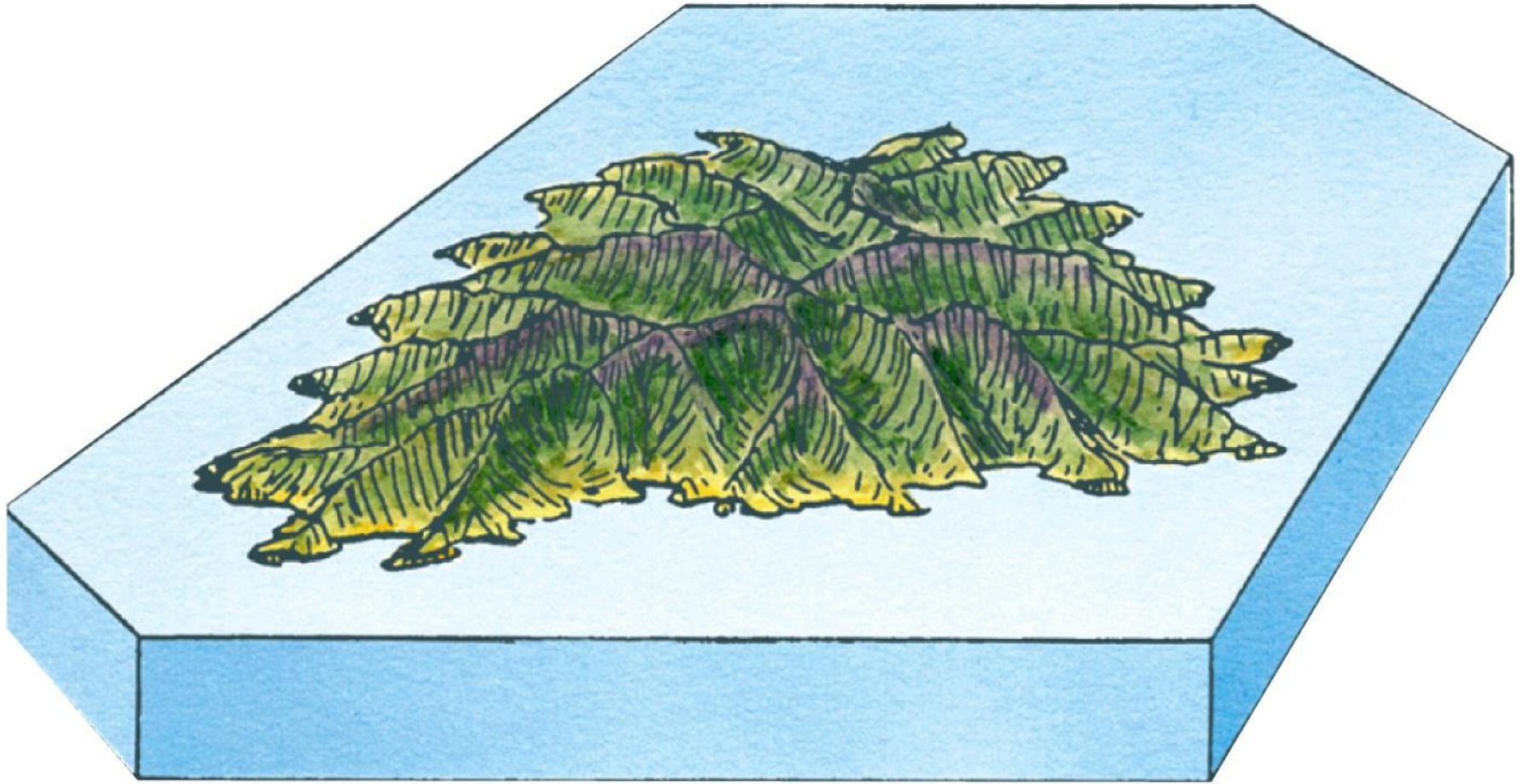
© 2013 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Figure 12.30 part 1a



© 2013 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

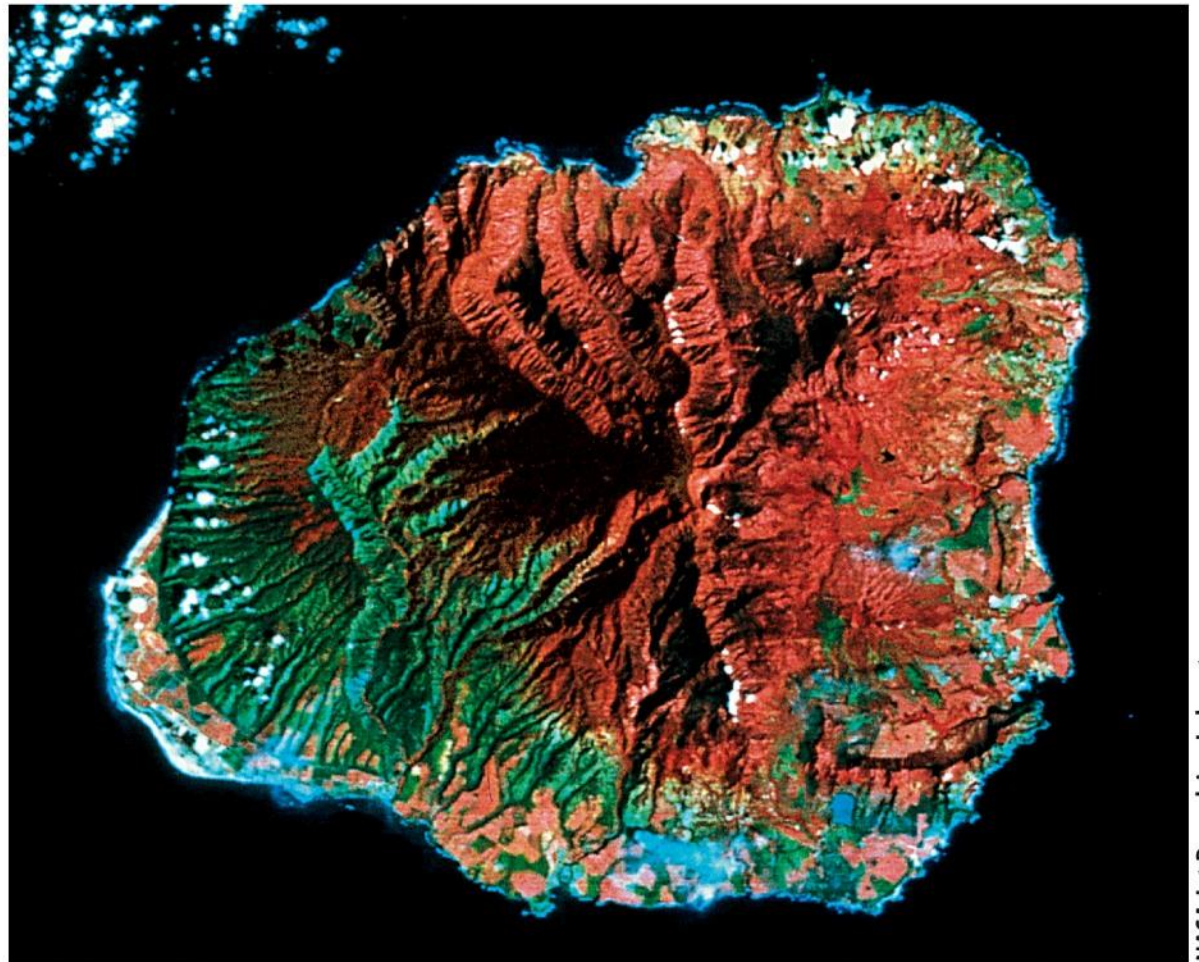
Figure 12.30 part 1b



© 2013 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Figure 12.30 part 1c

**This Landsat image shows the island of Kauai, the oldest of the Hawaiian shield volcanoes. You can see the radial pattern of streams and ridge crests leading away from the central summit. The intense red colors in this color infrared image are lush vegetation.**



