

La géologie,
une science historique



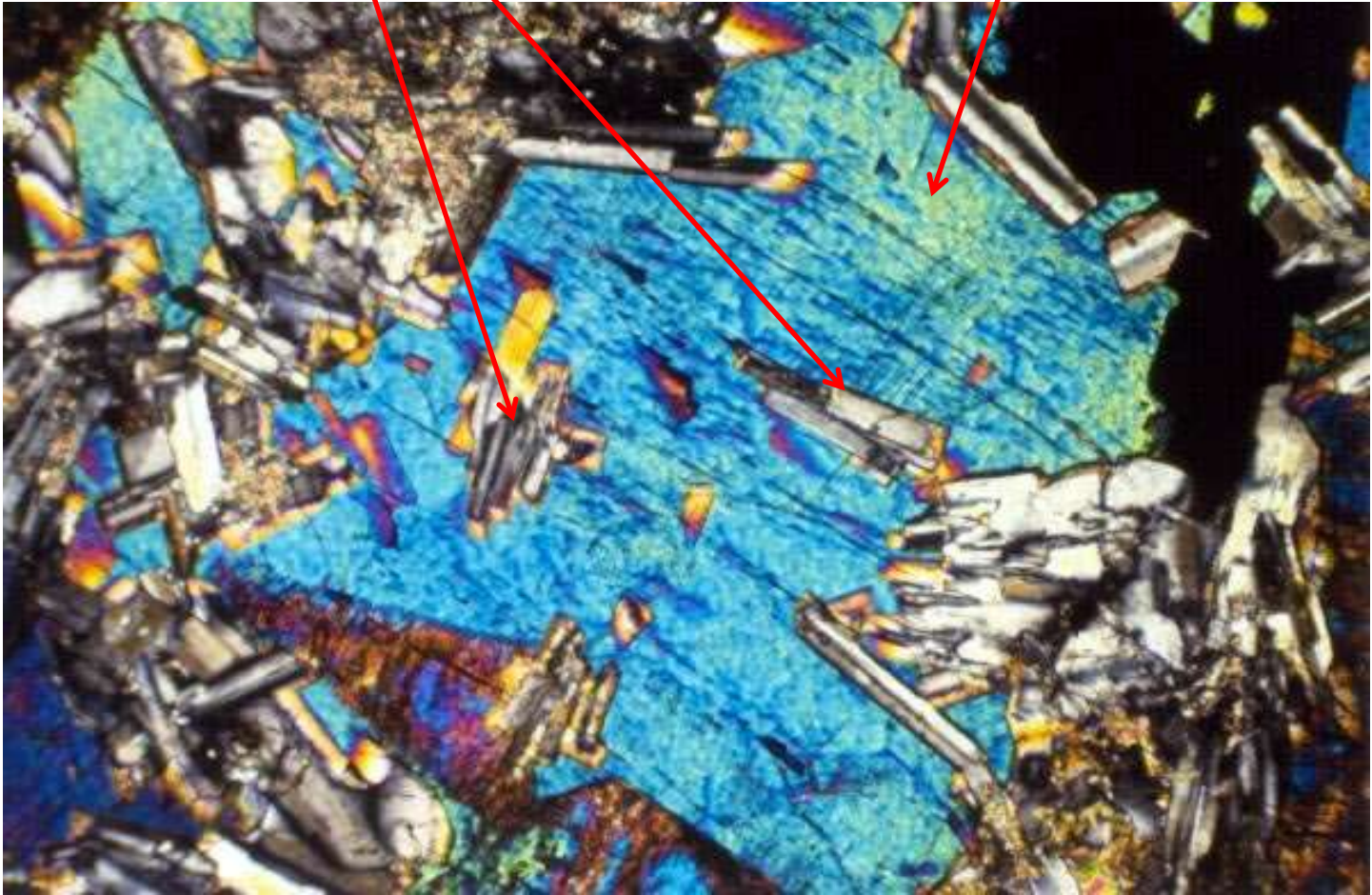
Eglise de San Juan de Parícutin (XVIIIe), Mexique



Granite de Ploumanach'
et enclaves sédimentaires (cornéennes)

plagioclases

pyroxène



Lame mince de dolérites de Douarnenez (LPA)



Paysage d'Islande :
route sur une coulée datée du XVe siècle.



