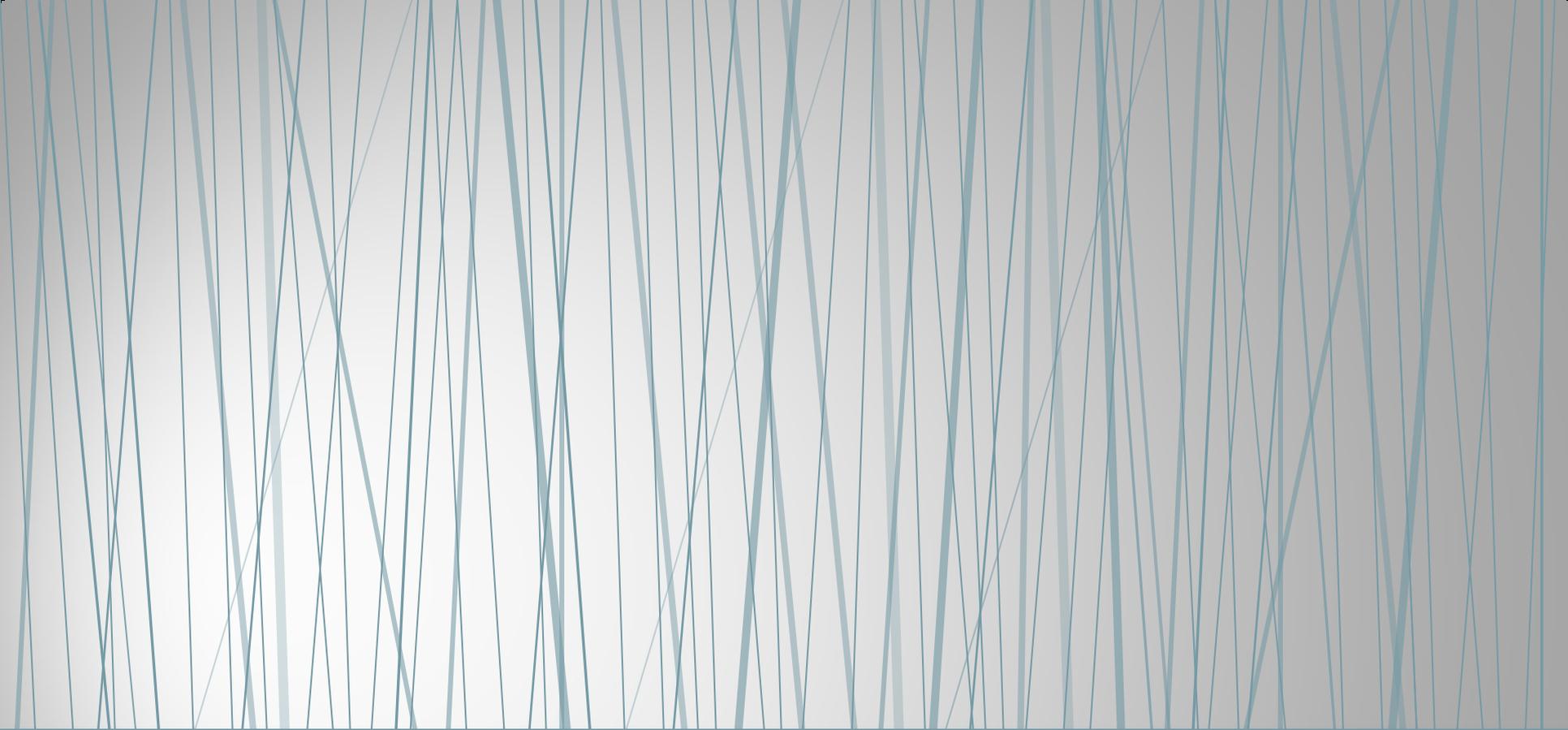


Géologie

Introduction aux sciences de la
terre

MILLET Jean-Jacques
Volume horaire : Cours 6 heures

TP 2*3 heures



Des mécanismes

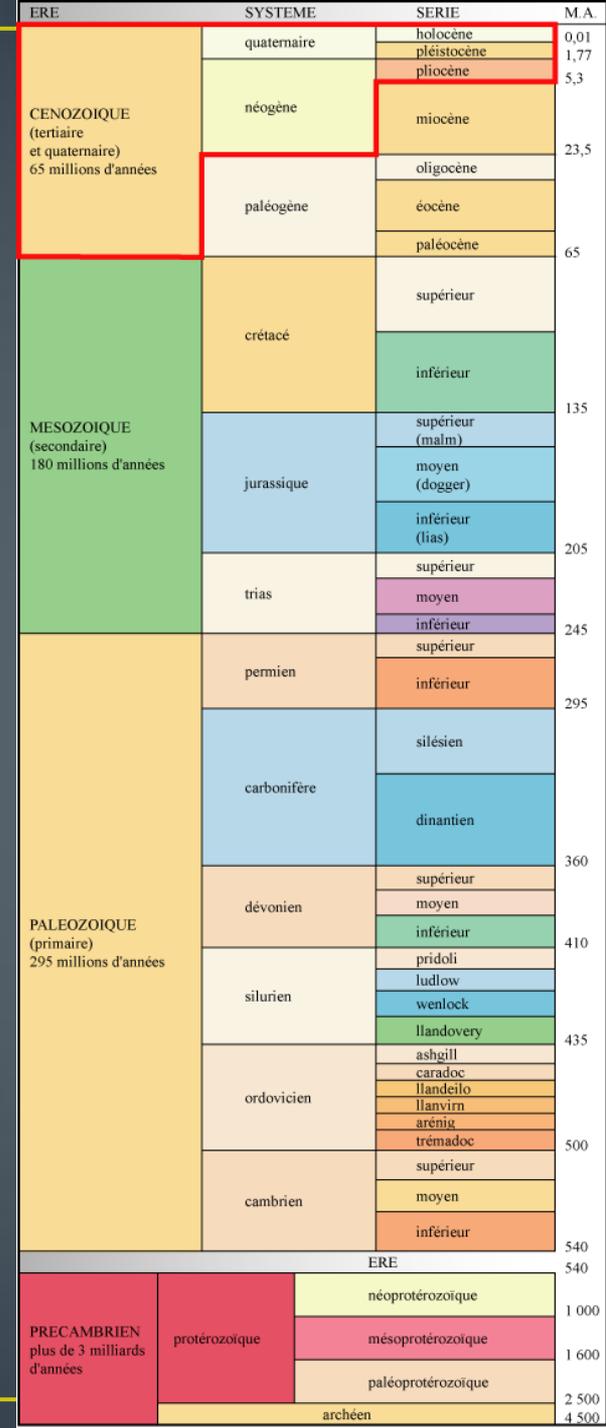
Des océans, des montagnes à la tectonique des plaques