NASA Jet Propulsion Laboratory

Figure 12.30 part 2

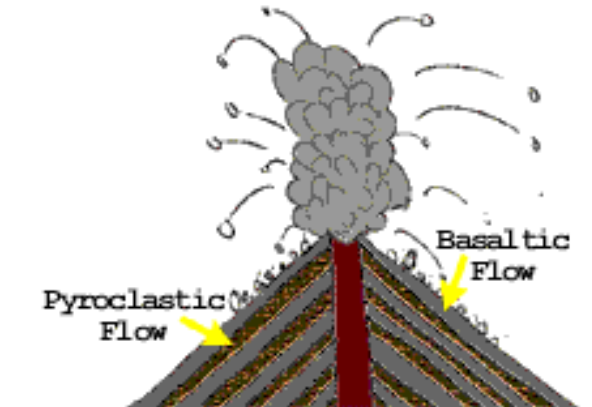
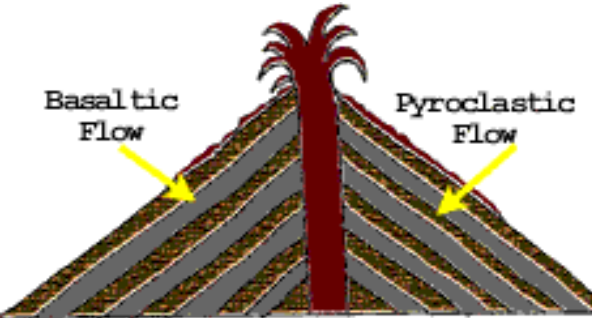




© Frans Lanting/www.lanting.com

Figure 12.31

# Stratovulkán



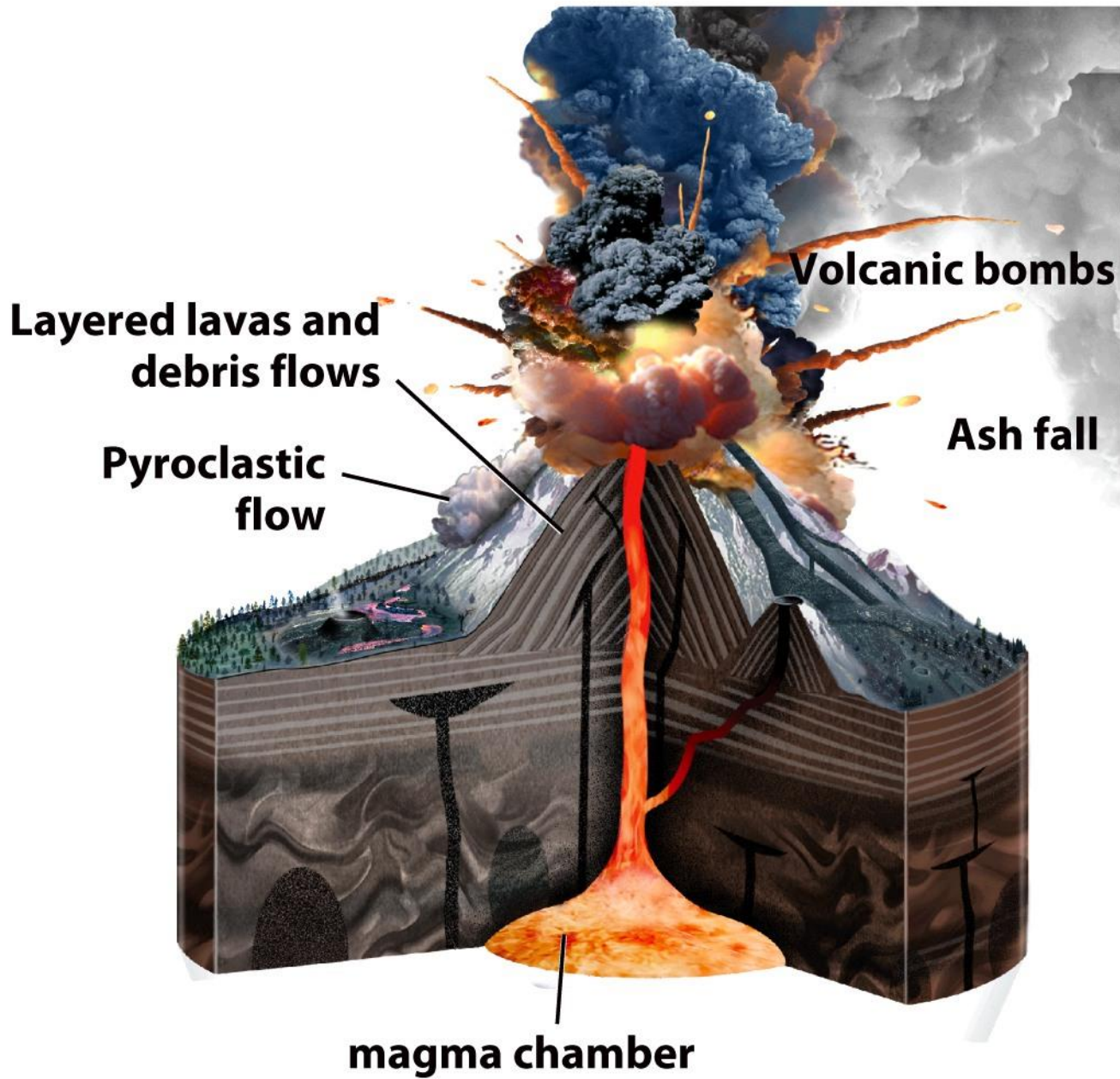


Illustration by Frank Ippolito.

Figure 12.26 part 2



Figure 12.27 part 1

Sv. Helena

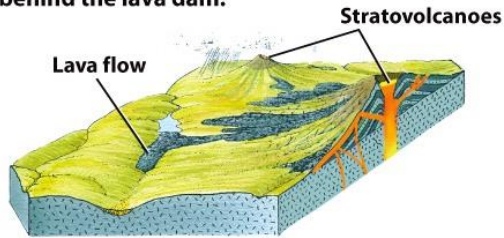
Kevin West/Liaison/Getty Images, Inc.



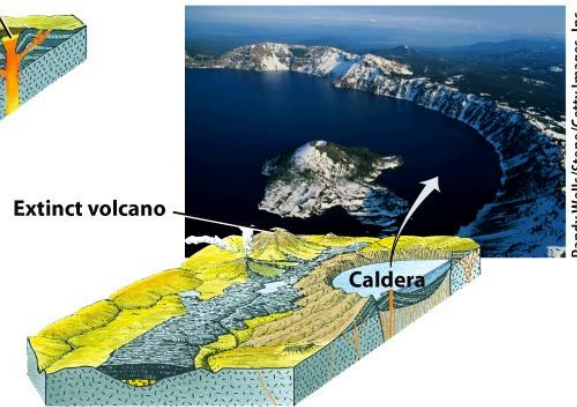
Figure 12.27 part 2

# Eroze stratovulkánu

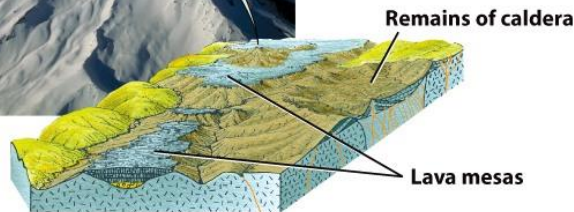
**1** These active volcanoes are in the process of building. They are initial landforms. Lava flows from the volcanoes, spreading down into a stream valley and forming a lake behind the lava dam.



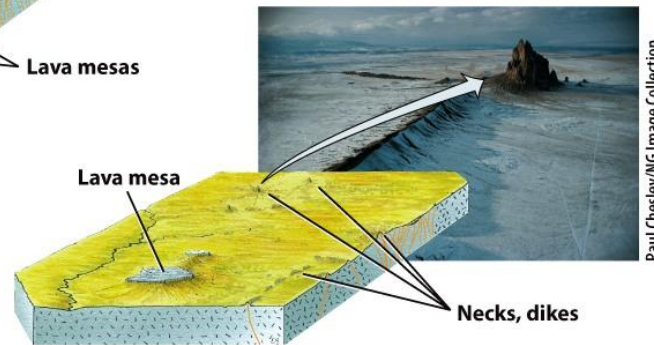
**2** After some time, the largest volcano has been destroyed in an explosive eruption, leaving behind a caldera. This water-filled caldera is Crater Lake, Oregon; the small volcanic cone is Wizard Island.