Route de Las Vegas à la Vallée de la Mort



Route de Las Vegas à la Vallée de la Mort
(vue plus large que la photo précédente)



Roches métamorphiques plissées et foliées,
et filon de granite, plus clair.



Echantillon de granite de Flamanville (Manche).
Enclave sombre de sédiments métamorphisés
(cornéenne) et filons clairs de granite.

Un exemple d'application du principe de recoupement



http://nte-serveur.univ-lyon1.fr/geosciences/chronologie/exercices/exo_mars/Mars.htm

Image prise en orbite autour de Mars.

Elle représente une partie des flancs du volcan bouclier Tharsis. Sa plus grande longueur est de 300 km. On distingue des cratères d'impact de météorites et des traces allongées qui sont des cassures formées probablement lors du gonflement du volcan.

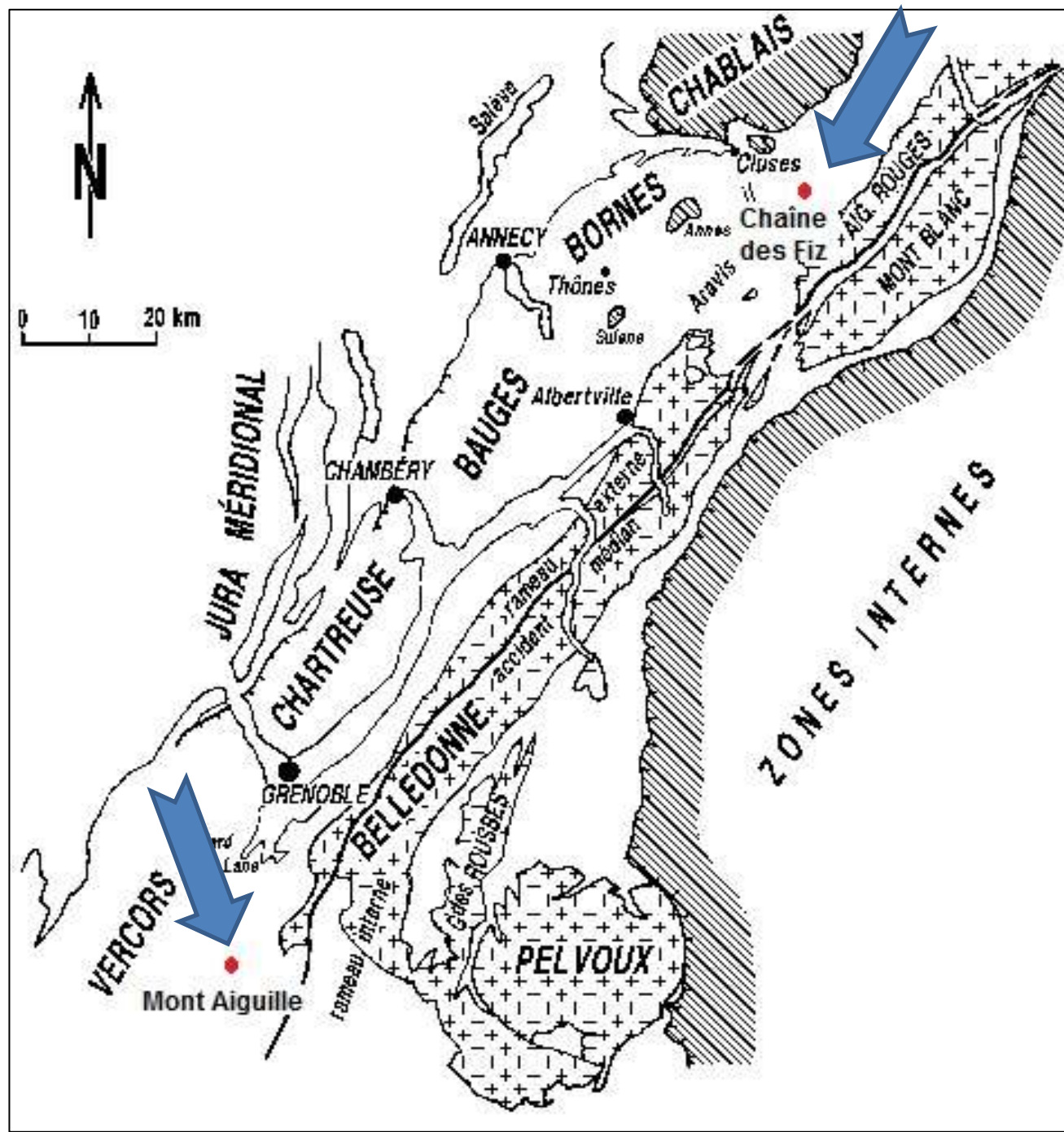
Calcaire Urgonien



**Rochers des Fiz (Haute-Savoie) à gauche
et Mont Aiguille (Vercors, Isère) à droite**

**Carte
simplifiée
des massifs
subalpins et
localisation
des reliefs
pris en
photo.**

http://www.geol-alp.com/0_geol_gene/glossaire.html





Répartition des calcaires Urgoniens dans les Alpes du Nord

Séries sédimentaires des massifs subalpins : Observation en Chartreuse



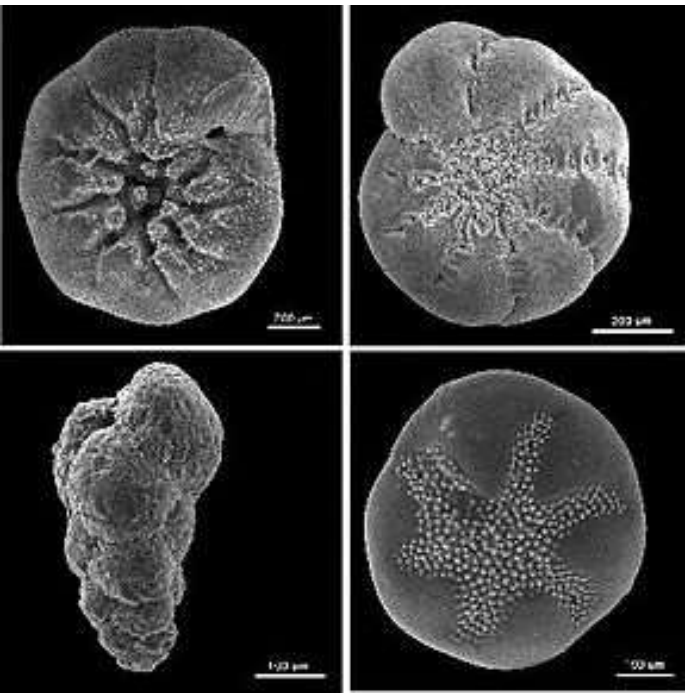


Graptolites : *Amplexograptus*,
Ordovicien, Amérique du nord.



Trilobites : Arthropodes marins ayant
vécu du Cambrien au Permien.

Quelques fossiles stratigraphiques



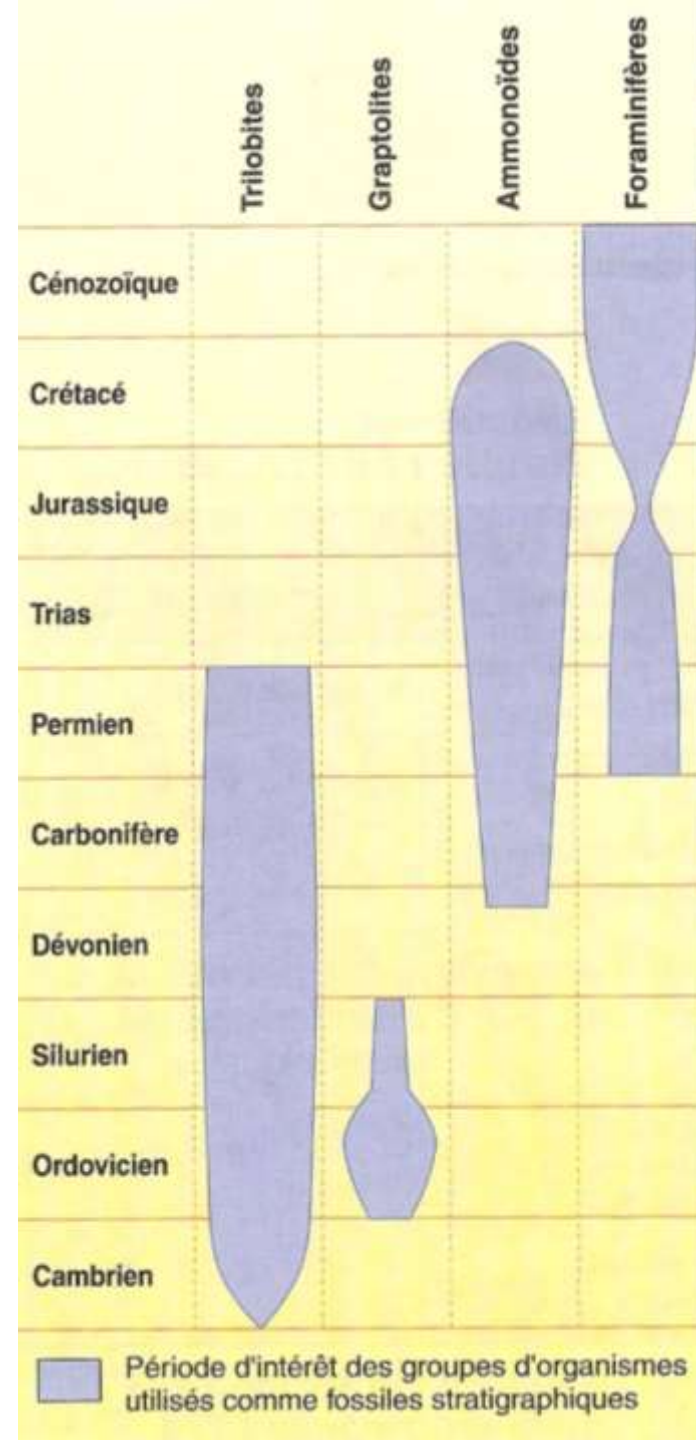
Foraminifères benthiques.

