



Estratigrafia

Introducció

La primera definició en 1865, considerava l'estratigrafia com una branca de la geologia que estudia l'ordre i posició relativa dels estrats.

El 1957, Miralles i Rodgers van editar el llibre “Principis de l'estratigrafia”, on consideraven que s'havia d'incloure l'estudi de:

- a) Composició, textura i estructura de les roques estratificades i sedimentàries.
- b) Meteorització, transport i sedimentació (processos modificació).
- c) Relacions espacial (horitzontal) i temporal (vertical) de les roques estratificades, i també els successos impresos en l'estratificació que ens permeten deduir la història de la roca:

1) Sèrie local 2) Correlació 3) Història

En sentit estricte l'estratigrafia s'encarrega de l'estudi d'aquest últim apartat c), que marca els objectius principals.

- 1. Sèrie local o successió estratigràfica:** Es tracta d'estudiar els materials de l'estrat, la delimitació de la unitat, ordenació temporal, per tal d'aixecar una sèrie estratigràfica dels estrats de la localitat, el més exacta possible. L'ordenació temporal es fa posant els més antics baix i els més moderns amunt.
- 2. Correlació:** Es tracta d'establir la relació o equivalència entre dos o més sèries locals, comparant els materials o estudiant el contingut fòssil. (**Correlació litològica o temporal**). Des del punt de vista litològic són equivalents quan són el mateix material. I des del punt de vista paleontològic, són equivalents quan tenen igual edat, i diferent material.
- 3. Història:** Interpretació del registre estratigràfic per tal de saber que ha passat a la superfície terrestres al llarg de la història i de la formació de l'estrat.

Concepte d'estratigrafia

El 1977, Corrales *i col.* la van definir com *l'estudi i interpretació dels processos enregistrats a les successions sedimentàries, que ens permet conèixer la disposició sedimentària, així com establir la correlació i els successos per a la seva ordenació temporal.*

També, estem relacionant, en aquestes definicions, les roques sedimentàries i estratificades. Això es deu a què hi ha poques roques sedimentàries no estratificades (guix. ..) i viceversa (roques piroclàstiques).

La sedimentologia i paleografia són la base de la geologia històrica.

Litoestratigrafia

Cada estrat és un tipus de roca diferent

Cronoestratigrafia

Cada estrat té una edat diferent

Bioestratigrafia

Cada estrat conté un grup de fòssils diferent

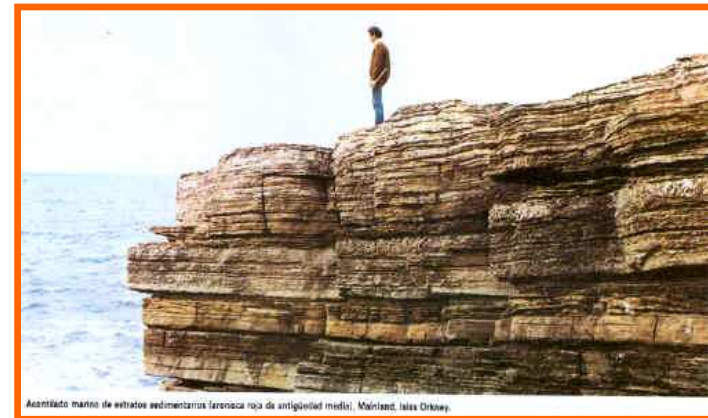
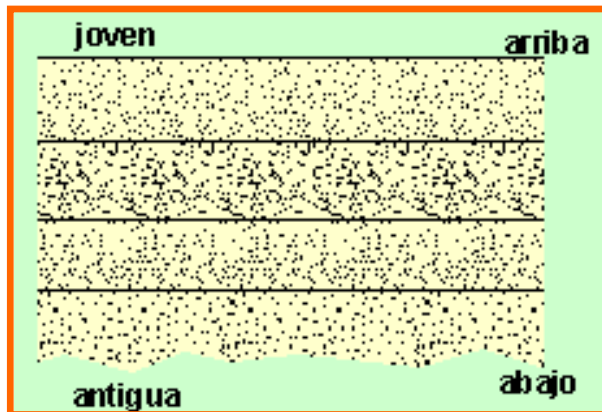
Concepte d'estrat

Un **estrat** és *un cos de roca sedimentària que correspon a un únic episodi de diposició*.

Està limitat per una superfície inferior, el **mur**, i una de superior, el **sostre**.

Generalment es dipositen horitzontalment i llurs característiques reflecteixen les condicions de diposició.

L'**estratificació** es visualitza en el camp mitjançant la característica estructura en capes paral·leles de les roques sedimentàries, que estan separades per **plans d'estratificació**.



Origen dels estrats

Els estrats sorgeixen com a conseqüència de:

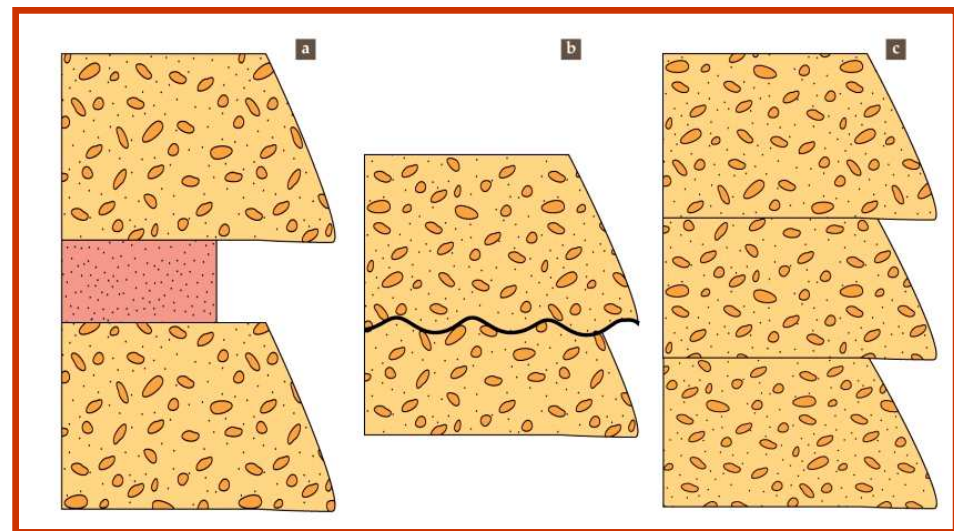
1. Canvis litològics: pel dipòsit successiu de capes de sediments de **diferents mides de gra** (p. ex. de gresos de gra fi i de gra gruixut) o **diferent composició** (p. ex. de capes d'hulla i de sediments clàstics).

2. Períodes sense sedimentació.

3. Aparició d'un període d'erosió entre dos episodis de sedimentació.

Cada estrat correspon a un episodi de sedimentació.

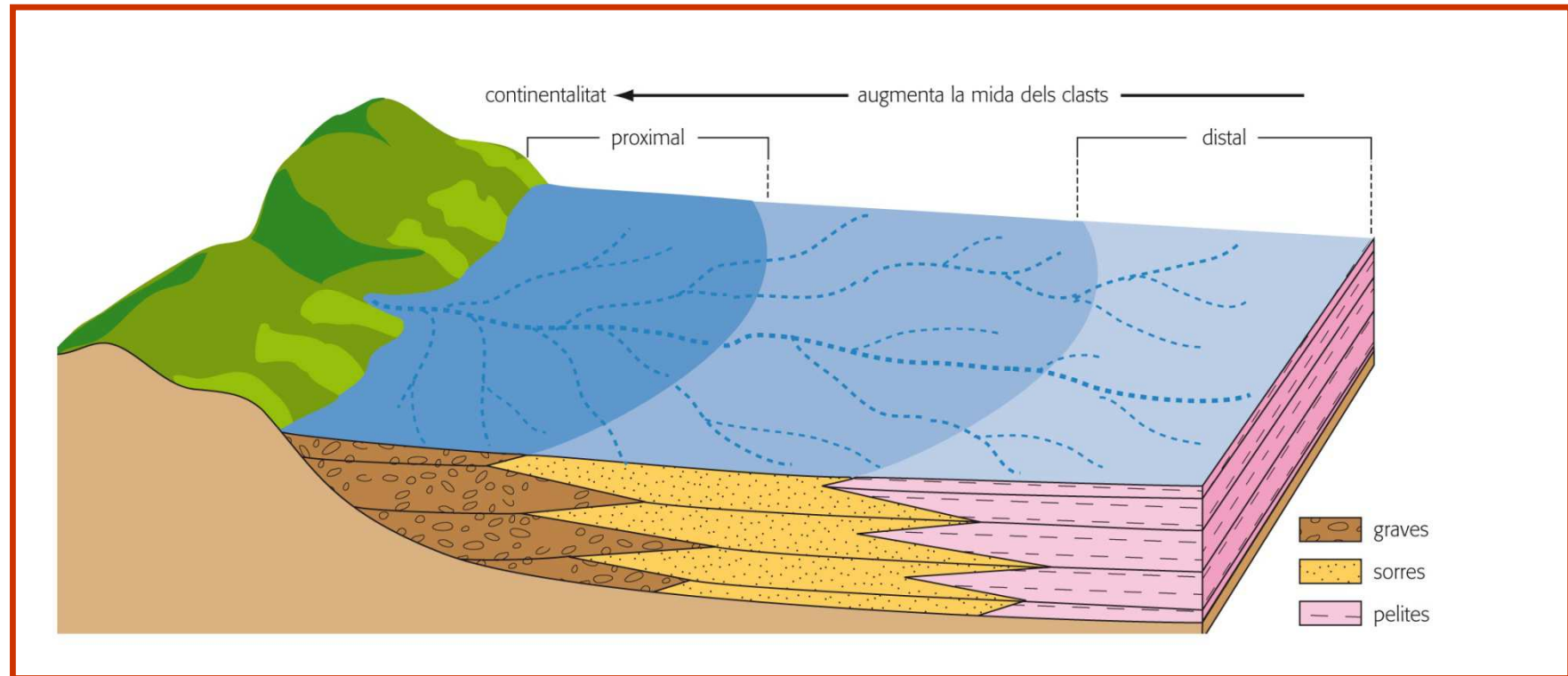
Plans d'estratificació causats per (a) canvis litològics; (b) base erosiva i (c) període amb absència de diposició.



Generalment es dipositen horitzontalment, i llurs deformacions reflecteixen els processos tectònics (plecs, falles, etc.) a què han estat sotmesos.

Cada estrat és un cos tridimensional mes o menys tabular.

Lateralment els estrats es van aprimant i s'atasconen amb d'altres.



Bloc diagrama de l'estructura sedimentària d'un delta mostrant el canvi lateral de facies sedimentàries i l'atasconament de les diferents facies.

Característiques dels estrats

Superfícies d'estratificació: són les superfícies que delimiten geomètricament l'estrat, anomenant **sostre** a la superior, i **mur** a la inferior. Representen una interrupció en la sedimentació, la durada de la qual pot ser molt variable.

És molt freqüent que tant al sostre, com en el mur, apareguin **estructures sedimentàries**, tenint aquestes importància per determinar la polaritat (quina és la capa superior) i el sentit i/o direcció del corrent de les aportacions.

Les estructures sedimentàries que afecten a les superfícies d'estratificació poden ser de tres tipus:

- 1. Característiques morfològiques:** superfícies netes (erosives o no) o superfícies graduals.
- 2. La seva geometria:** planars o irregulars (ondulades o corbades).
- 3. La seva genètica:** superfícies amb estructures de corrent, orgànica, de càrrega, ondulats amb ripples, bioturbació, noduloses ...

Potència o gruix: és la distància entre les superfícies d'estratificació que delimiten l'estrat, mesurada perpendicularment a aquestes. La potència varia des centímetres fins a poc més d'un metre, i es pot mantenir lateralment o variar.