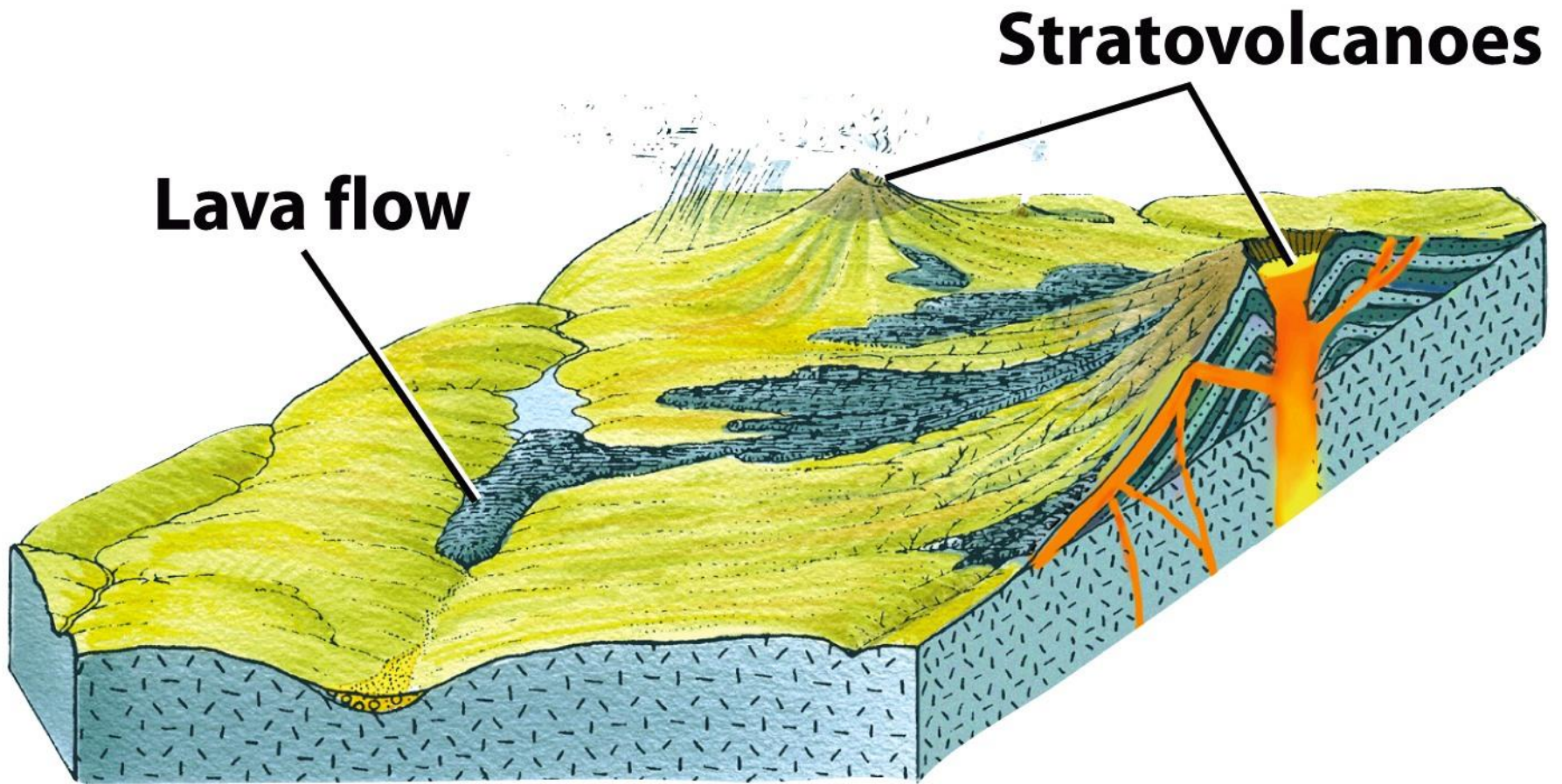
John Richardson/NG Image Collection



**3** The volcanoes are now extinct and have been deeply eroded. Dissected by streams, extinct volcanoes like Mt. Shasta, in the Cascade Range of northern California, lose their smooth, conical form. The caldera lake has been drained, and the rim has been worn to a low, circular ridge. The lava flows have resisted erosion far better than the rock of the surrounding area. They now stand high above the general level of the region, as mesas.



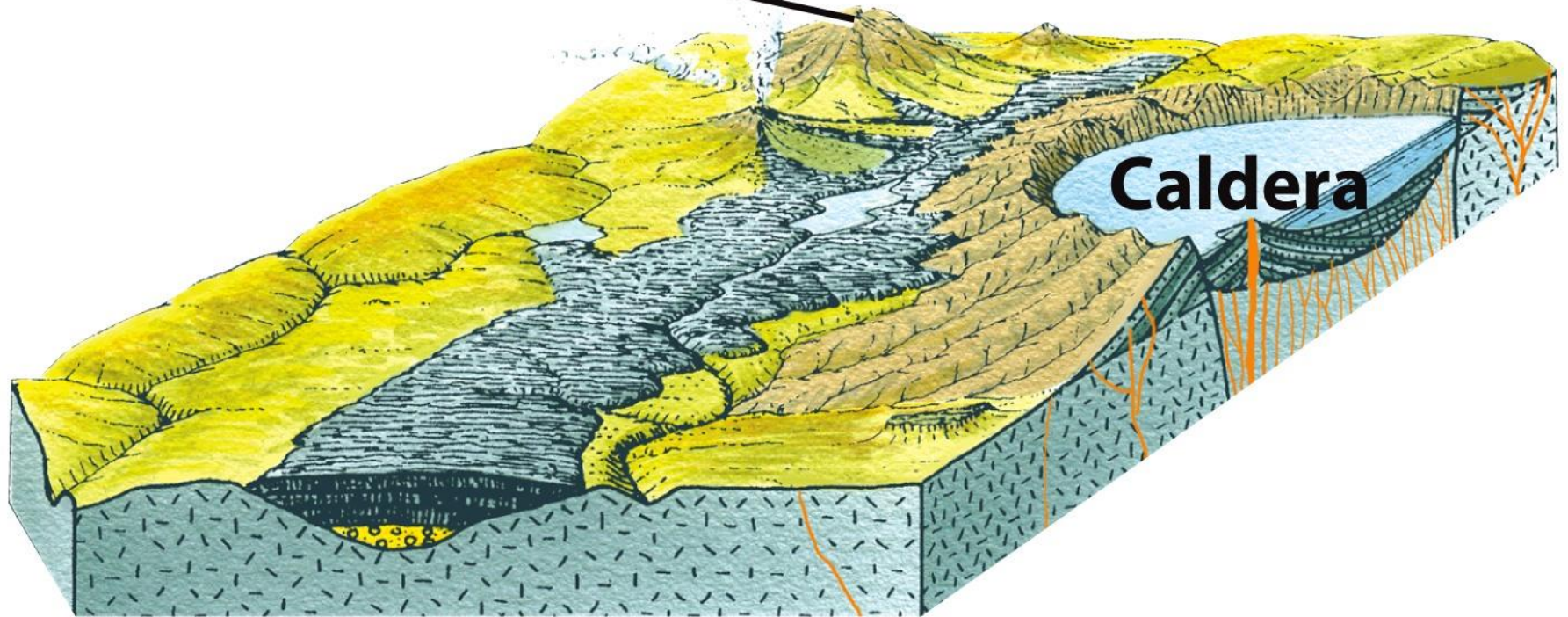
**4** All that remains now of each volcano is a small, sharp peak, called a volcanic neck. This is the remains of lava that solidified in the pipe of the volcano. Perhaps the finest illustration of a volcanic neck with radial dikes is Ship Rock, New Mexico.