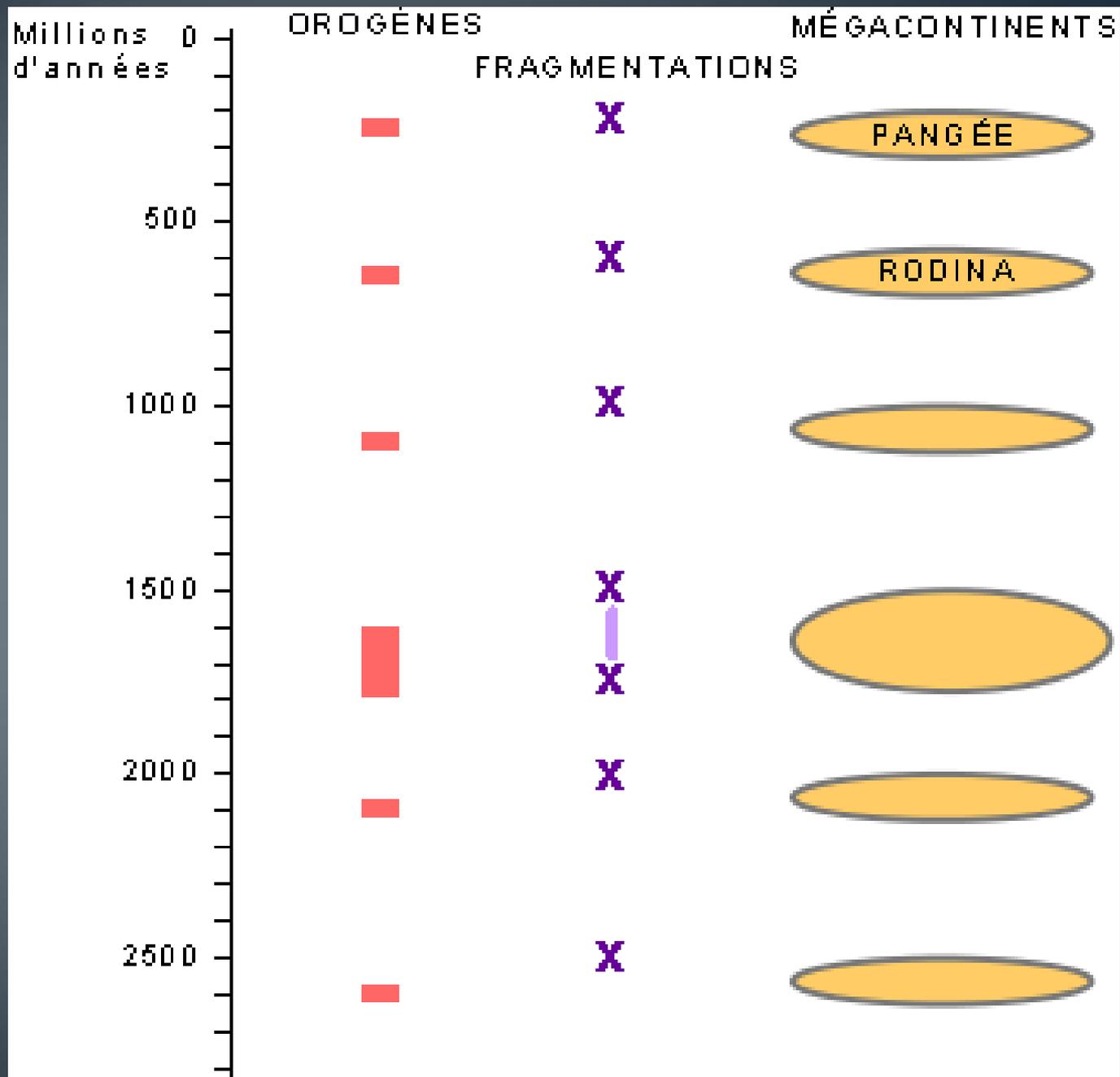
Questions:

- Les océans
 - Formation de la croûte océanique
 - Extension
 - Rifting
 - Tectonique des plaques
 - Magmatisme profond
 - Volcanisme de points chaud
- Les continents
 - Formation de la croûte continentale
 - Accrétion continental et orogénèse
 - Obduction, subduction
 - Tectonique des plaques

Échelle des temps géologiques

Et l'histoire de la terre
 Suivant le principe de l'uniformitarisme
 et des théories de l'évolution.