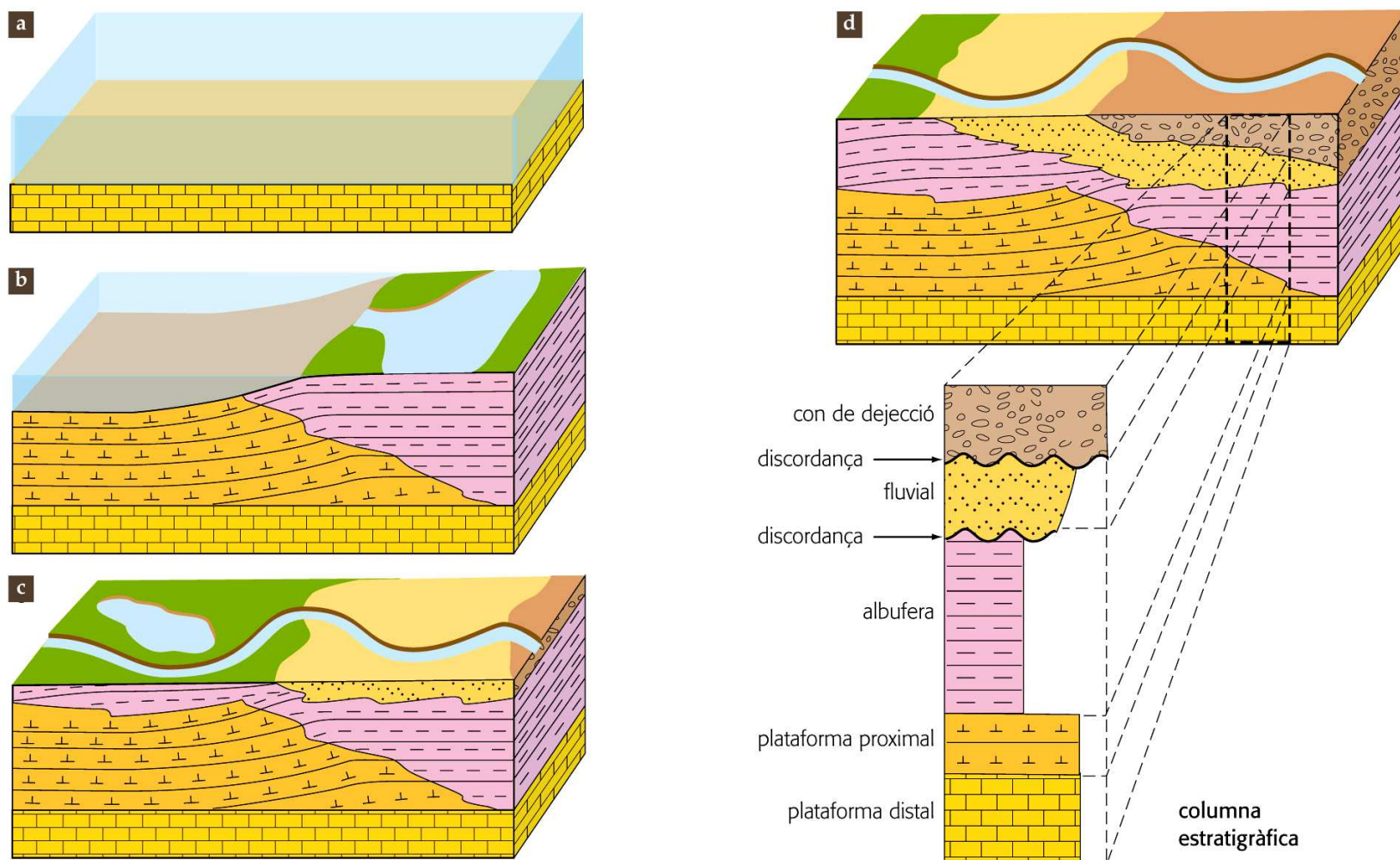
Forma: un estrat és un cos tridimensional, i la seva forma queda definida pel gruix, longitud i amplada de l'estrat. En general la forma ve condicionada per les superfícies d'estratificació que el delimiten. És important definir la forma segons les superfícies d'estratificació i segons la seva terminació lateral.

Posició espacial: per definir-la cal indicar la direcció i cabussament de l'estrat.

Sèries estratigràfiques

Una **sèrie** és un conjunt d'estrats que s'han sedimentat en un lloc de manera consecutiva.

Una sèrie estratigràfica ens permet reconstruir les variacions de l'ambient sedimentari amb el pas del temps i la història geològica d'un territori a partir dels processos soferts pels materials sedimentaris.

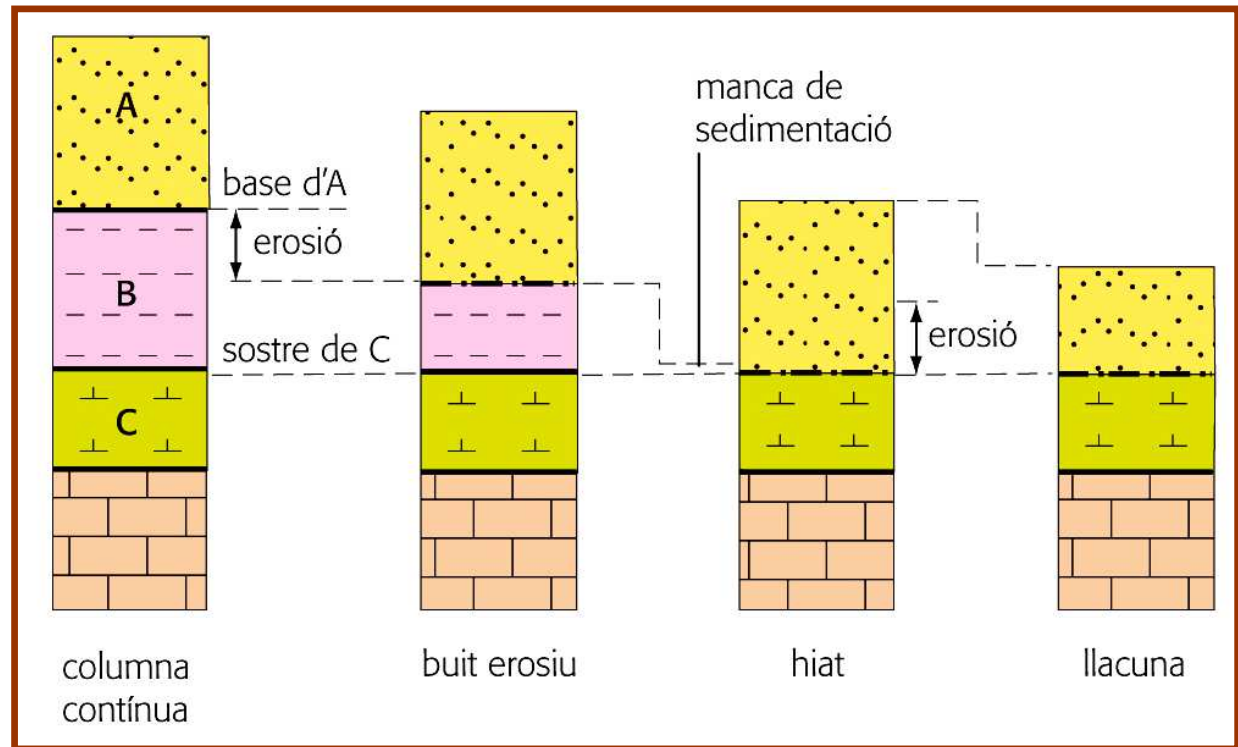


Successió d'ambients sedimentaris en un mateix punt al llarg del temps. (a) ambient de plataforma, que passa a (b) ambient fluvial i (c), finalment a con de dejecció. A l'esquerra la corresponent columna estratigràfica que ens permet reconstruir la història geològica d'aquest lloc.

Qualsevol interrupció en el procés de sedimentació es coneix com a **discontinuitat estratigràfica** o **hiat** i implica l'absència de sedimentació entre el sostre d'un estrat i el mur del següent.

Si falta un material a causa d'un període erosiu tenim un **buit erosiu**.

Hiats i buits erosius constitueixen **llacunes estratigràfiques**.



Esquemes d'un buit erosiu, un hiat i una llacuna estratigràfica.

Discordances estratigràfiques

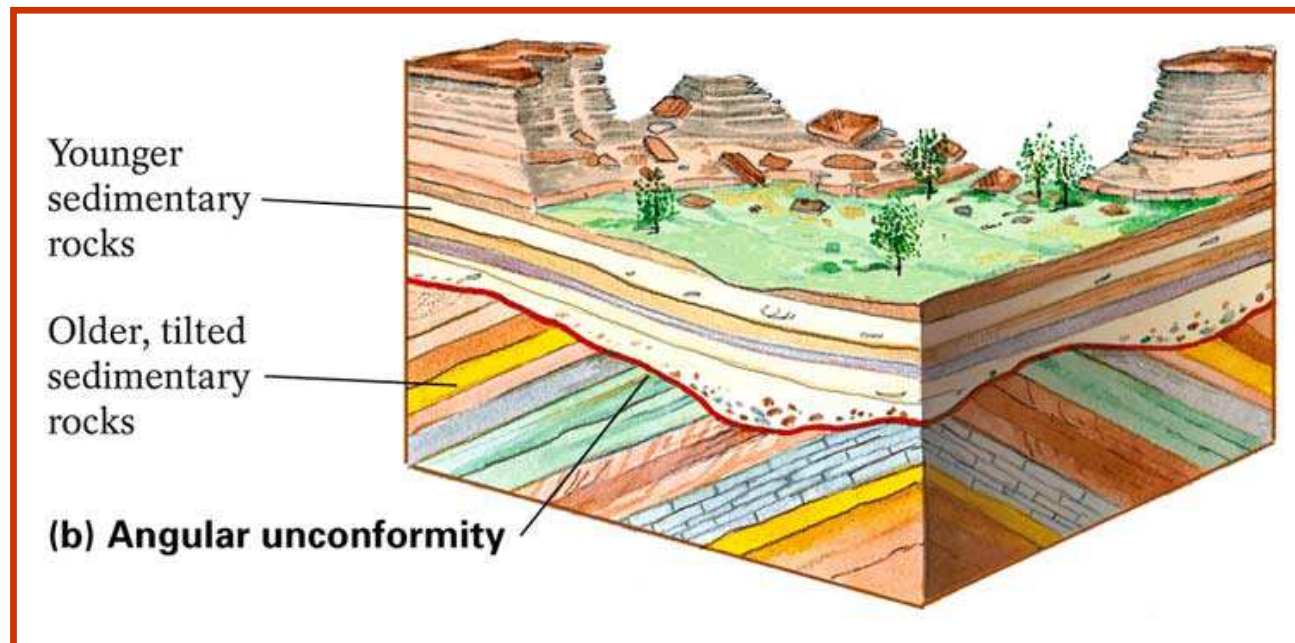
El contacte o pla d'estratificació entre dues unitats litològiques pot ser:

- a) **Concordant o conforme:** si no hi ha cap llacuna estratigràfica entre ambdós materials. En aquest cas els estrats consecutius es disposen paral·lels.
- b) **Discordant:** quan es presenten interrupcions en el registre geològic, ja sigui a causa de l'erosió o de la no deposició. El temps representat per aquesta bretxa pot variar àmpliament, des de milions d'anys a centenars de milions d'anys (per exemple, una superfície d'erosió entre les roques del Precambrià i sediments recents).

Tipus de discordances

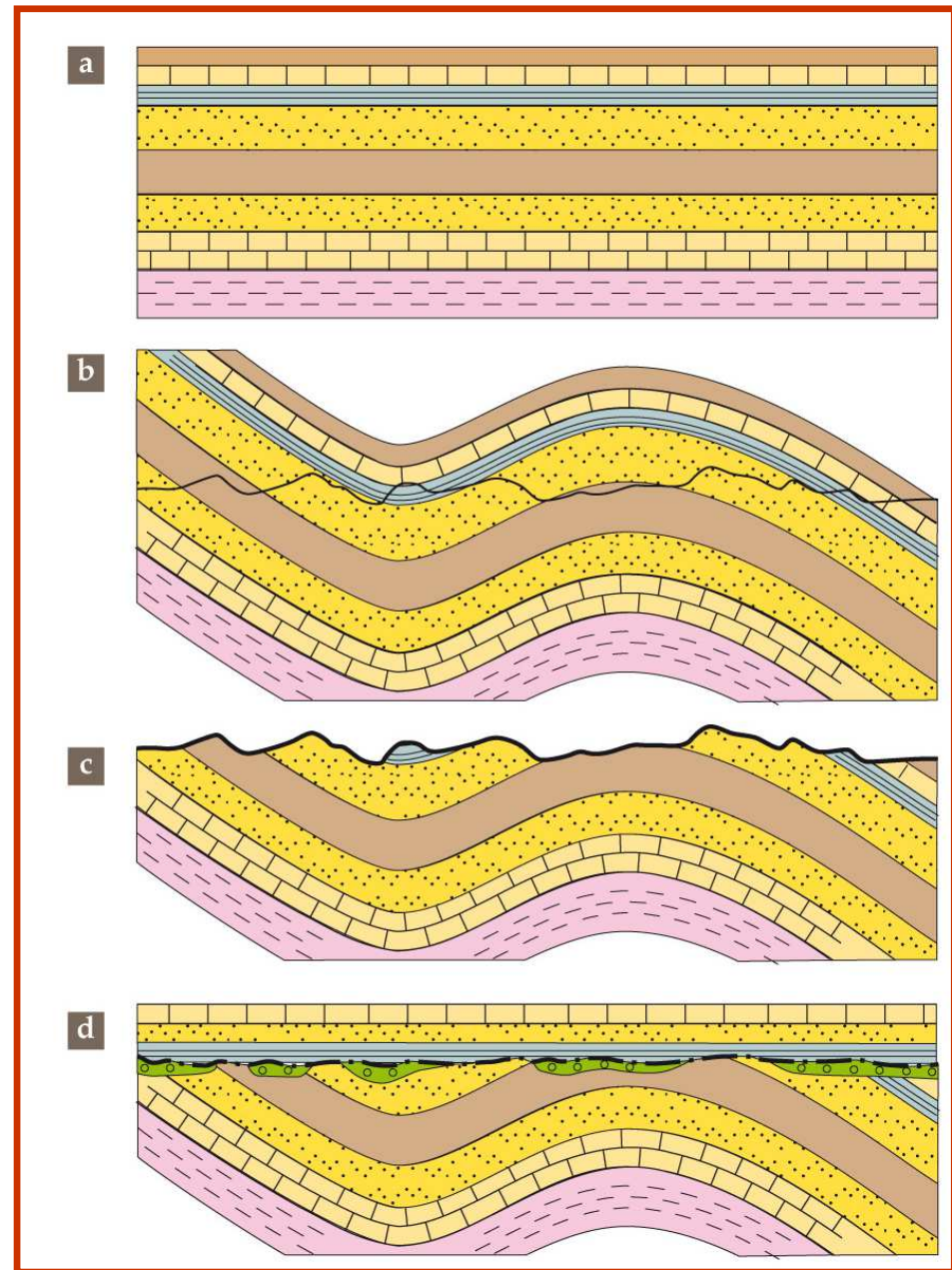
Podem diferenciar tres tipus de discordances:

- a) Discordança angular:** una superfície d'erosió separa netament els estrats inferiors, amb una inclinació, dels superiors, amb una inclinació diferent, normalment inferior.