© 2013 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Figure 12.29 part 1

# Extinct volcano



© 2013 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Figure 12.29 part 2a

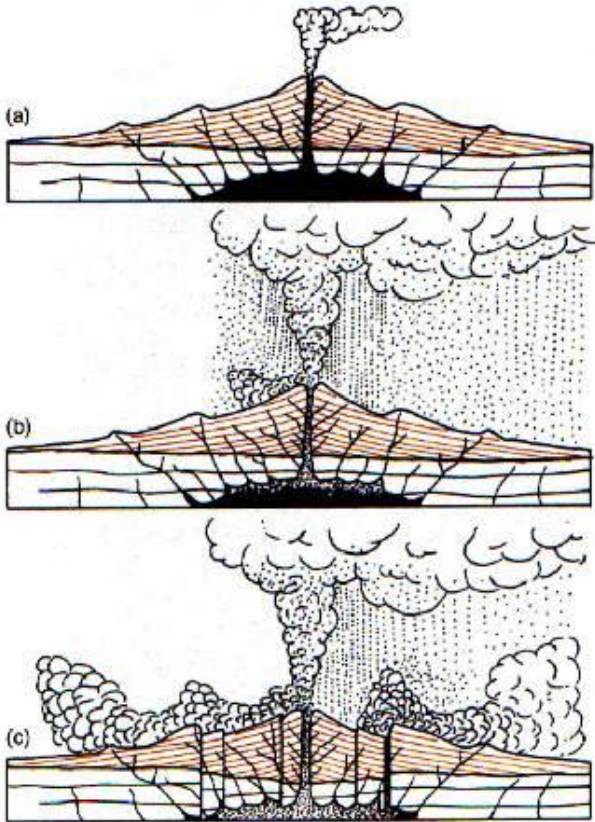




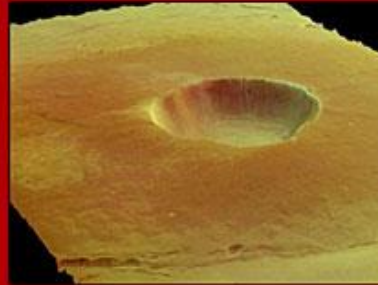
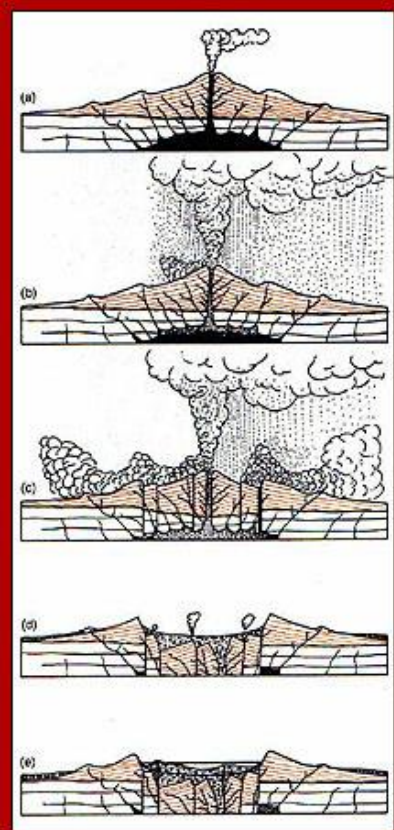
Randy Wells/Stone/Getty Images, Inc.