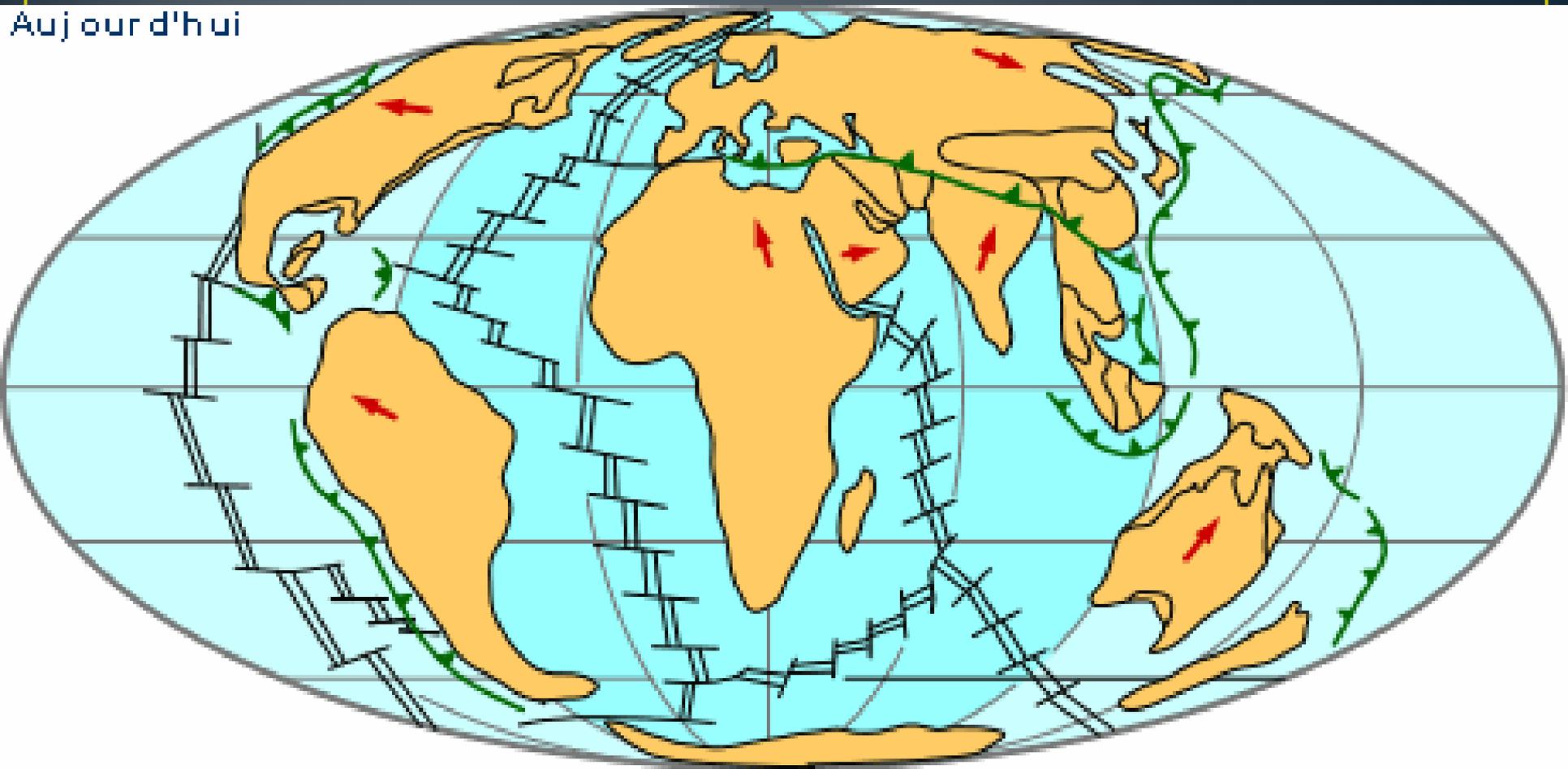
Il y a 600 Ma
(Fin Précambrien)



Il y a 250 Ma
(Fin Permien)



Aujourd'hui





LÉGENDE:

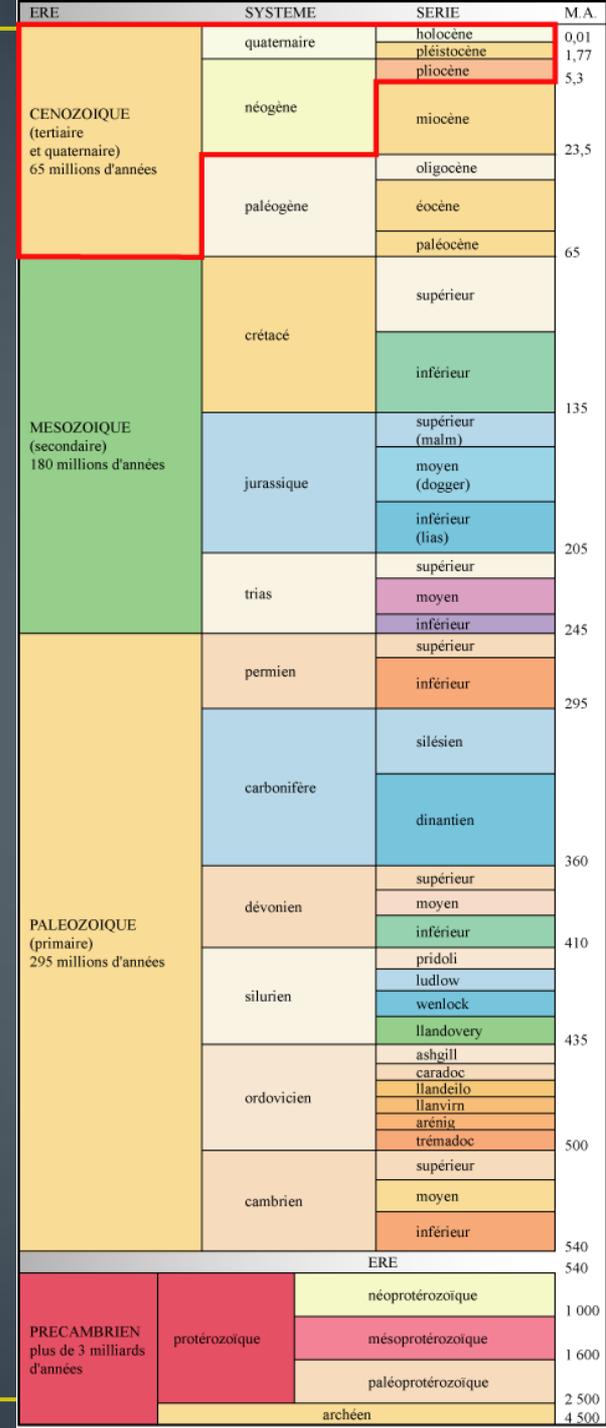
Vitesse relative et directions du mouvement des plaques (cm/année) selon "The Earth's Dynamic Systems" - W. Kenneth Hamblin (1989)
 Vitesse relative du mouvement des plaques (cm/année) selon "Une révolution dans les sciences de la Terre", A. Hallam (1976) Hékinian, Roger, Dossier Pour la Science octobre 1998)