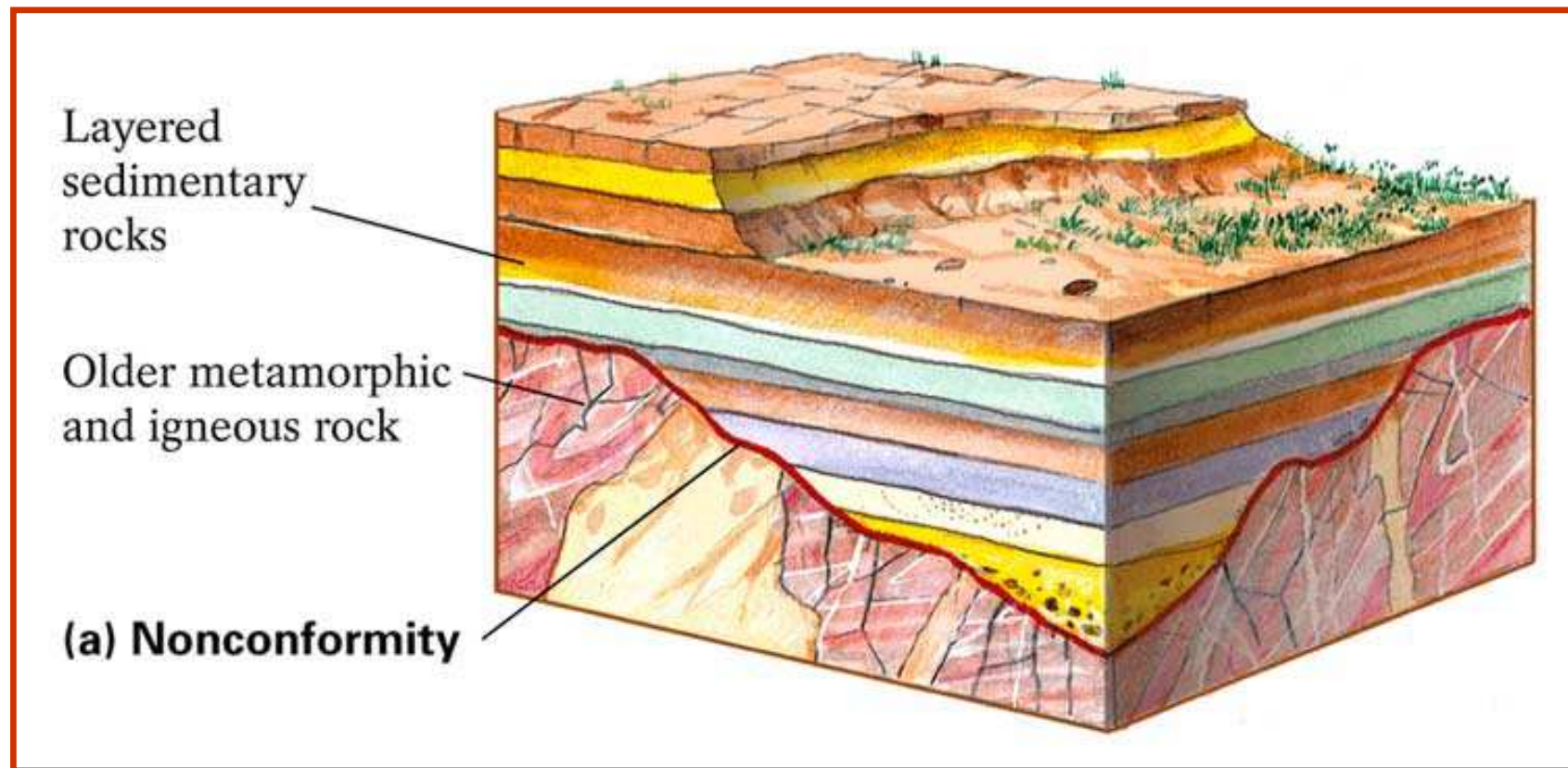




Formació d'una discordança angular.



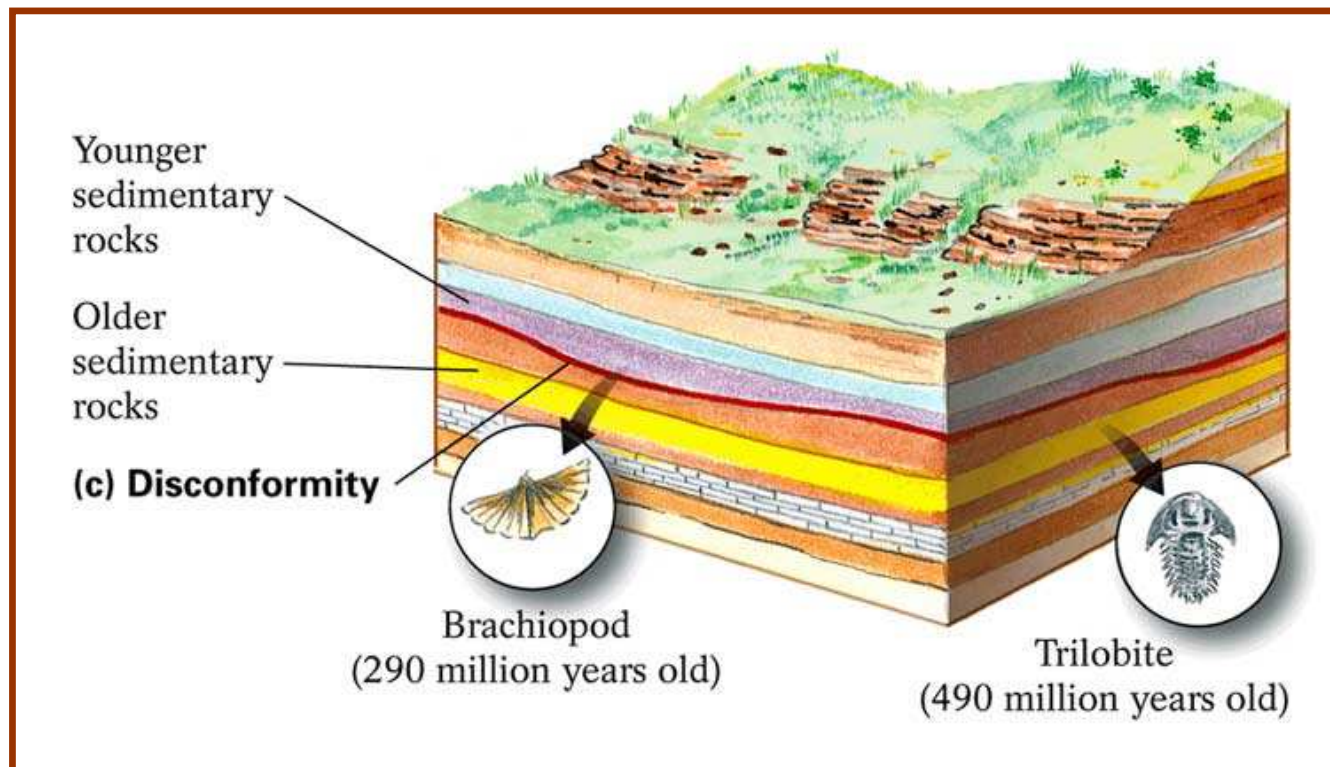
b) No Conformitat: una superfície d'erosió separa materials sedimentaris d'uns altres ignis o metamòrfics.





No conformitat en Grand Canyon

- c) Discordança erosiva o disconformitat:** una superfície irregular i subhoritzontal, causada per un buit erosiu, separa dos nivells de roques sedimentàries.
- d) Paraconformitat:** si la superfície irregular i subhoritzontal de separació entre dos nivells de roques sedimentàries és causada per un hiat. Resulta molt difícil de diferenciar de la disconformitat.



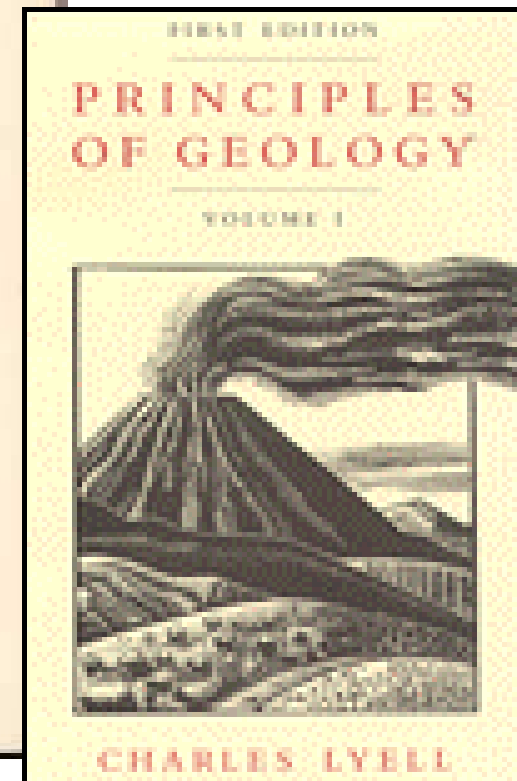
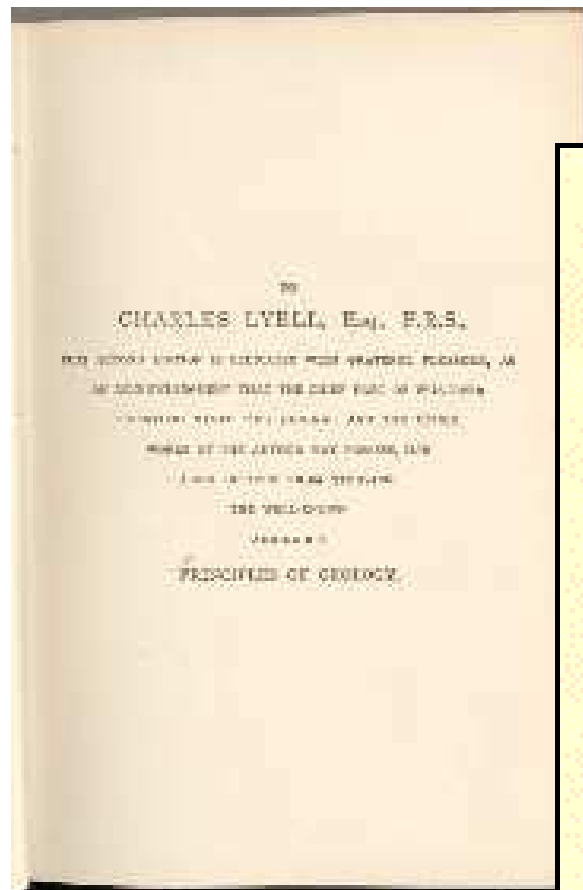
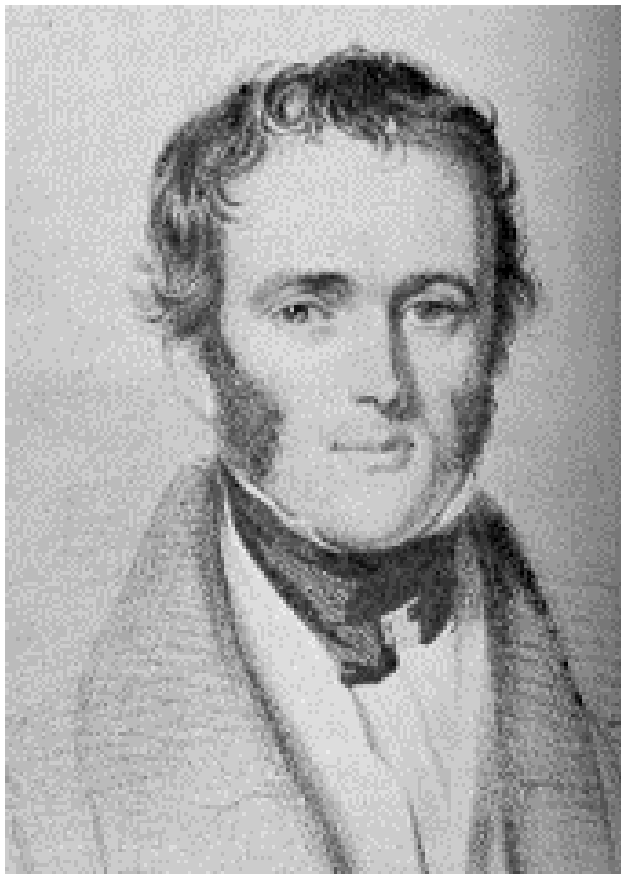
Principis estratigràfics

Per poder fer la reconstrucció de la història geològica d'un lloc a partir de la interpretació de la corresponent sèrie estratigràfica, ens basem en una sèrie de **principis estratigràfics**:

- a) **Principi de l'actualisme i l'uniformisme.**
- b) **Principi de l'horitzontalitat original.**
- c) **Principi de superposició de capes.**
- d) **Principi de la continuïtat lateral.**
- e) **Principi de la intrusivitat.**
- f) **Principi d'inclusió.**
- g) **Principi de la successió faunística.**
- h) **Principi de la correlació.**

Principi de l'actualisme i l'uniformisme

Es deu a Hutton, però els que més ho van divulgar van Playfair i Lyell.
La frase original que ho enuncia és “**el present és la clau del passat**”.