Figure 12.29 part 2b

Schéma vzniku kaldery

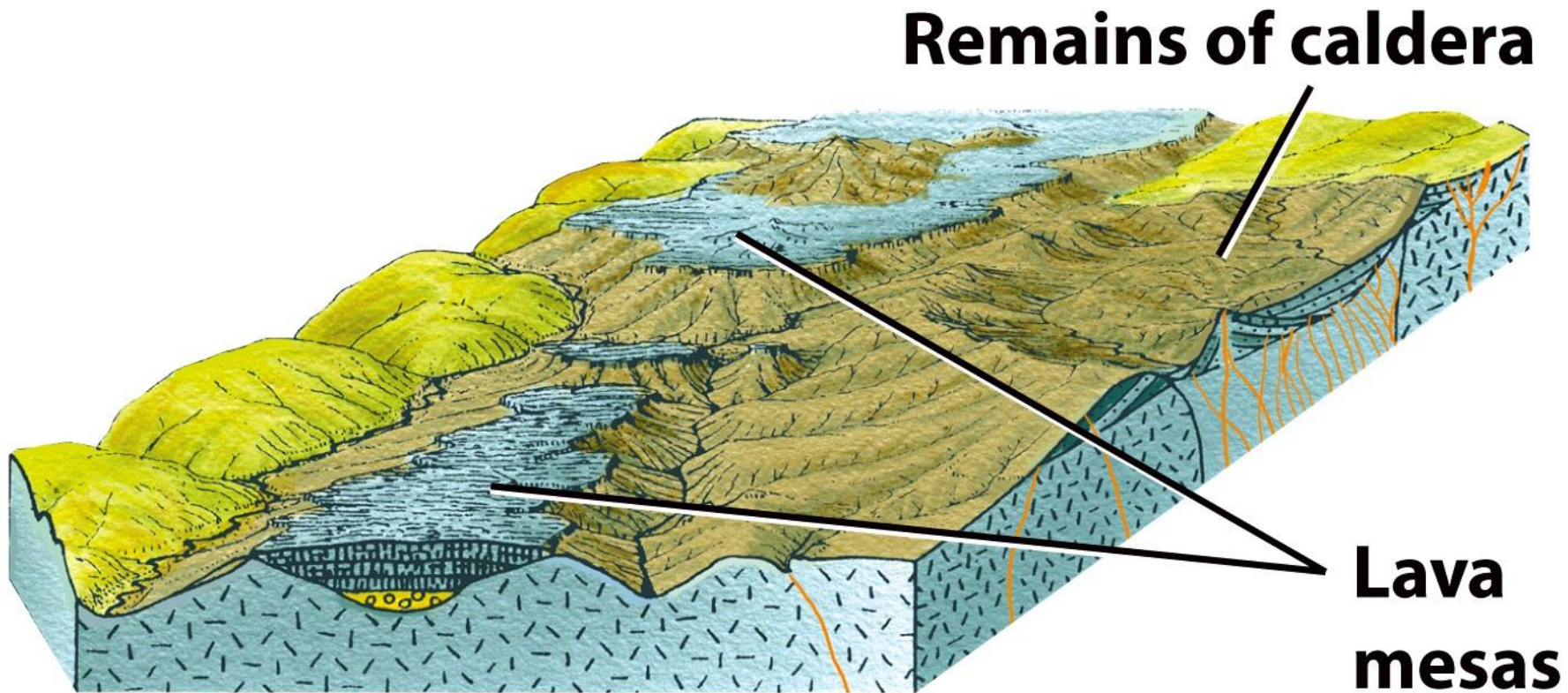


# Kaldera



# Kaldera





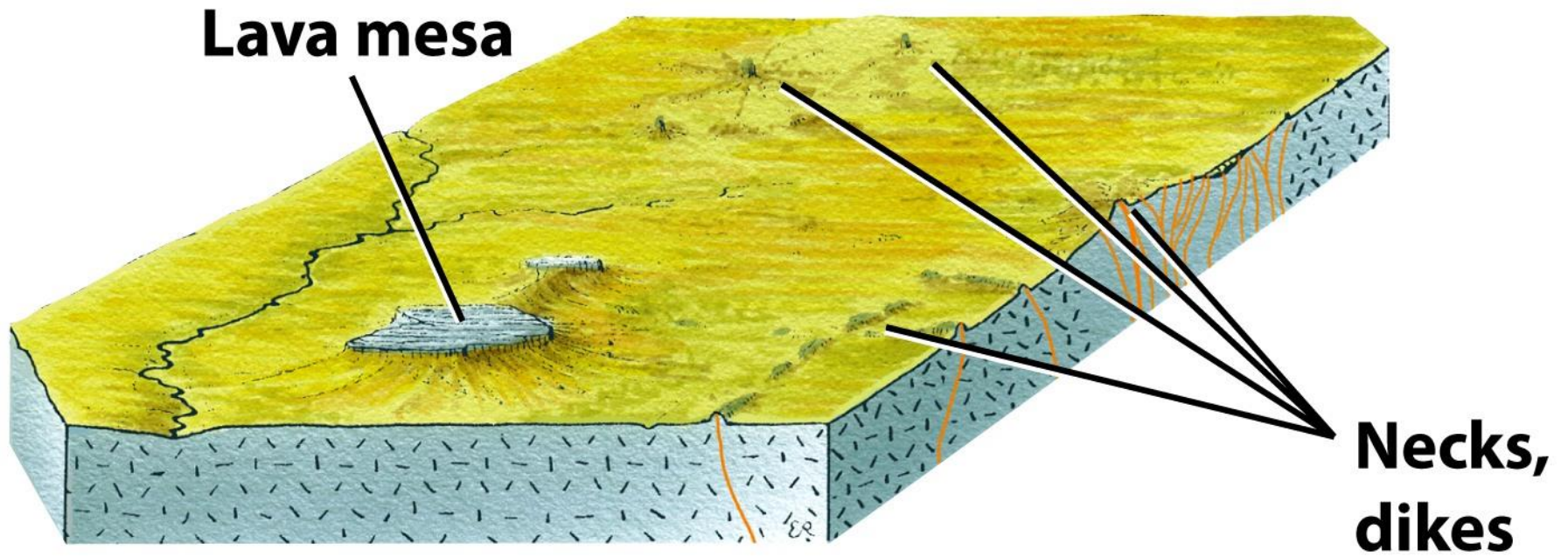
© 2013 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Figure 12.29 part 3a



John Richardson/NG Image Collection

Figure 12.29 part 3b



© 2013 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

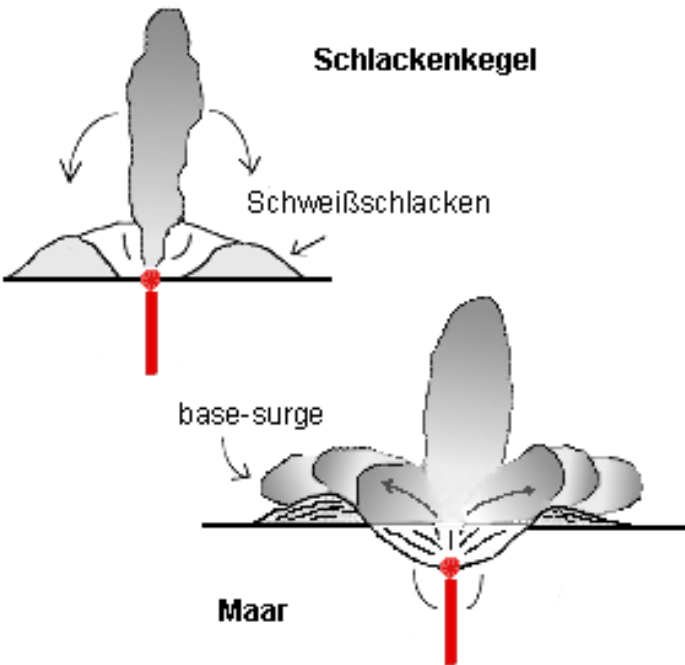
Figure 12.29 part 4a



Figure 12.29 part 4b

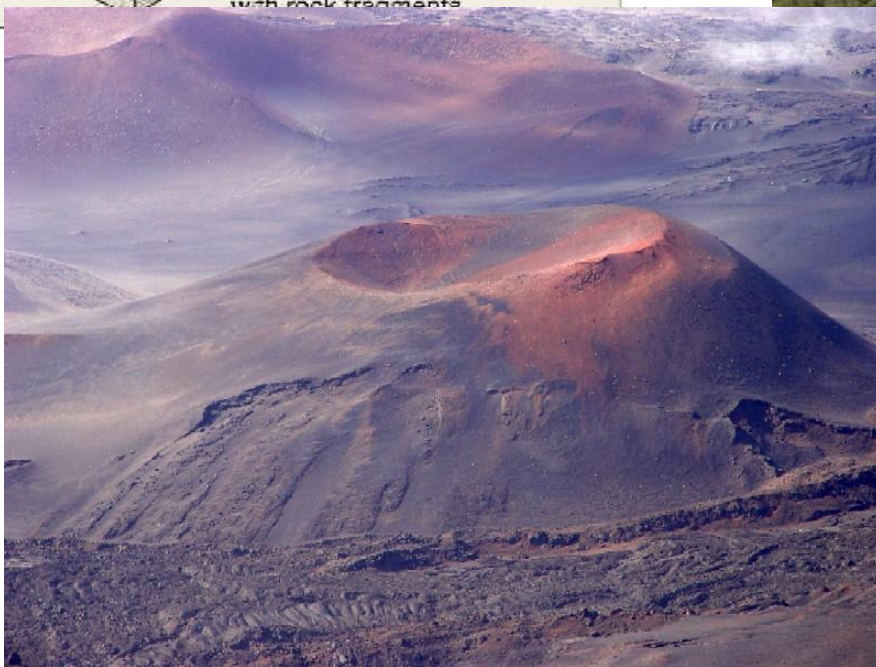
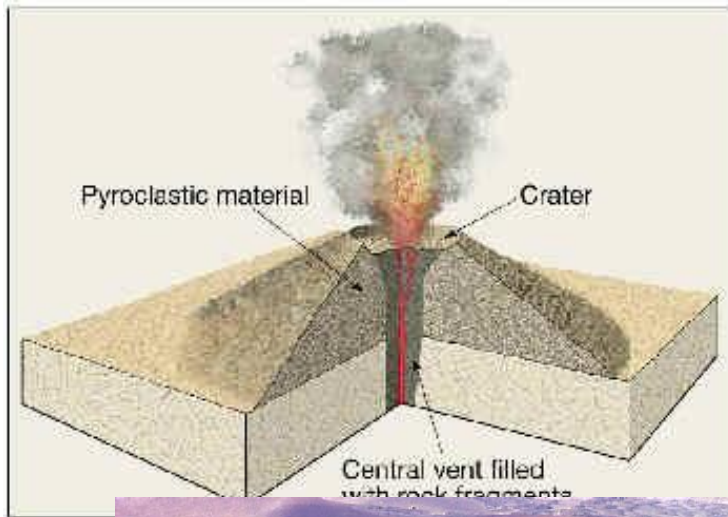


# Vulkanismus – Sopky – Maar



# Struskové kužele

Tufové sopky, struskové kužele - tělesa explozivních sopek



# Lahar







# Postvulkanická činnost



Images & Stories/Alamy Limited

Figure 12.33 part 1



Robert Glusic/Getty Images, Inc.