Âge (MA) Craie (Km)
 0 à 50 0 à 5
 50 à 150 5 à 10
 150 à 250 10 à 20
 250 à 350 20 à 50
 > 350 > 50

MA = Million d'années
 P.S.: Cette carte a une précision relative

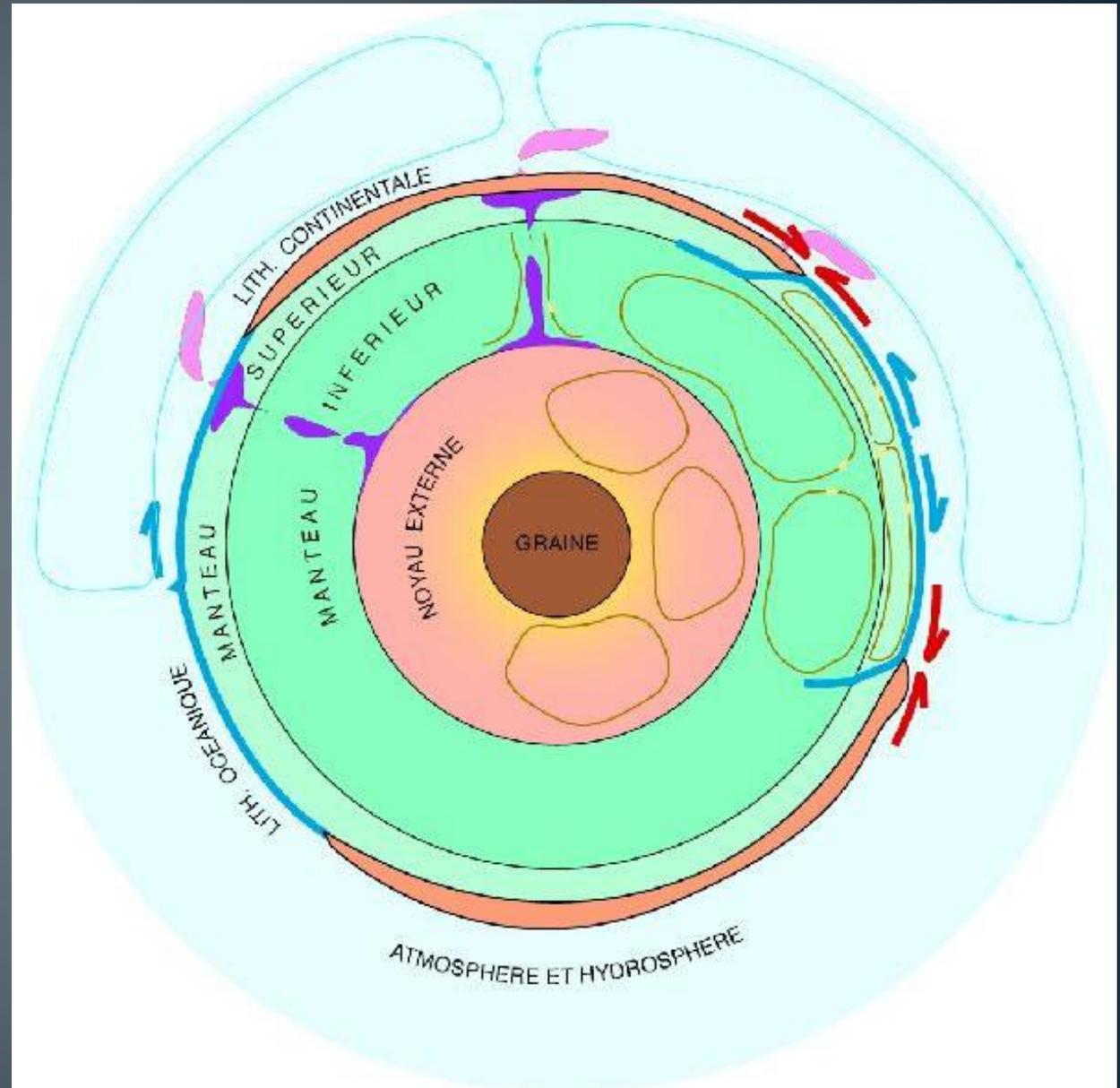
Échelle des temps géologiques

Et l'histoire de la terre