Alguns autors ho consideren com un sol principi: *els processos (físics) que han tingut lloc al llarg de la història de la Terra, han estat uniformes i semblants als actuals (continus)*, i com a conseqüència *l'estudi de les condicions actuals ens serveixen per a la comparació i interpretació del passat.*

Altres autors ho considera com dos principis diferents:

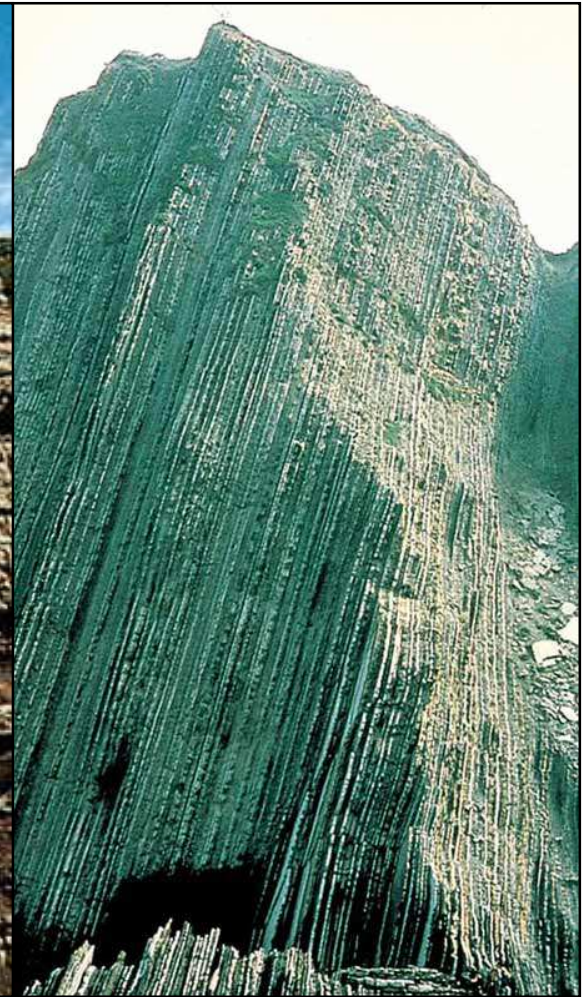
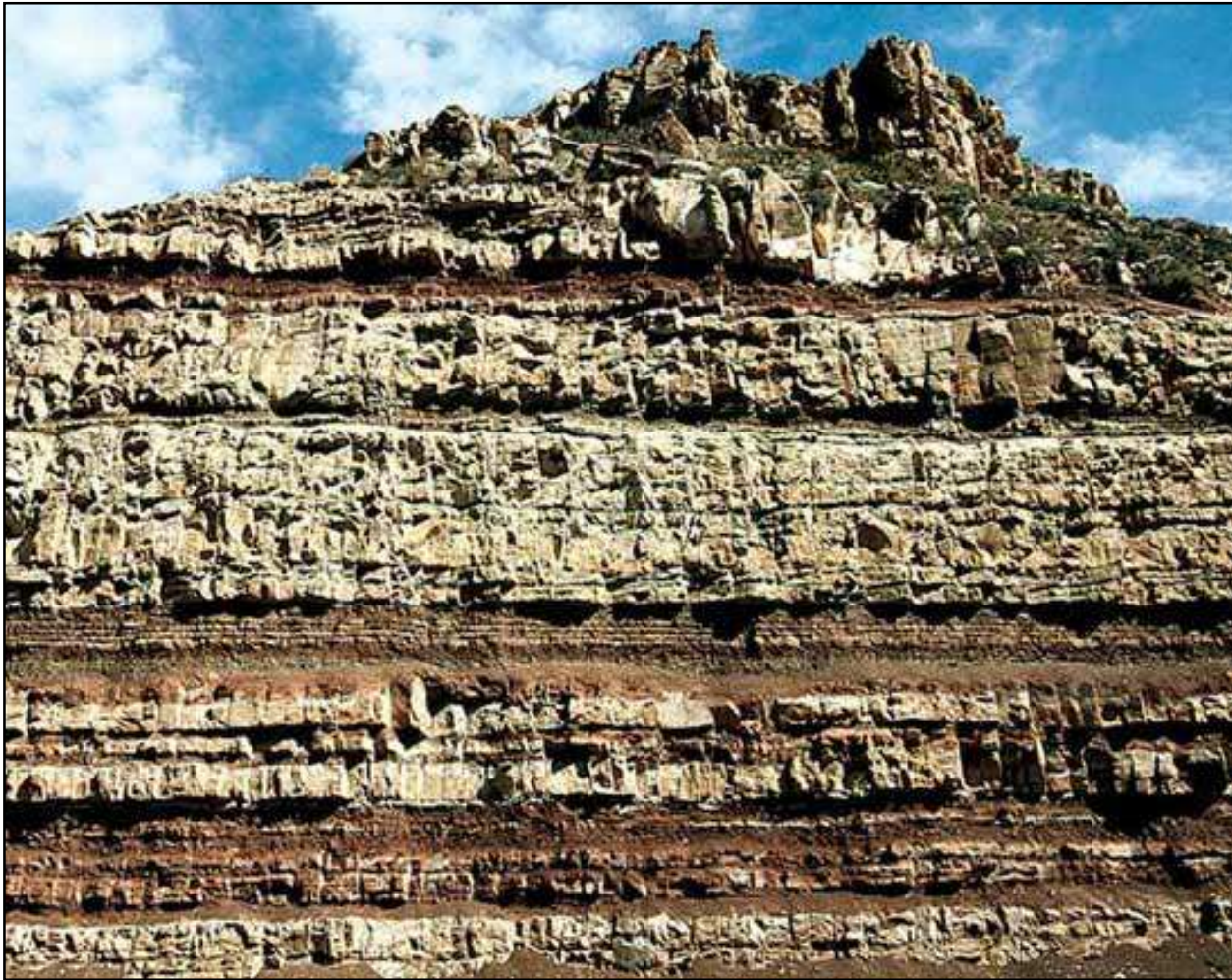
- a) Uniformisme:** *les lleis i processos naturals han estat uniformes al llarg del temps geològic.*
- b) Actualisme:** *els fenòmens que avui estan actuant han produït els mateixos efectes en el passat.*

No obstant això el uniformisme tal com va ser enunciat, ha de ser corregit ja que actualment sabem que els processos geològics no sempre tenen lloc als mateixos ritme i intensitat.

Principi de l'horitzontalitat original

Les **capes de sediments es dipositen originalment en posició horitzontal**, i qualsevol altra posició indica que han estat sotmeses a deformacions (forces tectòniques i isostàtiques).

Hi ha excepcions a la llei (per exemple, les capes dipositades sobre una superfície molt inclinada), però són relativament rares.



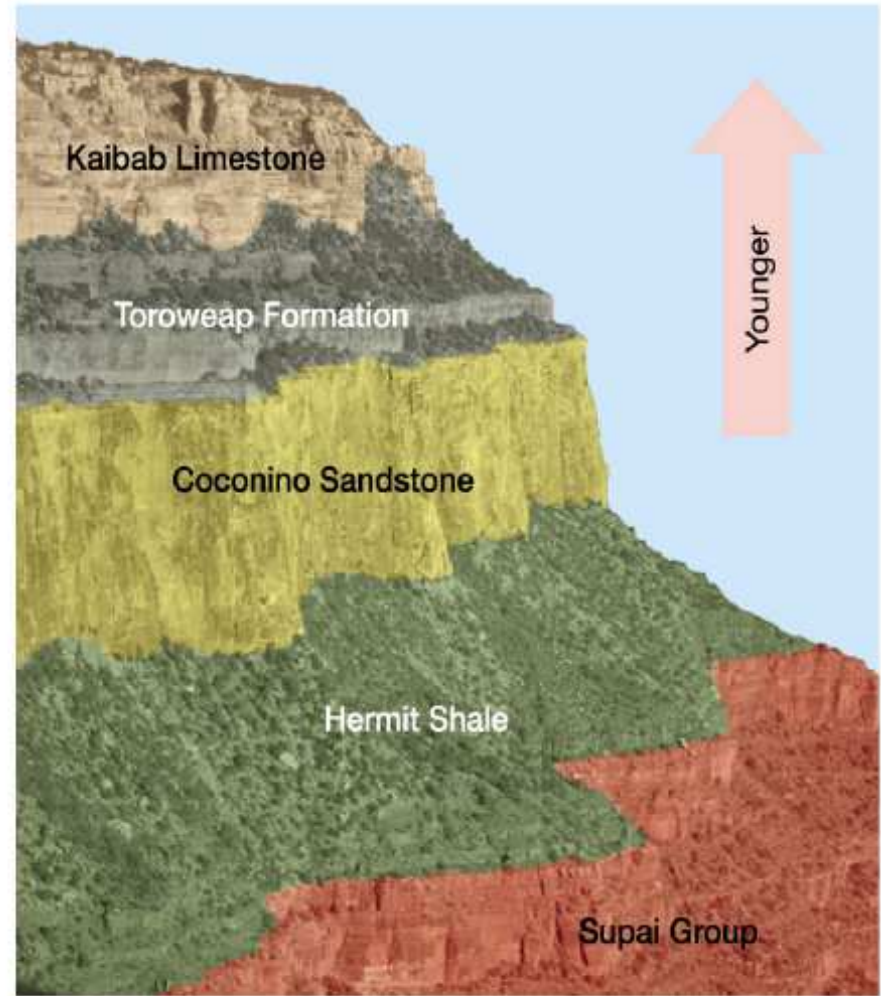
Principi de la superposició de capes

En una seqüència de deposició (per exemple, una sèrie de capes sedimentàries o de fluxos de lava), sense deformar, **el material sobre el qual es diposita cada capa és més antic que la mateixa capa.**

Així, **anant de baix cap a dalt en una sèrie estratigràfica, les capes són successivament més joves.** La convenció en geologia és nomenar les capes dins d'una seqüència de tal manera que la capa més antiga té el nombre més baix. Aquestes seqüències, de més antiga a més moderna, pot ser 1, 2, 3, 4, ... etc. o 23, 24, 25, etc.



A.