Figure 12.33 part 2



Figure 12.33 part 3



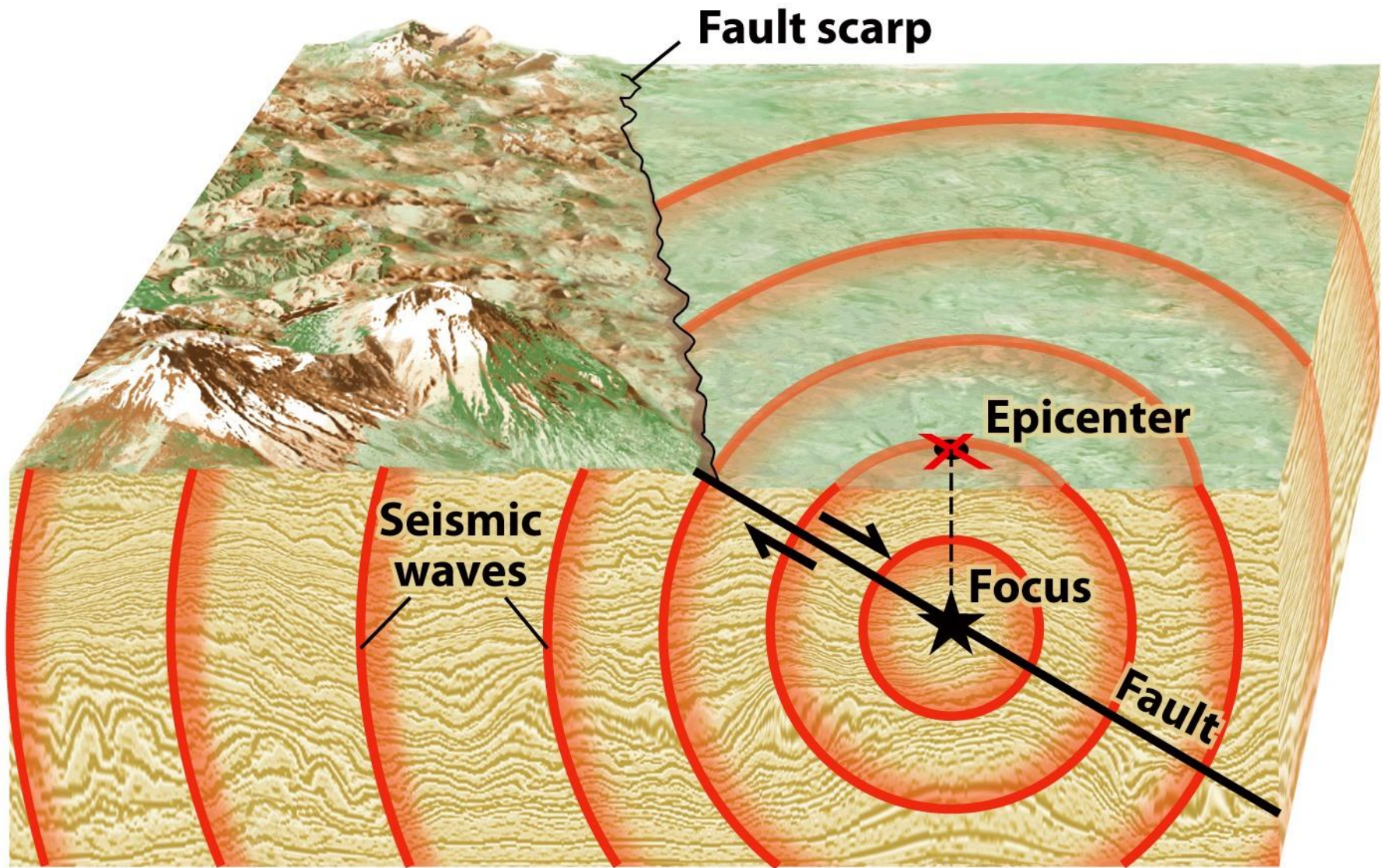
# Zemětřesení



The Asahi Shimbun/Getty Images Inc.

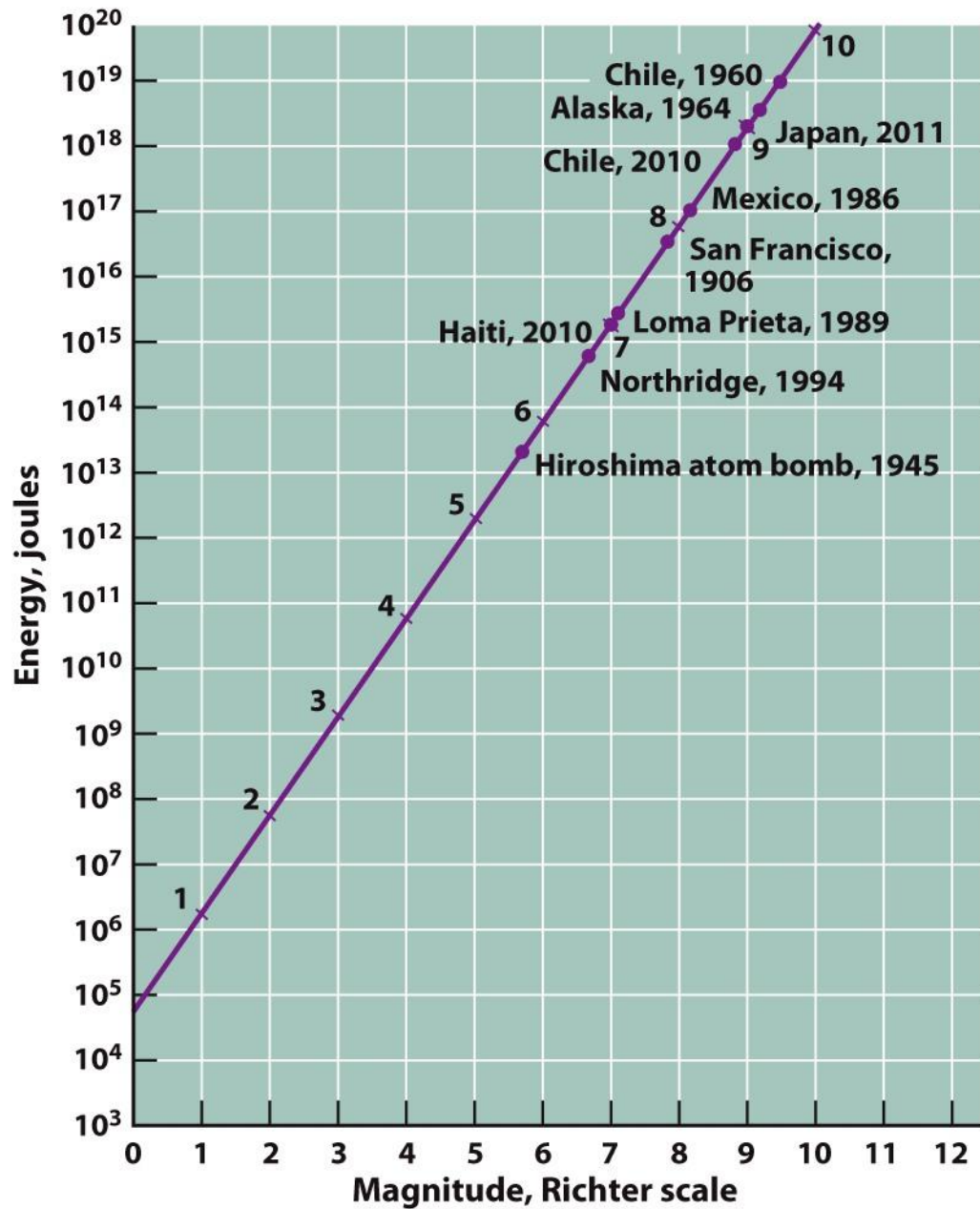
Figure 12.1

Fukushima, Japan, shortly after the great Tohoku earthquake of 2011



From *Physical Geology* by Charles Fletcher. Copyright 2011 John Wiley & Sons. Reprinted with permission of John Wiley & Sons.