 Suivant le principe de l'uniformitarisme
 et des théories de l'évolution.



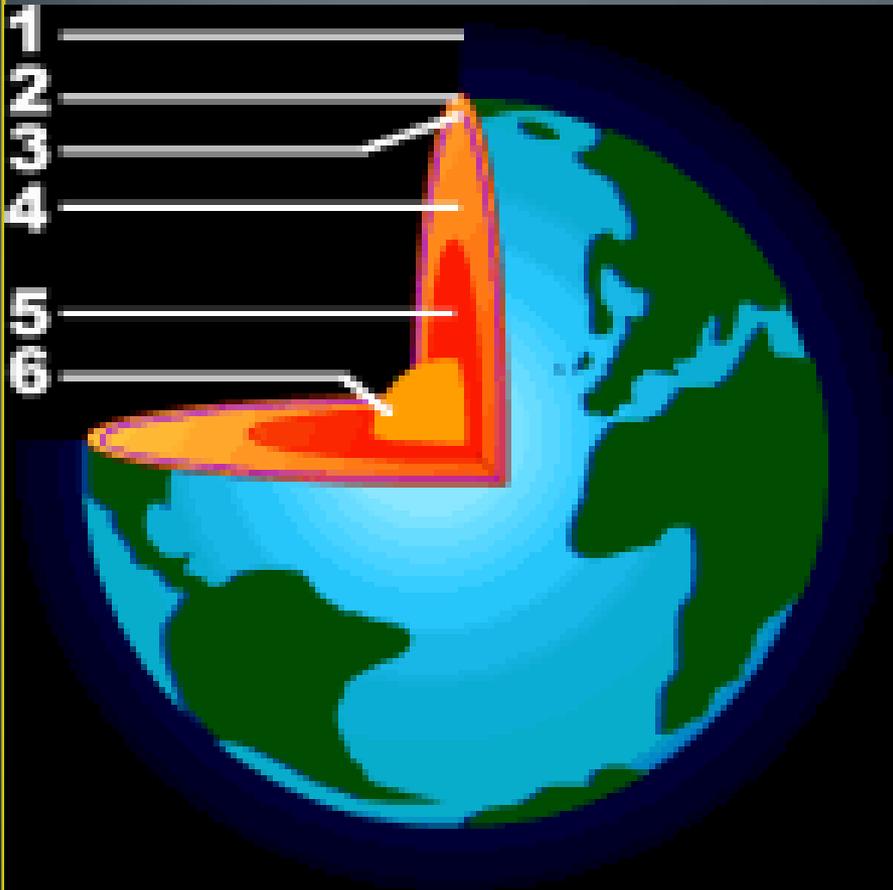
Tectoniques des plaques

- Expansion océanique
- Subduction, obduction, orogénèse
- Points chauds et volcanisme



Géologie?

Interactions des sphères?