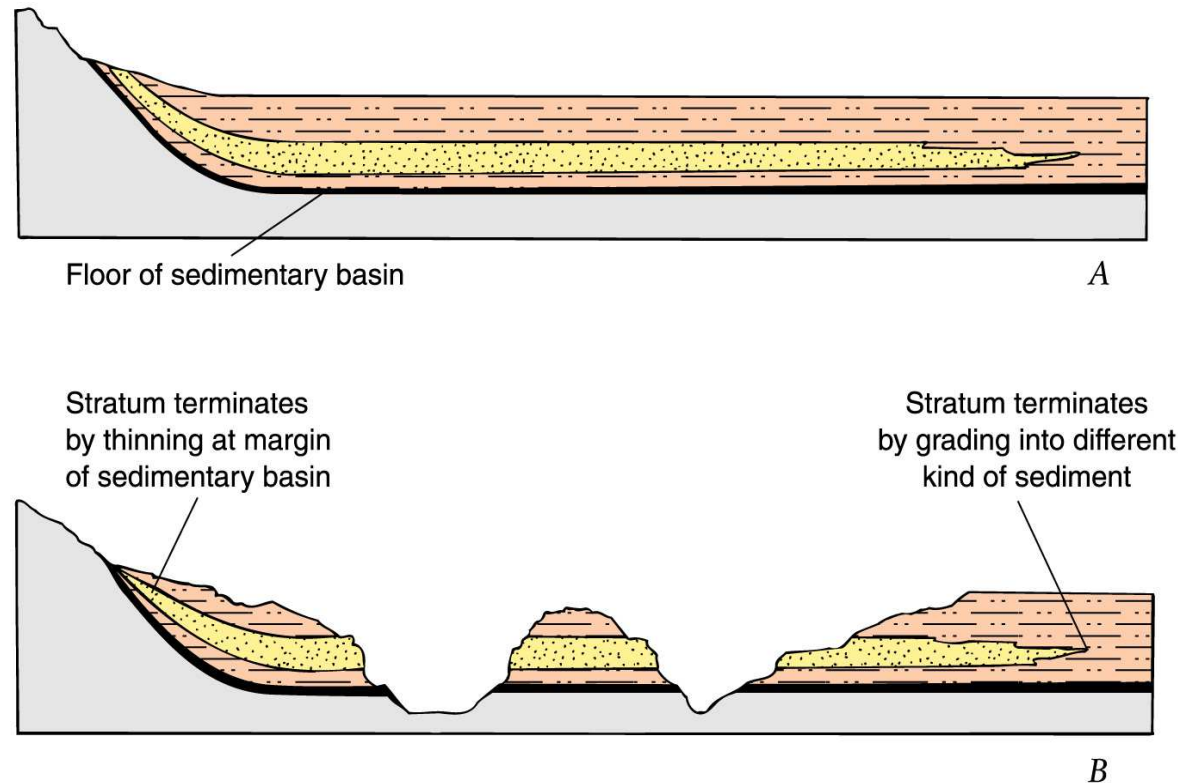


B.

Principi de la continuïtat lateral

Els estrats originalment tenen continuïtat lateral i acaben aprimant-se en les vores.

L'edat és la mateixa en tota la superfície de l'estrat.

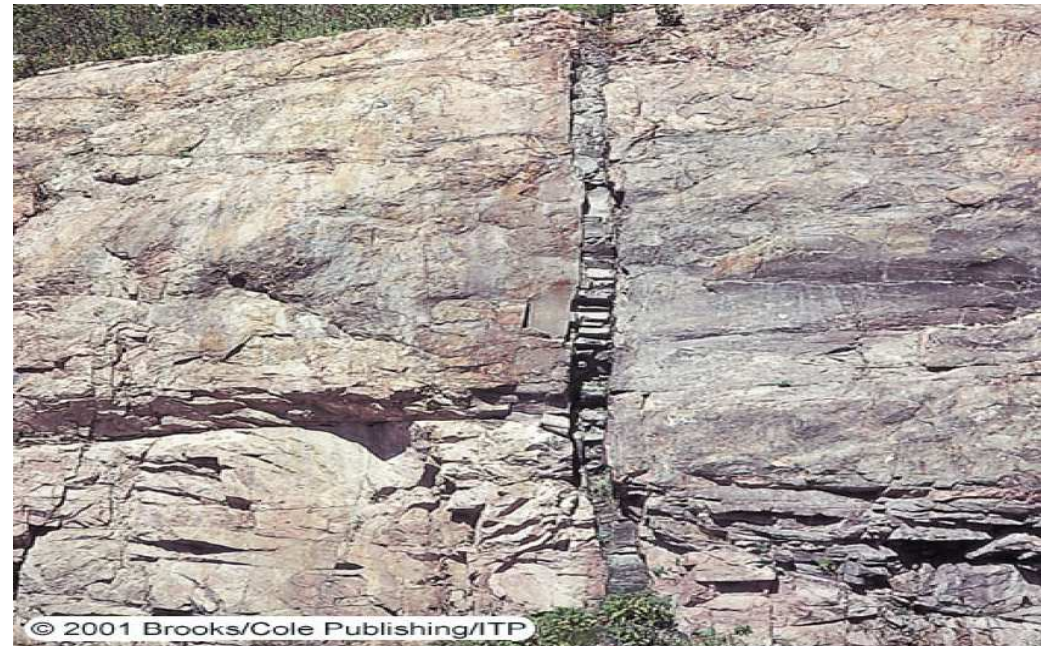


Original Lateral Continuity



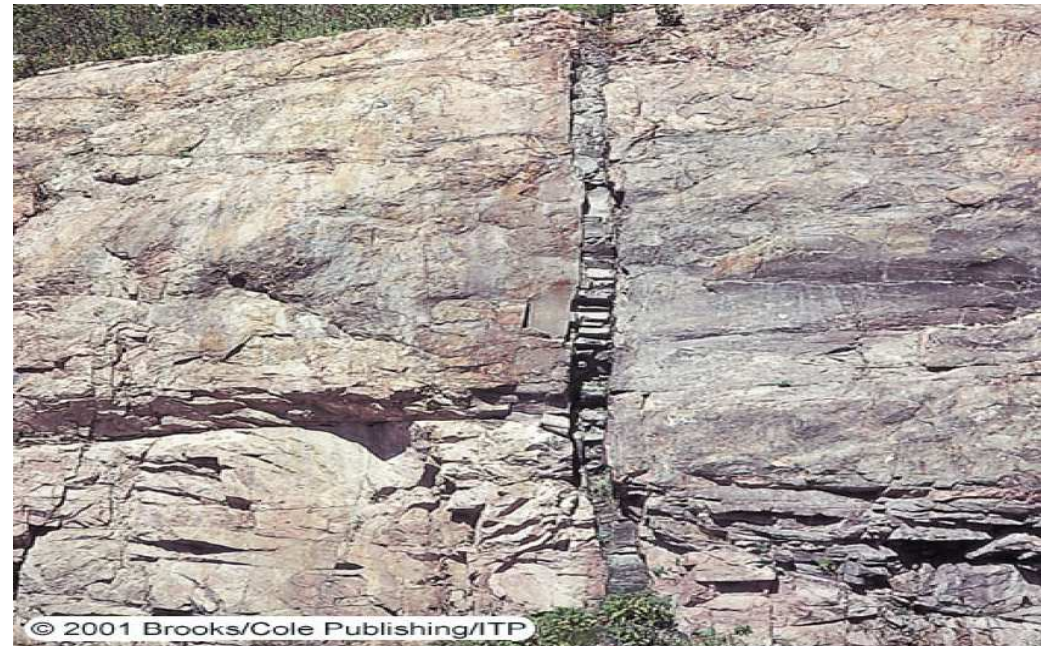
Principi de la intrusivitat

Quan un material o estructura A intrueix (“talla”) a un altre B, A és més modern i B més antic (“**el que talla és posterior al tallat**”).



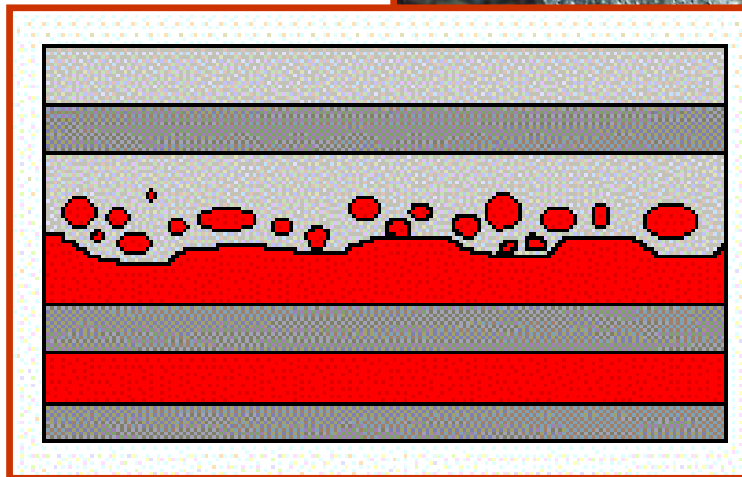
Principi de la intrusivitat

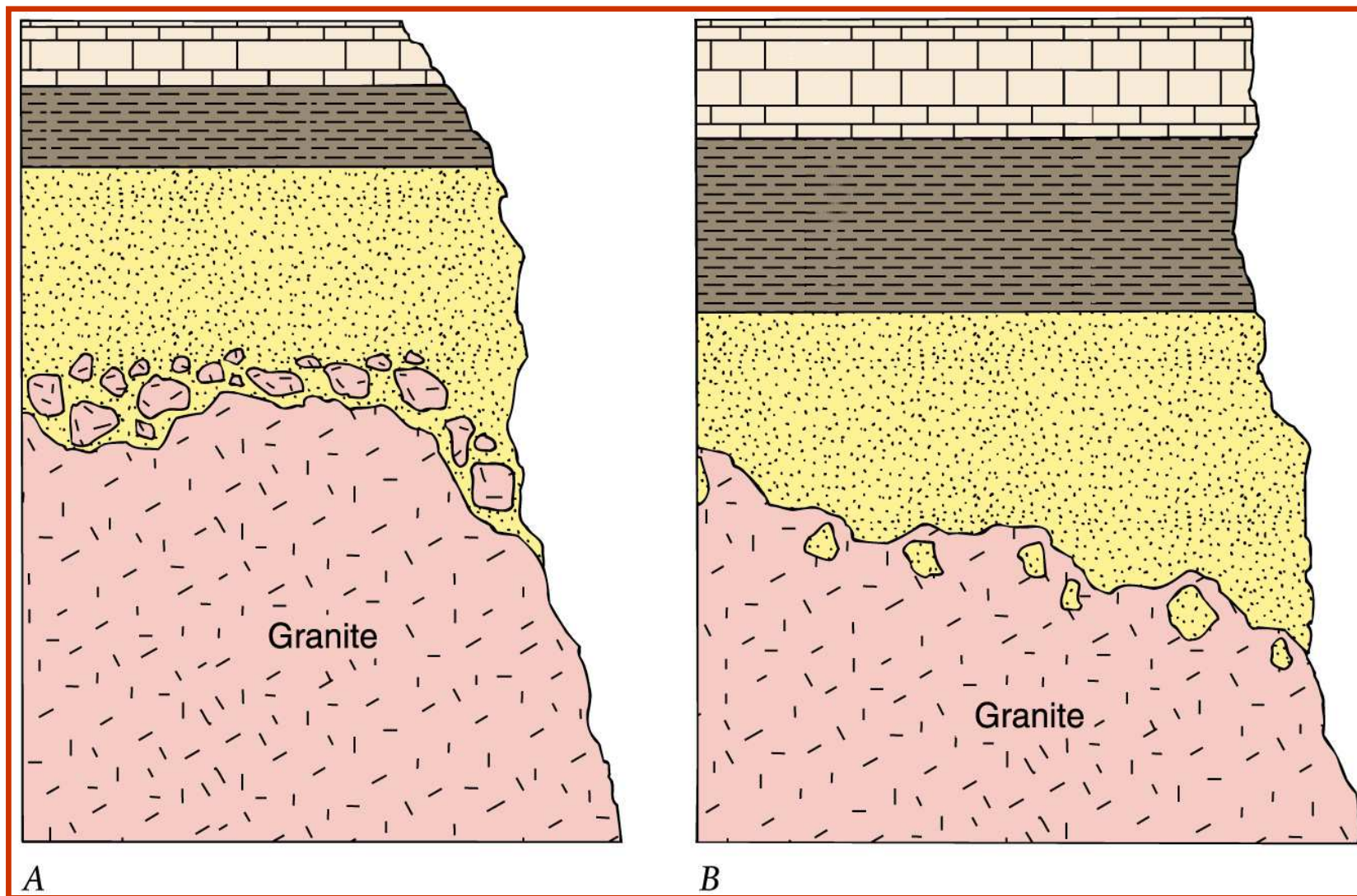
Quan un material o estructura A intrueix (“talla”) a un altre B, A és més modern i B més antic (“**el que talla és posterior al tallat**”).



Principi d'inclusió

Les inclusions
o fragments
d'una roca
dintre d'un
estrat d'una
altra, són
més antigues
que aquesta.





El principi d'inclusió permet diferenciar una no conformitat (A) en què el granit és l'àrea font del gres i, per tant, més antic, cosa que es tradueix en la presència d'inclusions de granit en el gres, d'una intrusió (B) en què el batòlit és més recient que el gres i n'inclou inclusions.