Figure 12.15



© 2013 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Figure 12.17 part 1

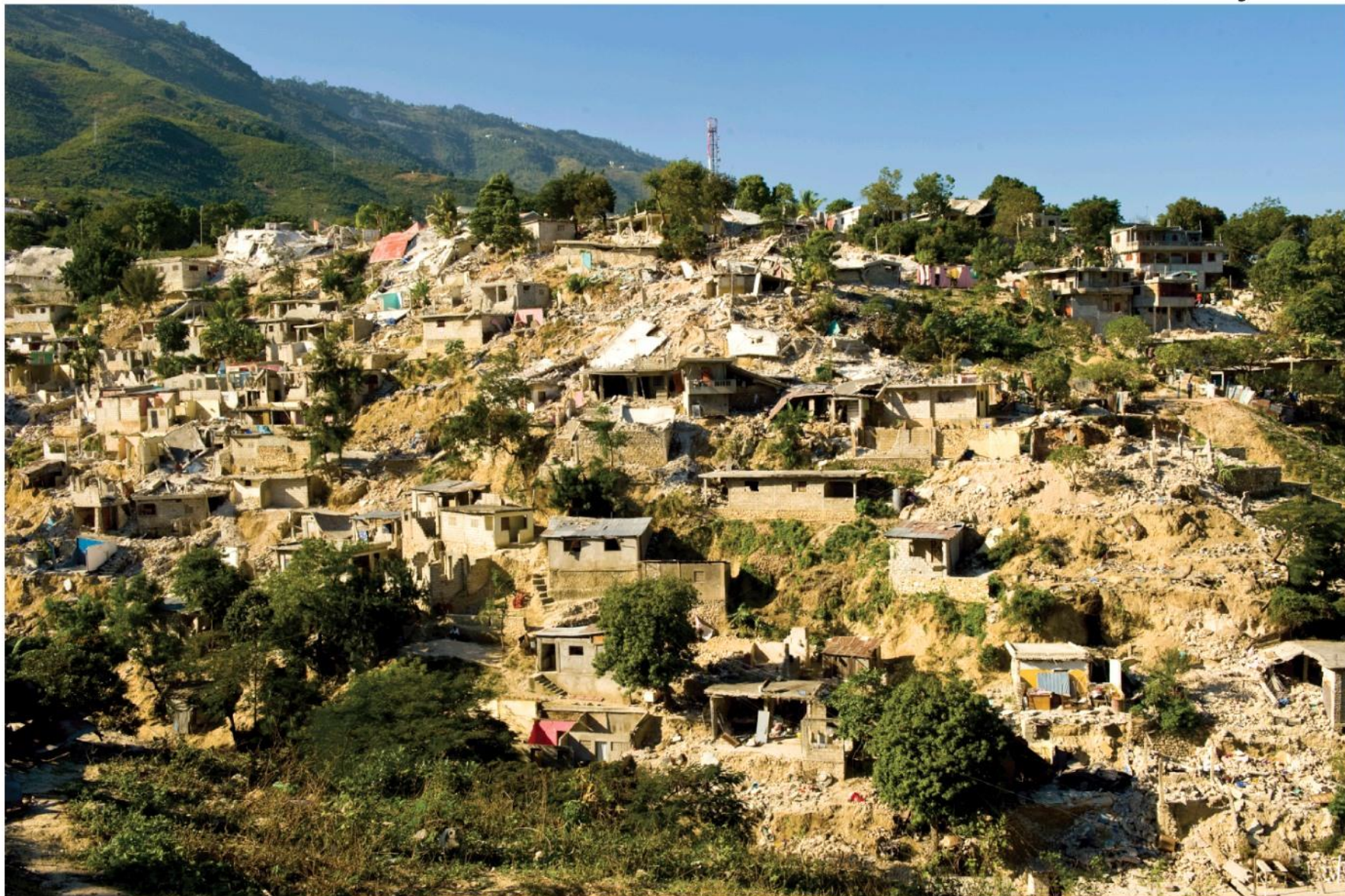
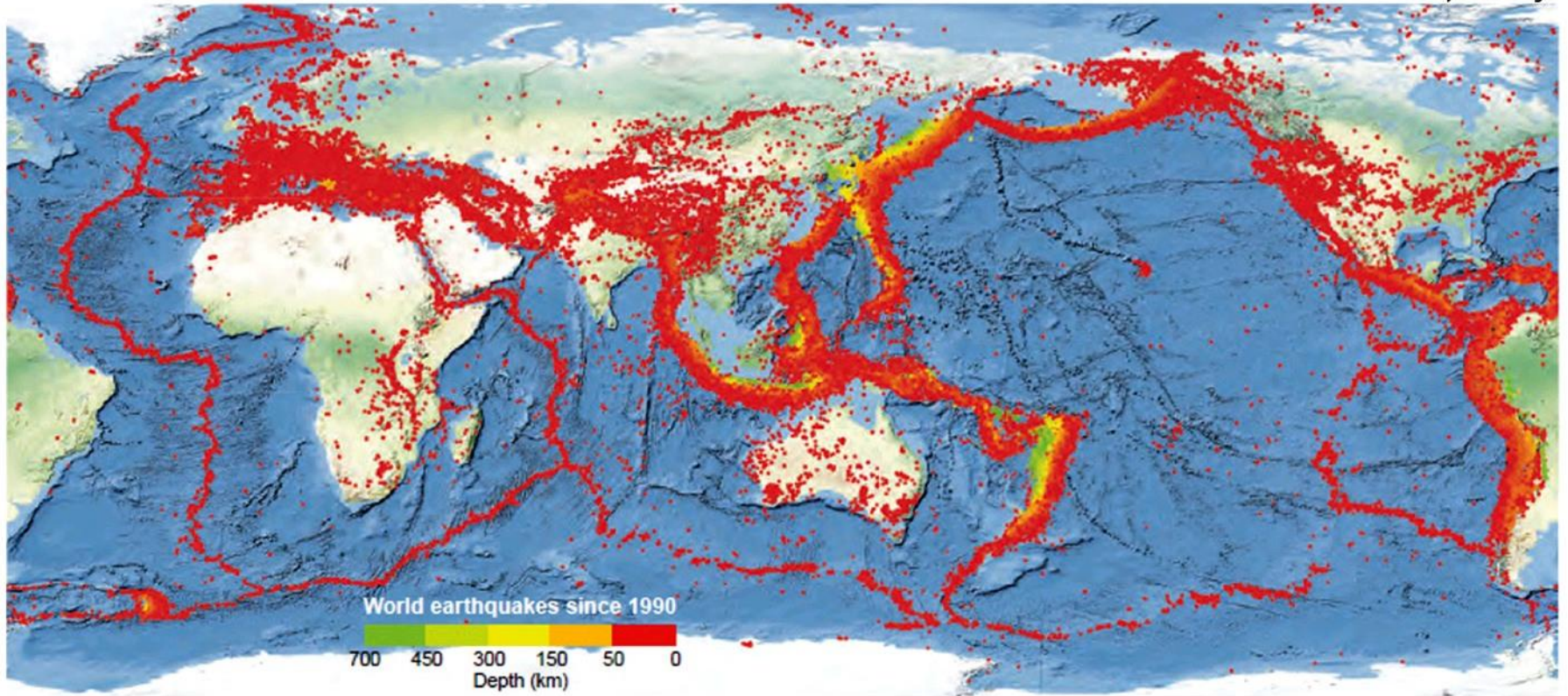