Astre: TERRE

Voie lactée

Planète tellurique (rocheuse)

Géoïde aplatie aux deux pôles

Rayon polaire : 6357 km

Rayon équatorial : 6378 km

Surface : $510 \cdot 10^6 \text{ km}^2$

Volume : 10^{12} km^3

Surface des continents : $149 \cdot 10^6 \text{ km}^2$

Surface des océans : $361 \cdot 10^6 \text{ km}^2$

Densité moyenne : 5,52

Température moyenne : 15°C

Étude de la terre, à plusieurs échelles :

- Planétaire 10^6 m
- Lithosphérique 10^5 m
- Orogénique, nappe de charriage 10^3 m
- Plissements 10 m
- Schistosité 10^{-3}
- Minéraux 10^{-5}
- Réseau cristallin 10^{-9}

Science de l'observation, de terrain et de laboratoire

C'est un domaine de recherche appliquée :

- Chercher de nouveaux gisements de matières premières,
- Comprendre et prévenir les risques naturels,
- Dépolluer les sols, gérer les déchets,
- Cartographier les sous-sols et les phénomènes qui les affectent...

II Les roches

A Pétrographie : chimie et
minéralogie

MILLET Jean-Jacques

Volume horaire : Cours 6 heures

TP 2*3 heures

Les roches

CLASSIFICATION DES ROCHES

Principes de la classification

origine, lieu et mécanisme de formation, composition chimique et minéralogique
origine interne (croûte, manteau), origine externe (+ organismes)

Grands groupes

- * Roches magmatiques (Endogènes)
- * Roches sédimentaire (Exogène)

roche, sol, sous-sol, lithosphère, croûte, écorce...

Composition chimique:

élément	masse (%)	atome (%)	rayon (Å°)	volume (%)
O	46.60	62.55	1.40	93.77
Si	27.72	21.22	0.42	0.86
Al	8.13	6.47	0.51	0.47
Fe	5.00	1.92	0.74	0.43
Mg	2.09	1.84	0.66	0.29
Ca	3.63	1.94	0.99	1.03
Na	2.83	2.64	0.97	1.32
K	2.59	1.42	1.33	1.83

Tableau I: éléments chimiques les plus communs dans l'écorce terrestre (d'après MASON, 1966).

(*) : M. surtout dans roches Magmatiques, S. surtout dans roches sédimentaires, *Tableau II. principaux minéraux des roches.*

Minéraux: silice, aluminosilicates, carbonates, sulfates, oxydes...

(*)	GROUPE	minéral	Formule chimique
M	AMPHIBOLES	hornblende	Na Ca ₂ (Mg,Fe) ₄ (Al,Fe) (Si,Al) ₈ O ₂₂ (OH,F)
M	PYROXENES	augite	(Ca,Mg,Fe,Al) ₂ (Al,Si) ₂ O ₆
M	PERIDOTS	olivine	(Mg,Fe) ₂ SiO ₄
M	FELDSPATHS potassiques plagioclases	orthose albite, anorthite	K Al Si ₃ O ₈ Ca Al ₂ Si ₂ O ₈
M	FELDSPATHOIDES	leucite néphéline	K Al Si ₂ O ₆ Na Al Si O ₄
M, S	QUARTZ	quartz	SiO ₂
M, S	MICAS	muscovite biotite chlorite	K Al ₂ (Al Si ₃) O ₁₀ (OH,Fe) ₂ K (Mg,Fe) ₃ (Al Si ₃) O ₁₀ (OH,Fe) ₂ (Mg,Fe) ₁₀ Al ₂ (Si,Al) ₈ O ₂₀ (OH,F) ₁₆
S	MINERAUX ARGILEUX	illite kaolinite smectites	Al ₄ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₈ Six Aly O ₁₀ Al ₂ (OH) ₂
S	CARBONATES	calcite dolomite	Ca CO ₃ (Ca,Mg) CO ₃
S	SULFATES	gypse	Ca SO ₄ , 2 H ₂ O
S	PHOSPHATES	apatite	Ca ₅ (F,Cl) (PO ₄) ₃
S	OXYDES	hématite	Fe ₂ O ₃

Amphiboles

Les **amphiboles** sont une famille de minéraux, silicates de fer, de calcium ou de magnésium. Elles cristallisent dans les systèmes orthorhombique et monoclinique en prismes très allongés, avec un clivage typique selon les faces du prisme. Elles appartiennent au groupe des inosilicates.

Vert sombre à bronze

Eclat vitreux

Dureté 6



Pyroxènes

Les **pyroxènes** (du grec πυρ, feu, et ξενος, étranger, « étranger au feu »^[1]) sont une famille de minéraux du groupe des inosilicates. Ce sont des composants courants des roches ignées et métamorphiques. Ils sont apparentés aux amphiboles, dont ils se distinguent notamment par leur caractère anhydre (absence de groupes OH) et leur angle de directions de clivage.