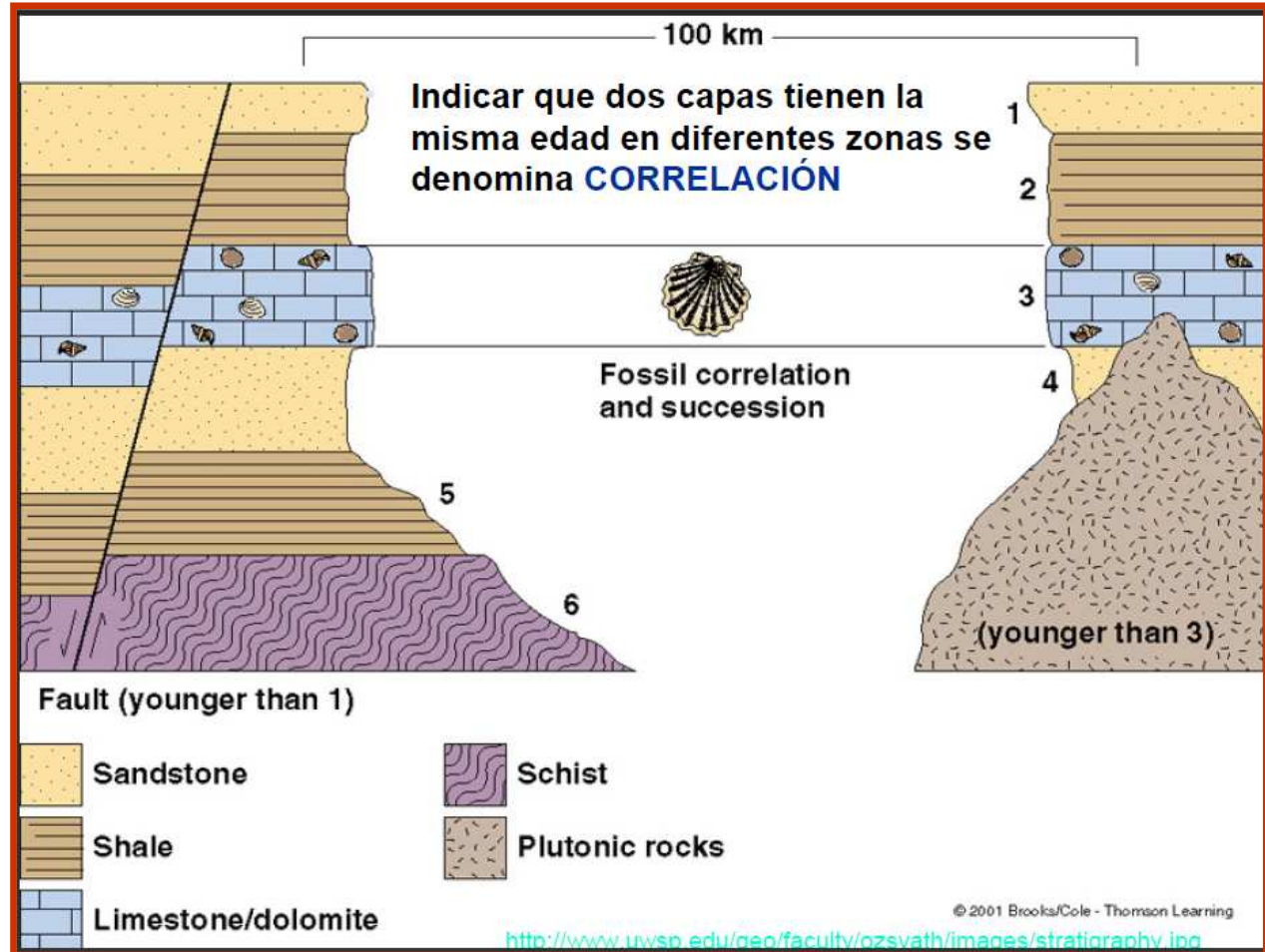
Principi de la successió faunística

Cada estrat conté un conjunt de fòssils peculiar, que permetria, en cas de dubte, la diferenciació d'altres estrats de característiques litològiques semblants, però d'una sèrie diferent.



Principi de la correlació

Dues capes en diferents zones, amb les mateixes característiques (litofàcies) i el mateix contingut en fòssils (biofàcies), tenen la mateixa edat.



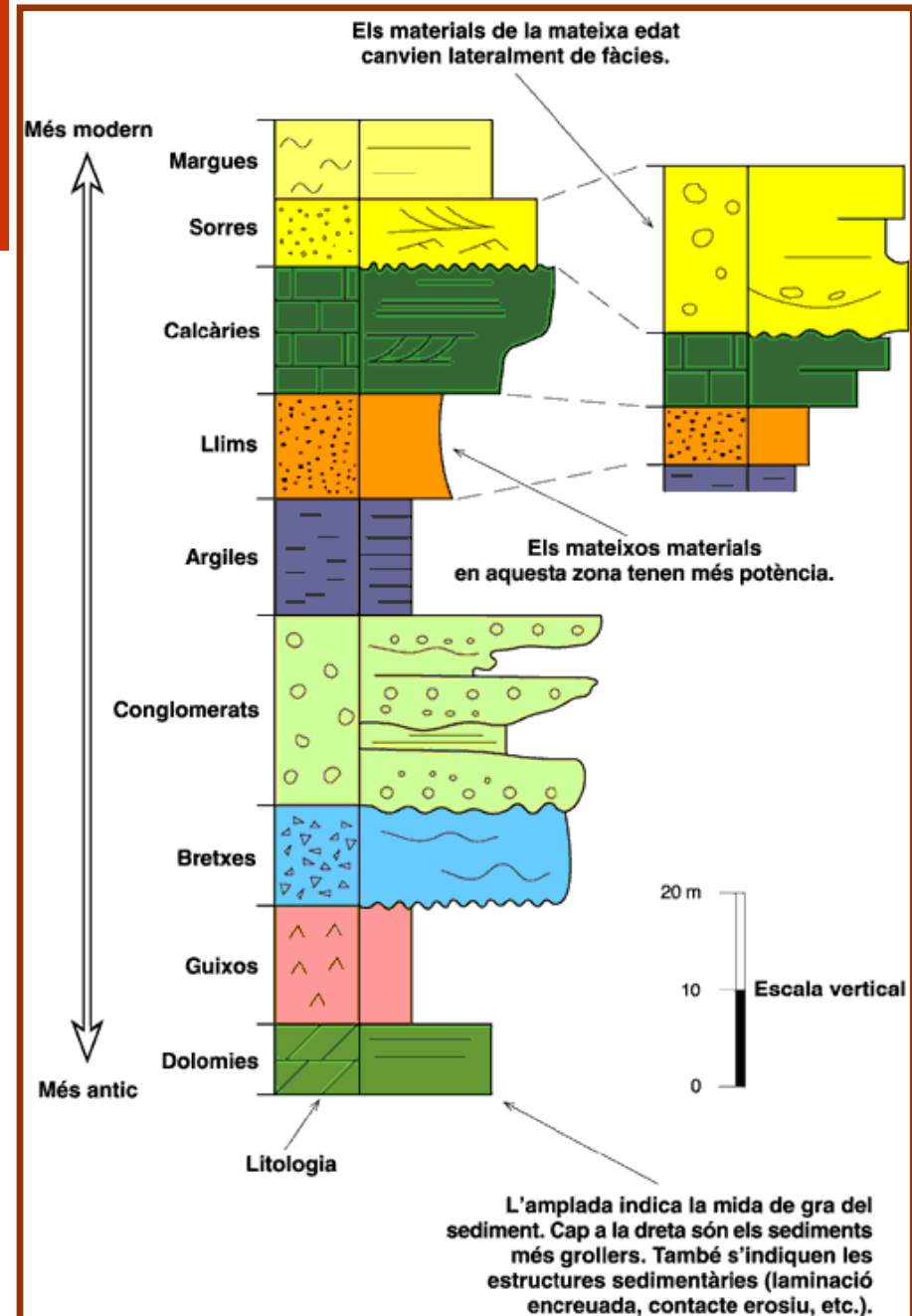
Com es representa una sèrie estratigràfica

Podem representar gràficament les sèries estratigràfiques mitjançant diferents mètodes:

- a) Columnes estratigràfiques.**
- b) Mapes geològics.**
- c) Talls o perfils geològics.**

Columnes estratigràfiques

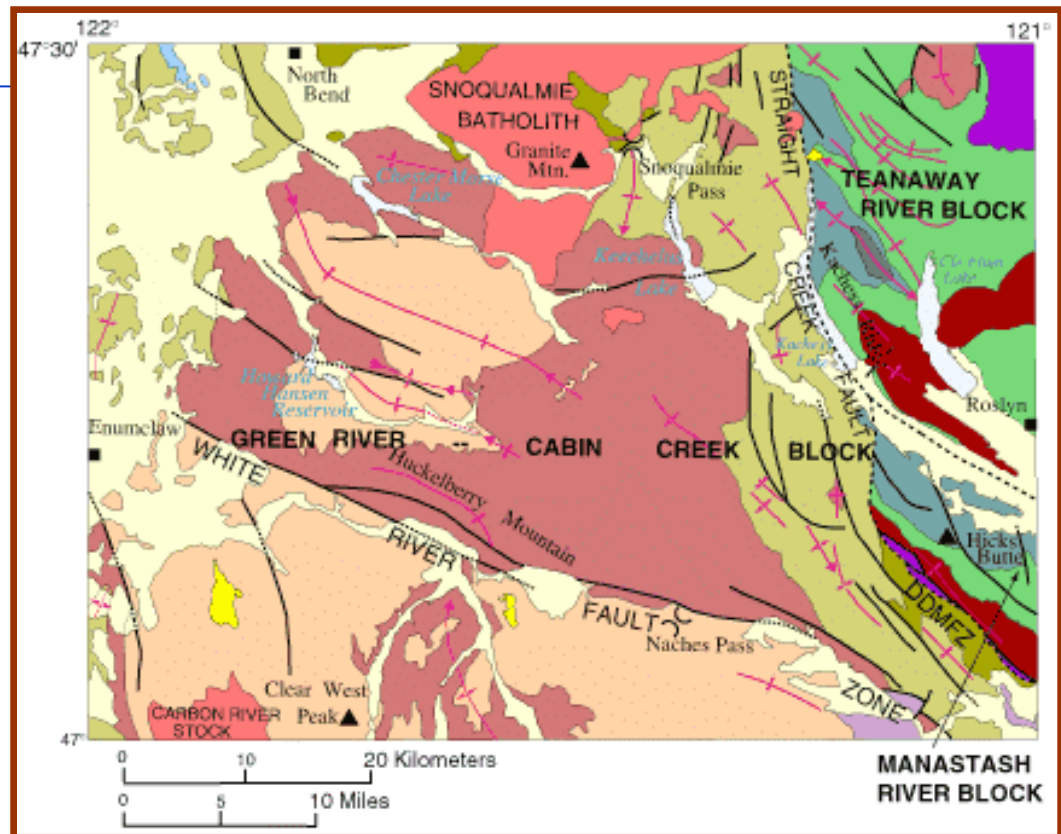
Una **columna estratigràfica** és una representació esquemàtica de la sèrie estratigràfica que podem trobar en un lloc determinat, amb les seves principals característiques (litològiques, bioestratigràfiques, etc).

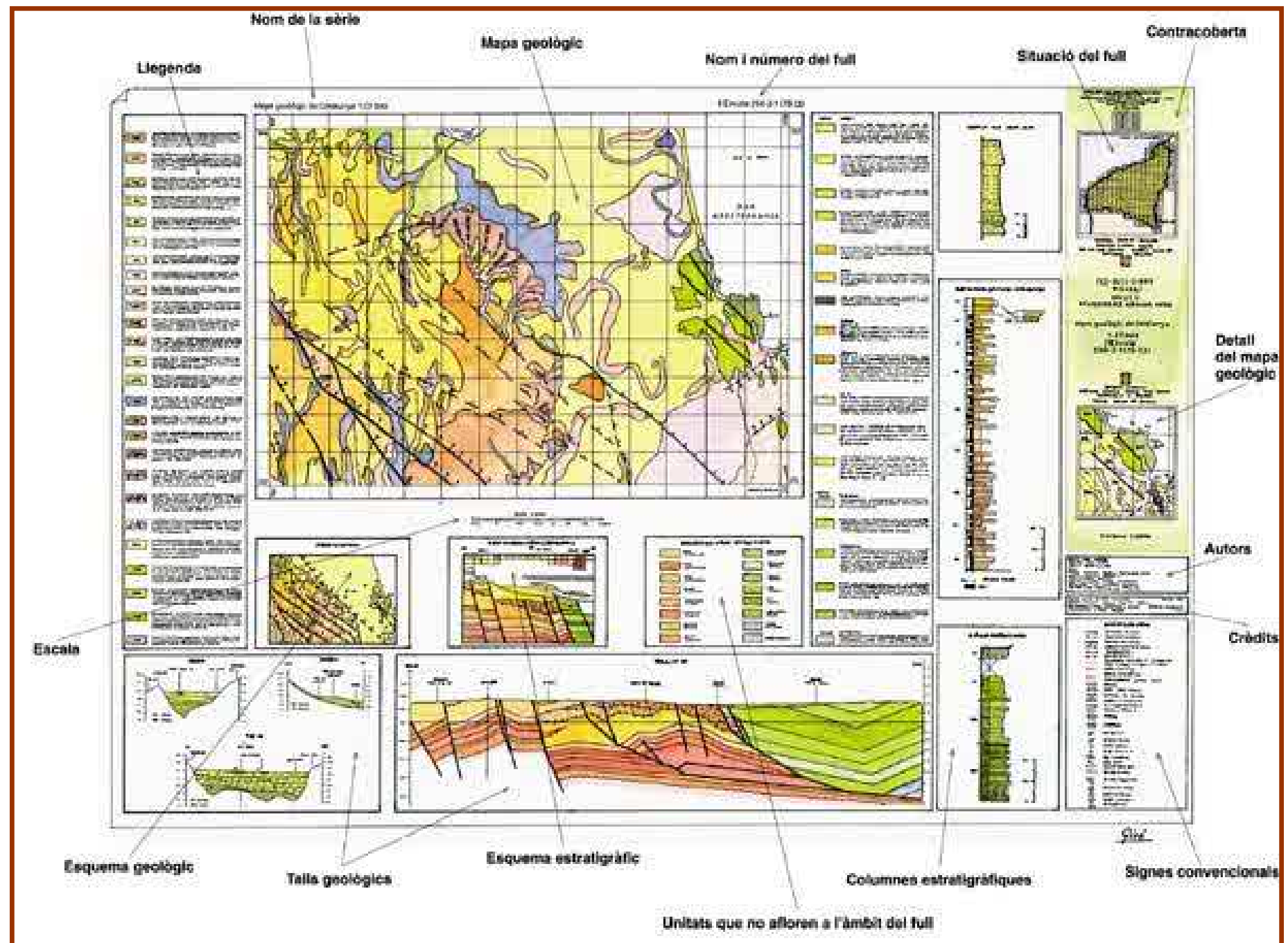


Mapes geològics

Un **mapes geològic** és la representació, sobre un mapa topogràfic, dels diferents tipus de roques que afloren a la superfície terrestre i els tipus de contactes entre elles. També s'hi reflecteixen les estructures tectòniques (plecs, falles, etc), jaciments fòssils, fonts, recursos minerals, etc.