Figure 12.17 part 2

Haiti - 7

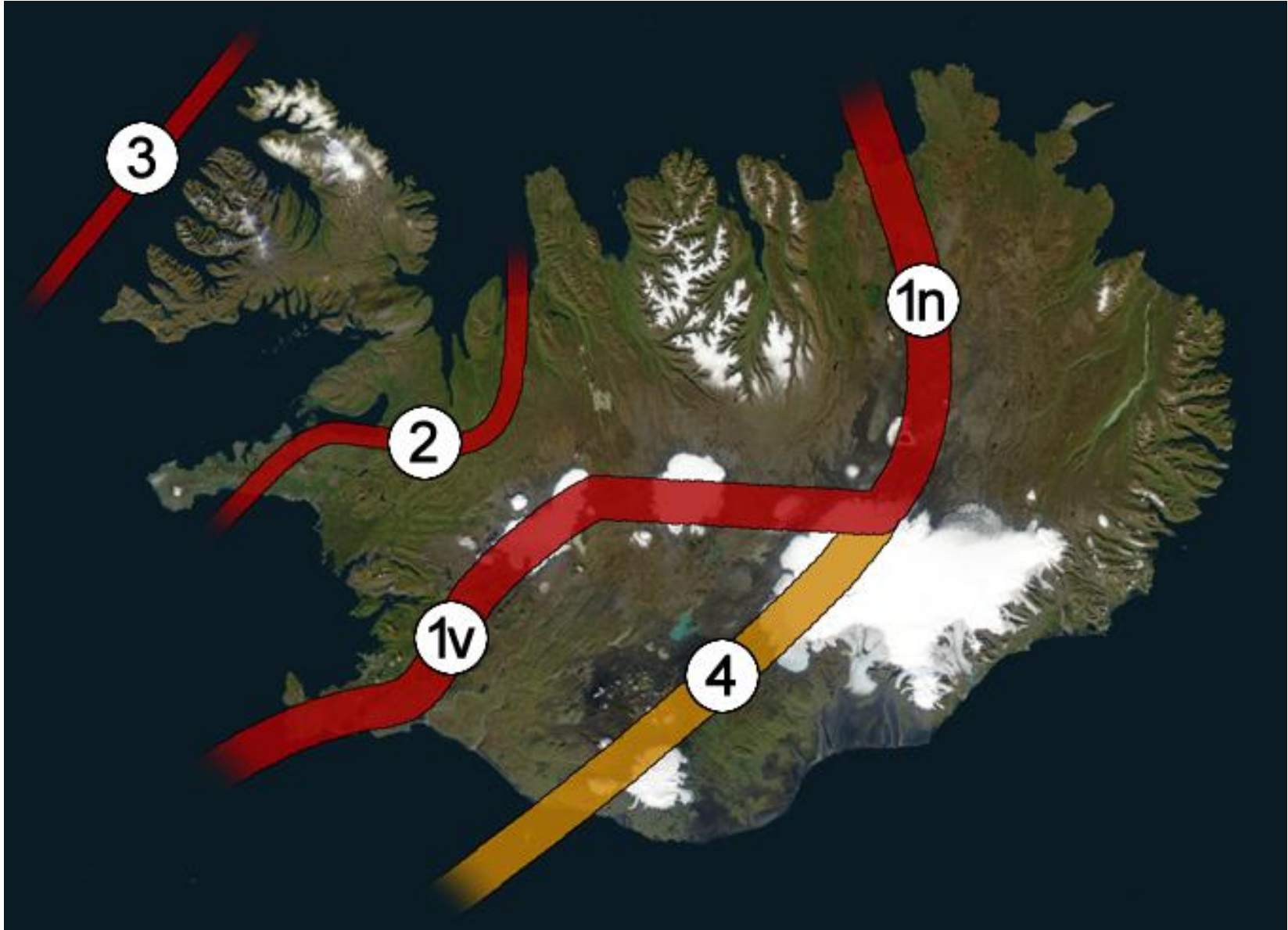
Courtesy NASA Images



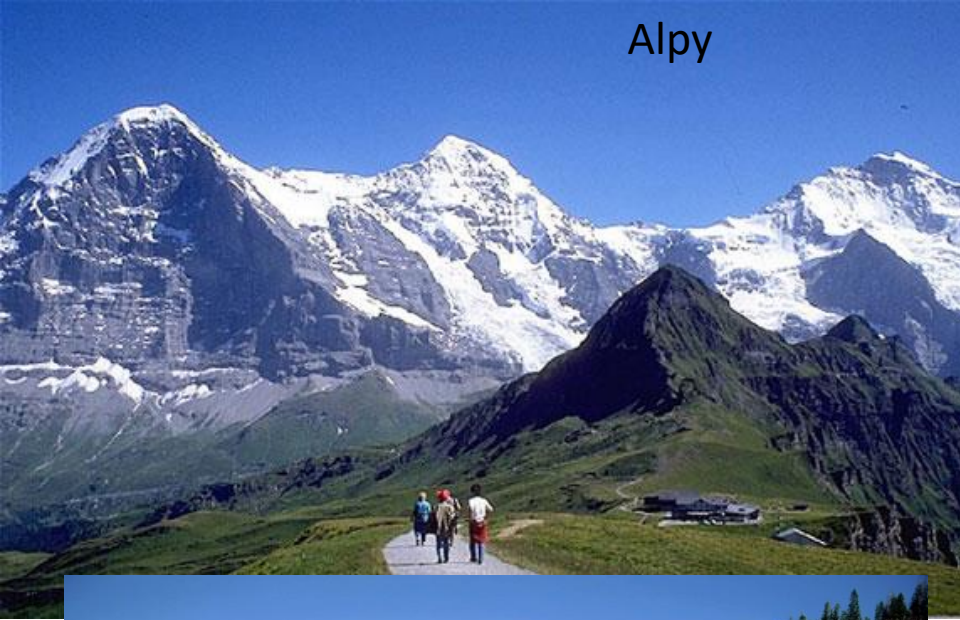
From *Physical Geology* by Charles Fletcher. Copyright 2011 John Wiley & Sons. Reprinted with permission of John Wiley & Sons.

Figure 12.18

# Riftové zóny



Alpy



Pyreneje



Karpaty



Himaláje



# Horizontální zlomy

- San Andreas







Figure 12.19

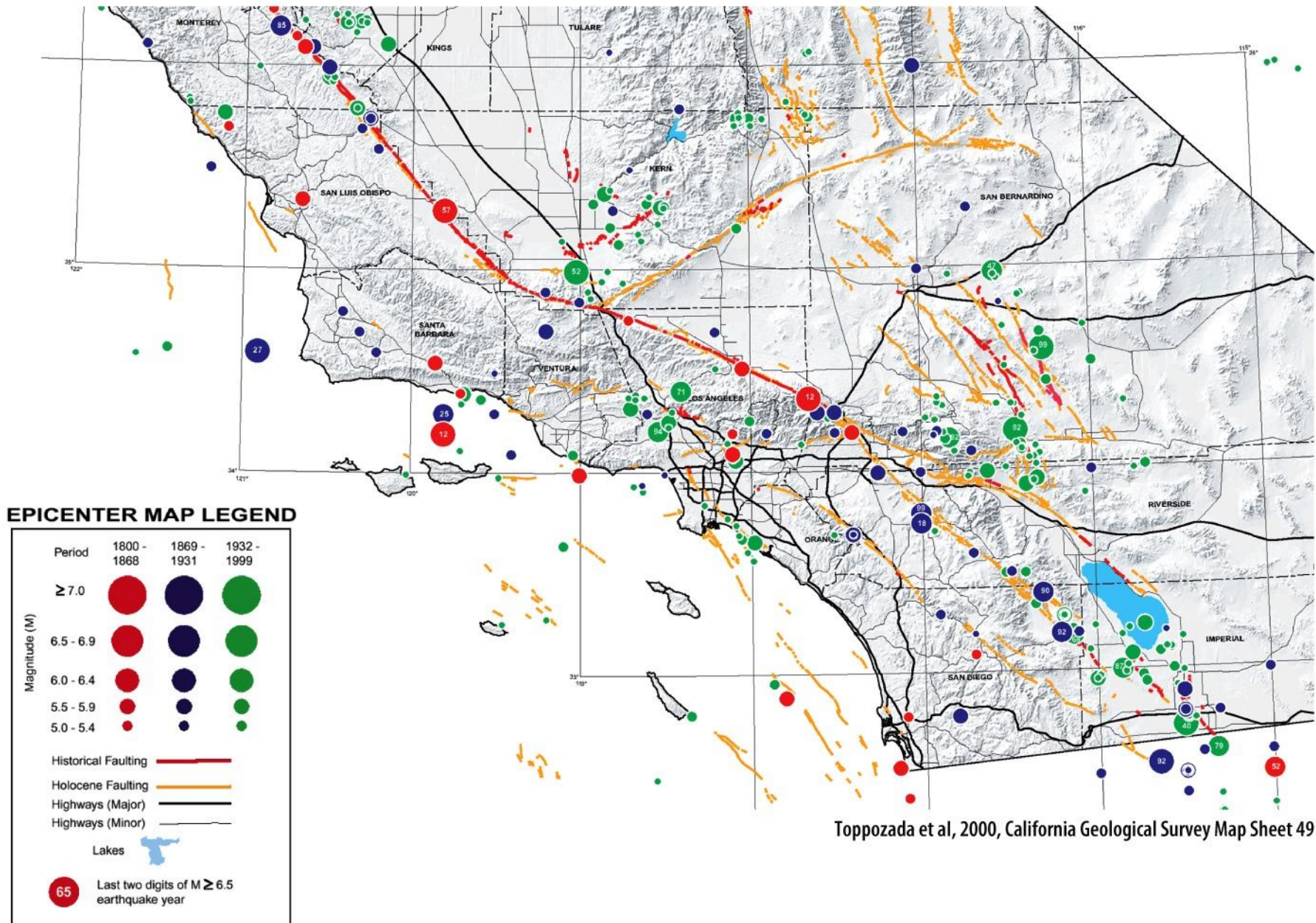


Figure 12.20



© 2013 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Figure 12.22 part 1



©Christine Osborne Pictures/Alamy Limited

Figure 12.22 part 2

Arg-é-Bam – východní Irán



AFP/Getty Images, Inc.

Figure 12.22 part 3