Vert Jaune

Eclat vitreux

Dureté 6



Feldspaths

Un **feldspath** est un minéral à base de silicate double d'aluminium, de potassium, de sodium ou de calcium. Les feldspaths sont de la famille des tectosilicates. On peut distinguer les feldspaths alcalins, souvent translucides, blanchâtres ou roses et riches en alcalins (Na^+ , K^+), des plagioclases qui diffèrent des précédents par la présence de calcium (Ca^{2+}), et l'absence de potassium (K^+). Le mélange de ces deux derniers donne la série des plagioclases. Blanc à rose ou bleu
Eclat vitreux
Dureté 5,5



Quartz

Le **quartz** est une espèce minérale du groupe des silicates, sous-groupe des tectosilicates composé de dioxyde de silicium de formule SiO_2 (silice), avec des traces de Al;Li;B;Fe;Mg;Ca;Ti ;Rb;Na;OH.

Translucide à blanc,
Jaune, Noir, rose,
violet

Eclat Gras

Dureté 7



Il se présente soit sous la forme de grands cristaux incolores, colorés ou fumés, soit sous la forme de cristaux microscopiques d'aspect translucide.

Micas

Le mica est le nom d'une famille de minéraux, du groupe des silicates sous-groupe des phyllosilicates formé principalement de silicate d'aluminium et de potassium. Avec le quartz et le feldspath, il est l'un des constituants du granite.

De Brun à Blanc

Eclat nacré

Dureté 3



Carbonates

La **calcite** est un minéral chimique ou biochimique (biominéralisation) composé de carbonate naturel de calcium de formule CaCO_3 , avec des traces : Mn;Fe;Zn;Co;Ba;Sr;Pb;Mg;Cu;Al;Ni;V;Cr;Mo. l'abondance des cations autres que le calcium explique la richesse des variétés décrites pour ce minéral. Polymorphe de l'aragonite et de la vaterite, isostructurale avec la nitratine, et l'otavite, la calcite forme une série avec la rhodochrosite. Elle peut être présente dans les météorites.



Sulfates

La **pyrite** est une espèce minérale composée de sulfure de fer, de formule FeS_2 , pouvant contenir des traces de Ni, Co, As, Cu, Zn, Ag, Au, Tl, Se, V. Elle forme une série avec la cattiérite CoS_2 .



Oxydes

L'**hématite**, est une espèce minérale composée d'oxyde de fer(III) de formule Fe_2O_3 avec des traces de titane Ti, d'aluminium Al, de manganèse Mn et d'eau H_2O . C'est le polymorphe α de Fe_2O_3 , le polymorphe γ étant la maghémite.

C'est un minéral très courant, de couleur noire à gris argenté, brun à rouge, ou rouge, avec de nombreuses formes cristallines. Les cristaux peuvent atteindre $13 \text{ cm}^{[3]}$. On le trouve notamment - sous forme de fines particules - dans le déchet métallurgique de l'industrie aluminère (boue rouge).



Dureté	Minéral	Composition chimique
1	Talc, friable sous l'ongle	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$
2	Gypse, rayable avec l'ongle	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
3	Calcite, rayable avec une pièce en cuivre	$CaCO_3$
4	Fluorite, rayable (légèrement) avec un couteau	CaF_2
5	Apatite, rayable au couteau	$Ca_5(PO_4)_3(OH, Cl, F)$
6	Orthose, rayable à la lime, par le sable	$KAlSi_3O_8$
7	Quartz, raye une vitre	SiO_2
8	Topaze, rayable par le carbure de tungstène	$Al_2SiO_4(OH, F)_2$
9	Corindon, rayable au carbure de silicium	Al_2O_3
10	Diamant, rayable avec un autre diamant	C

Dureté	Minéral	Résultats des tests	Références
1	Talc	friable sous l'ongle	ongle 2,5 cuivre 3,5
2	Gypse	rayable avec l'ongle	
3	Calcite	rayable avec une pièce en cuivre	
4	Fluorine	rayable au couteau	fer 5,5
5	Apatite	rayable (légèrement) avec un couteau	verre 6,5 acier 7
6	Orthose	rayable à la lime, par le sable	
7	Quartz	raye une vitre	
8	Topaze	rayable par le carbure de tungstène	
9	Corindon	rayable au carbure de silicium	
10	Diamant	rayable avec un autre diamant	

Échelle de Mohs