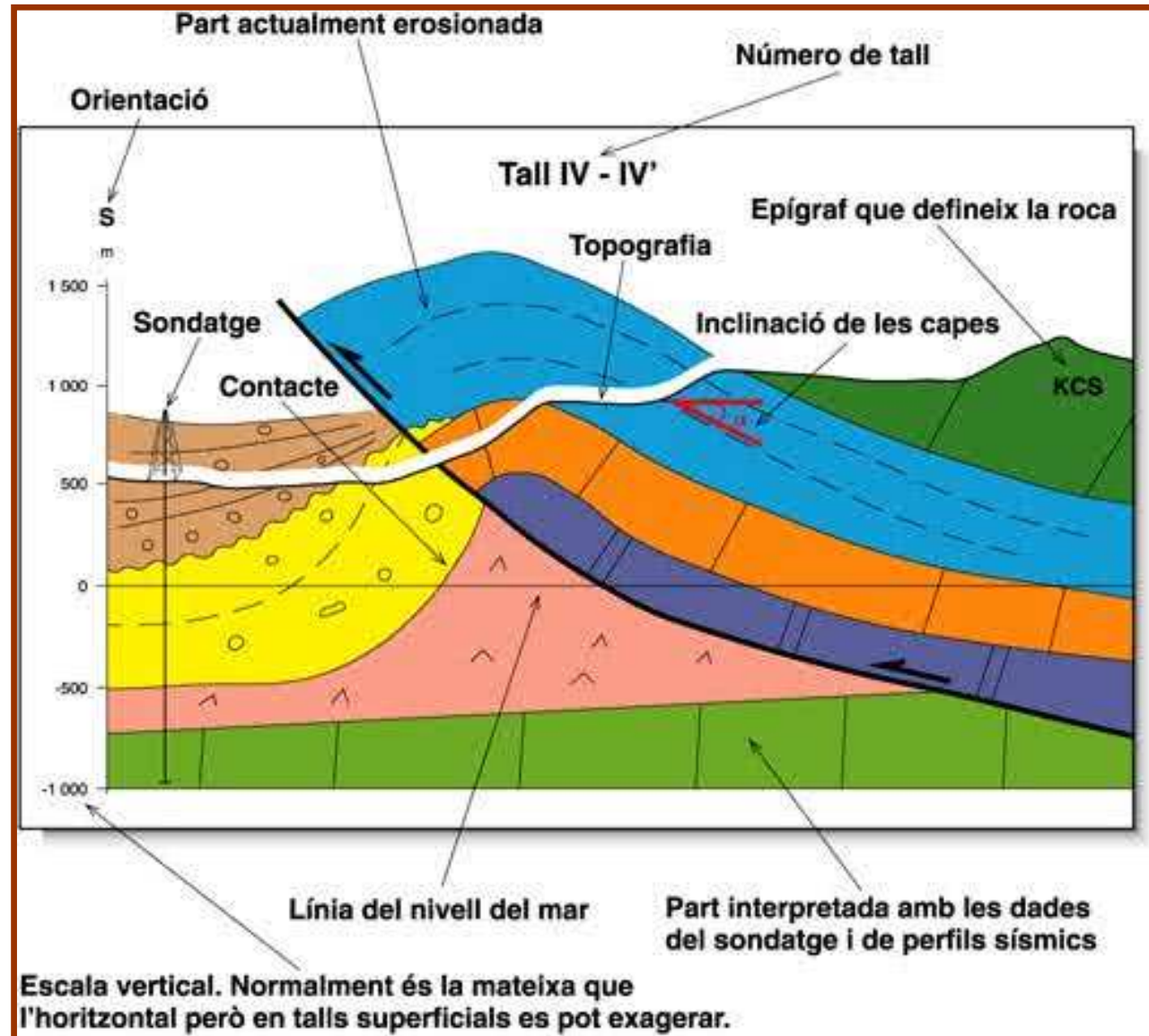
Per distingir les roques s'utilitzen diferents colors.





Talls geològics

Un **tall o perfil geològic** és una projecció en profunditat de les unitats litològiques que trobem en superfície, en una zona, sobre un tall topogràfic.



Unitats estratigràfiques

Una unitat de roca pot haver estat dipositada durant un període geològic en una àrea determinada i en un altre període en una altra.

Per això diferenciem tres tipus d'unitats estratigràfiques fonamentalment diferents, i que freqüentment no són coincidents:

- a) **Unitats definides pel seu contingut.** Al seu torn inclou *unitats litoestratigràfiques* i *unitats bioestratigràfiques*.
- b) **Unitats relacionades amb el temps geològic** (*unitats cronoestratigràfiques*).

Unitats litoestratigràfiques

Les unitats litoestratigràfiques es defineixen per les característiques litològiques de les roques constituents, independentment del moment de la seva formació.

La unitat litoestratigràfica bàsica és la **formació**, *que és una unitat amb límits precisos*.

Les unitats litoestratigràfiques poden agrupar-se en grups i supergrups i subdividir-se en membres i capes.

Supergrup	Grup A	Formació A	Membre A
			Membre B
			Membre C
		Formació B	Membre D
			Membre E
			Membre F
	Grup B	Formació C	Membre G
			Membre H
		Formació D	Membre I
			Membre J
			Membre K
			Membre L
			Membre M
		Formació E	Membre N
			Membre O
			Membre P
			Membre Q
		Formació F	Membre R
			Membre S
			Membre T

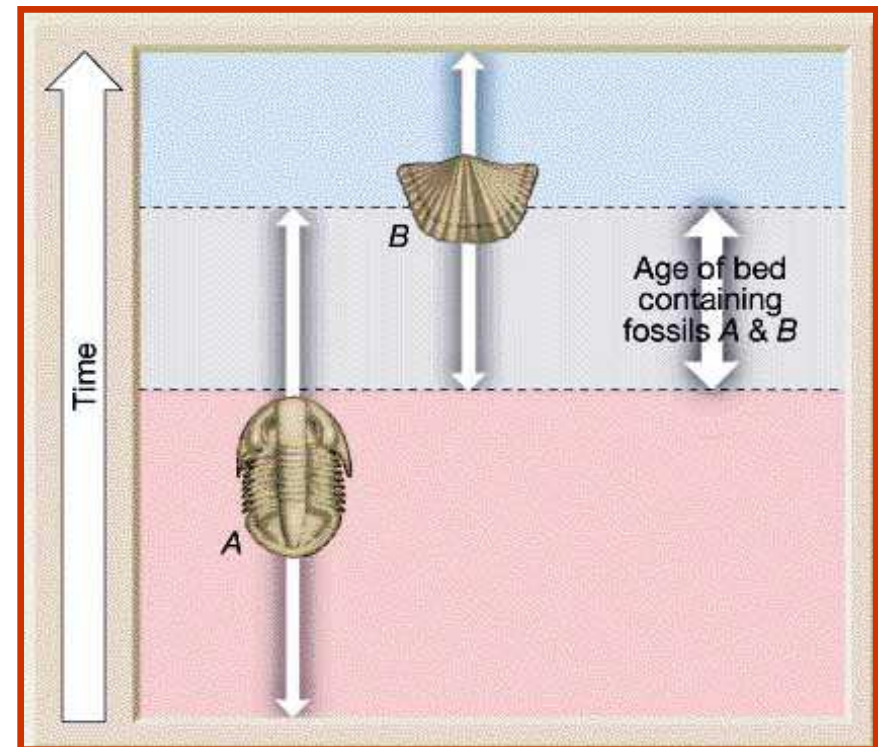
Unitats bioestratigràfiques

Les **unitats bioestratigràfiques** són cossos d'estrats que contenen fòssils característics: **fòssils guia** i/o **grups de fòssils**.

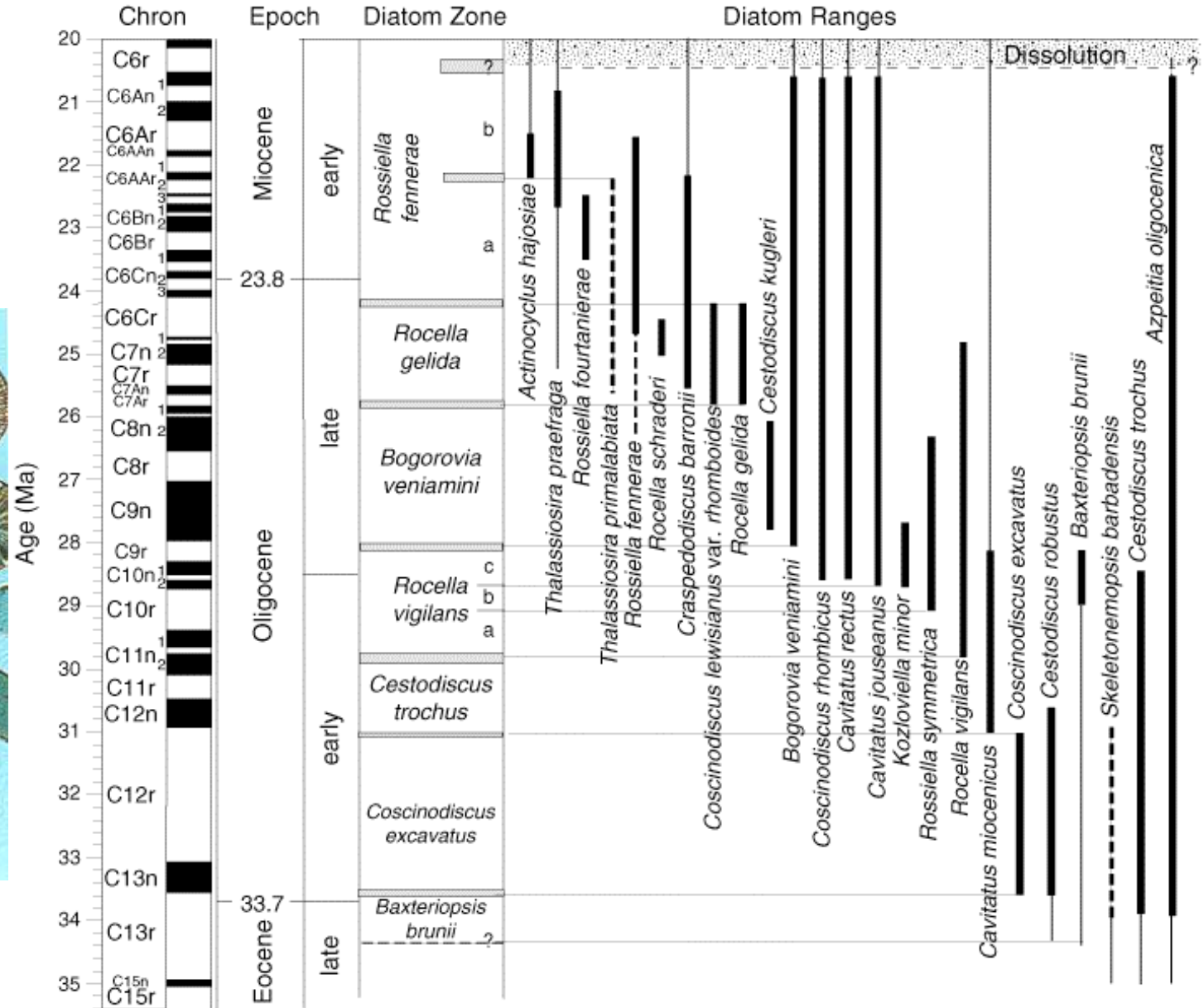
La unitat bioestratigràfica fonamental és la **biozona**.

Un fòssil guia és un fòssil:

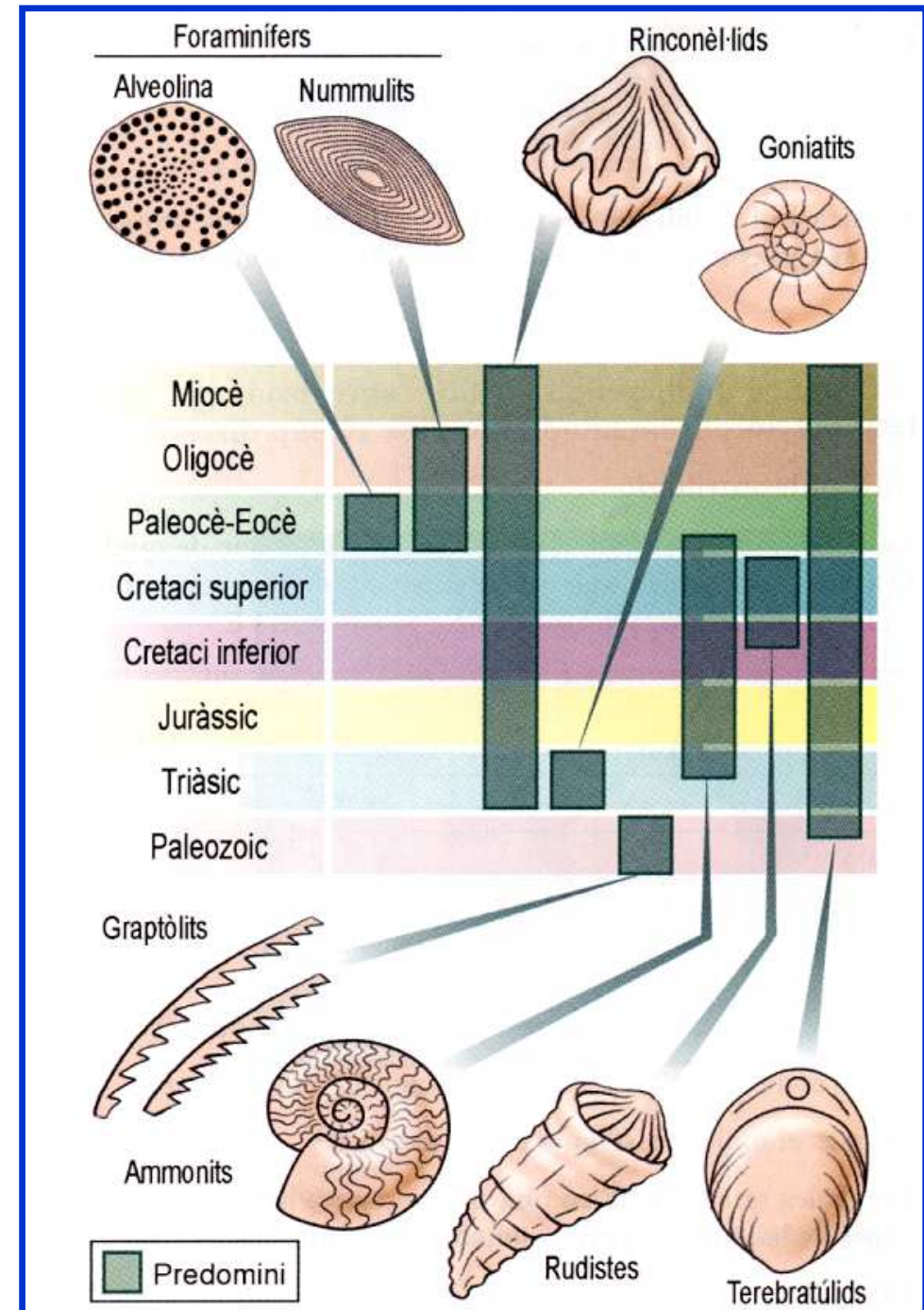
- ✓ **Fàcilment identificable.**
- ✓ **D'àmplia extensió geogràfica.**
- ✓ **Limitada extensió temporal.**



Les diatomees com a fòssils guia



- **Fòssils més freqüents a Catalunya** i la seva distribució temporal



Unitats cronoestratigràfiques

Les **unitats cronoestratigràfiques** són *unitats de roca dipositades durant un interval de temps específic*.

La unitat cronoestratigràfica bàsica és el **sistema**.

Les unitats cronoestratigràfiques (sistemes) es corresponen amb unitats de temps (períodes), que designen intervals específics del temps geològic.

Classification of Stratigraphic Units

UNITS DEFINED BY CONTENT		UNITS EXPRESSING OR RELATED TO GEOLOGIC TIME	
Lithostratigraphic Units	Biostratigraphic Units	Time-Stratigraphic Units	Time Units
Supergroup	Biozones	Eonothem ————— Eon	
Group		Erathem ————— Era	
Formation		System ————— Period	
Member		Series ————— Epoch	
Bed		Stage ————— Age	

Columnes estratigràfiques i interpretació del passat

La construcció d'una **columna estratigràfica**, els principis estratigràfics i les característiques (*fàcies*) de les unitats estratigràfiques que formen la columna, ens permeten reconstruir l'ambient sedimentari en què es va formar cada unitat i, per tant **reconstruir la història geològica d'una conca sedimentària**.

Fàcies

Es denomina **fàcies** al *conjunt de característiques litològiques i paleontològiques que queden reflectides en una roca sedimentària i que permeten reconèixer les condicions genètiques i la història de formació*. Podem deduir moltes dades de l'anàlisi de les fàcies.

La fàcies d'una unitat estratigràfica pot ser:

- a) **Litofàcies**: El tipus i les característiques litològiques d'una roca sedimentària informa sobre l'ambient de sedimentació.
- b) **Biofàcies**: la font informativa és biològica (fauna i flora). Ve definida pel conjunt de fòssils que la integren, especialment els *fòssils guia*.

Litofàcies

a) Tipus de roca:

- ✓ **Gresos**: medi continental àrid.
- ✓ **Evaporites** (sals): medi marí somer o lacustre. Clima àrid.
- ✓ **Calcàries**: medi marí en clima càlid.
- ✓ **Carbó**: medi continental. Clima humit temperat-fred perquè puguin acumular-se vegetals en pantans.
- ✓ **Til·lites**: clima fred i glacial.

Les principals estructures sedimentàries que podem trobar en un estrat són:

b) Estructures superficials:

- ✓ **Marques de corrent:** ambient continental, fluviotorrencial
- ✓ **Ripples o arrugues:** línia de costa.
- ✓ **Esquerdes de retracció:** clima continental àrid.
- ✓ **Motlles de cristalls:** clima continental àrid.

c) Estructures internes:

- ✓ **Estratificació massiva:** ambient continental, fluviotorrencial. Correspon a episodis de sedimentació ràpida (avingudes).
- ✓ **Laminació fina:** sedimentació lenta, característica d'ambients lacustres, aiguamolls, etc.
- ✓ **Laminació encreuada:** condicions de flux (aigua o vent) de velocitat moderada. També a l'interior de dunes (clima continental àrid).
- ✓ **Laminació gradada:** característica de *corrents de turbidesa* en el talús continental.
- ✓ **Absència de granoselecció:** característic d'avingudes (ambients fluviotorrencials).

Biofàcies

La presència de fòssils en un estrat dóna una enorme informació sobre l'ambient i les condicions climàtiques sota les que es va formar.

NO EXISTEIXEN fòssils en les roques metamòrfiques i magmàtiques, ja que les altes temperatures i pressions del procés de formació dels destrueixen.

A més de les restes d'organismes i els seus motlles cal destacar les emprentes de la seva activitat (com les icnites, de vertebrats), en superfície, i la bioturbació, interna.

- ✓ **Varietat de fòssils:** clima càlid i benigne.
- ✓ **Fauna monòtona:** clima fred.
- ✓ **Esculls de corall:** clima càlid, profunditat baixa (<30 m), aigües oxigenades i transparents.
- ✓ **Anells de creixement en els troncs d'arbres fossilitzats:** la seva presència indica clima amb estacions marcades, mentre que la seva absència indica clima equatorial, sense estacions.

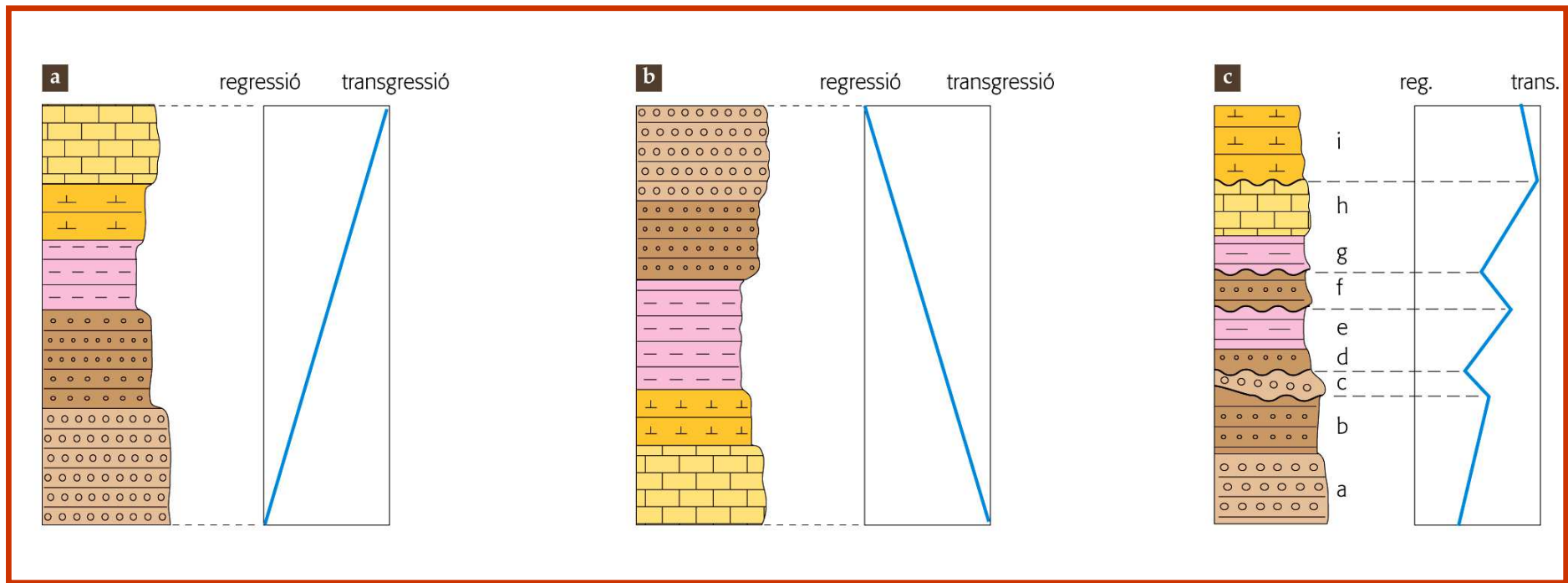
Alguns fòssils ens permeten identificar l'edat aproximada de l'estrat en què es troben, així com el medi (continental, aquàtic continental o marí) en què s'ha format: són els **fòssils guia**:

- ✓ **Trilòbits:** medi marí. Paleozoic (600-230 m. a.).
- ✓ **Ammonits, belemnits:** medi marí. Mesozoic (230-65 m. a.).
- ✓ **Ossos de dinosaure:** medi continental. Mesozoic (230-65 m. a.).
- ✓ **Nummulits:** medi marí. Cenozoic (Paleògen) (65-2 m. a.).
- ✓ **Homo, Equus:** medi continental. Quaternari (<2 m. a.).

Transgressió i regressió

Dos dels processos més importants que es poden reconstruir a partir d'una columna estratigràfica són la transgressió i la regressió marines:

- a) **Transgressió**: representa un ascens del nivell del mar cap al continent. Pot ser causada per un enfonsament tectònic o isostàtic del continent o un augment global del nivell oceànic. En la columna estratigràfica s'observa un pas progressiu de fàcies continentals a marines.
- b) **Regressió**: representa un descens del nivell del mar. Les causes i les manifestacions estratigràfiques són les oposades al cas de la transgressió.



(a) Columna estratigràfica ideal d'una transgressió marina on podem veure que passem de fàcies netament continentals a marines a mesura que ascendim en la columna (i en el temps). (b) Columna estratigràfica ideal d'una regressió on s'observa la situació contrària. (c) Representació d'una transgressió més real, on s'observa un pas gradual amb inversions temporals de la tendència (com les regressions de b a c o de e a f) Al costat de cada columna apareix una representació esquemàtica dels processos de transgressió-regressió que hi tenen lloc.