Les Foraminifères sont des Protozoaires
apparus Cambrien inférieur.

Répartition dans le temps de quelques fossiles stratigraphiques



Ammonite
(Dévonien sup. – fin Mésozoïque)



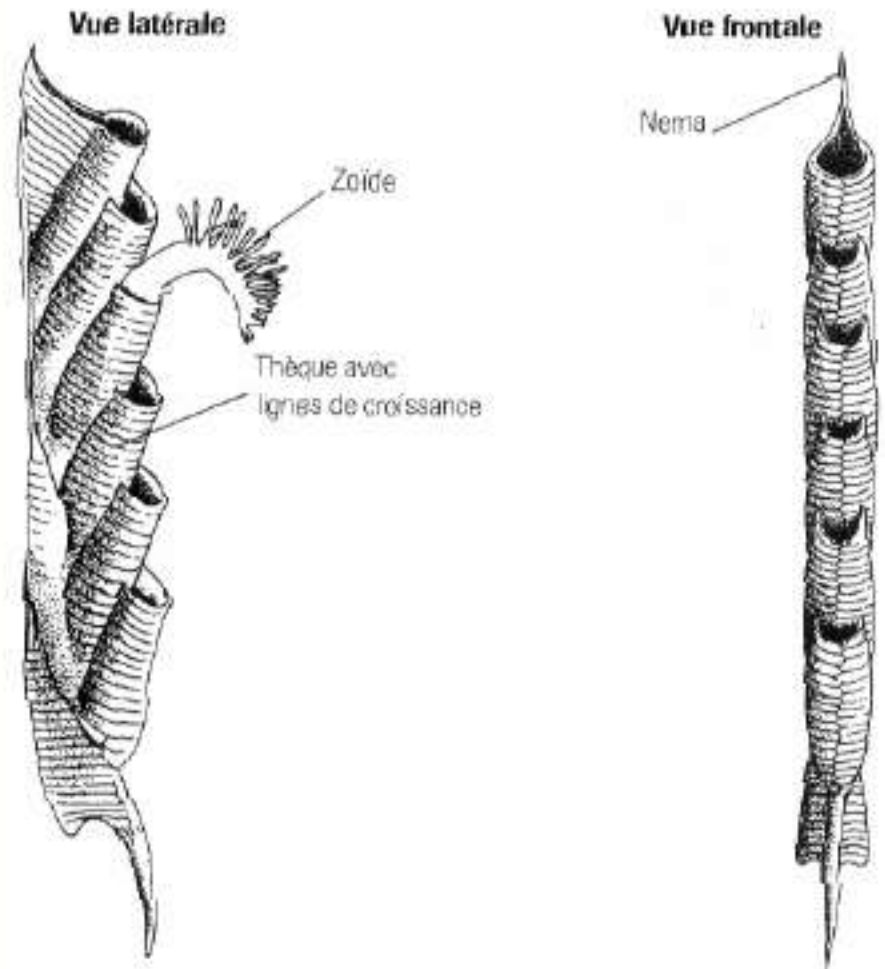
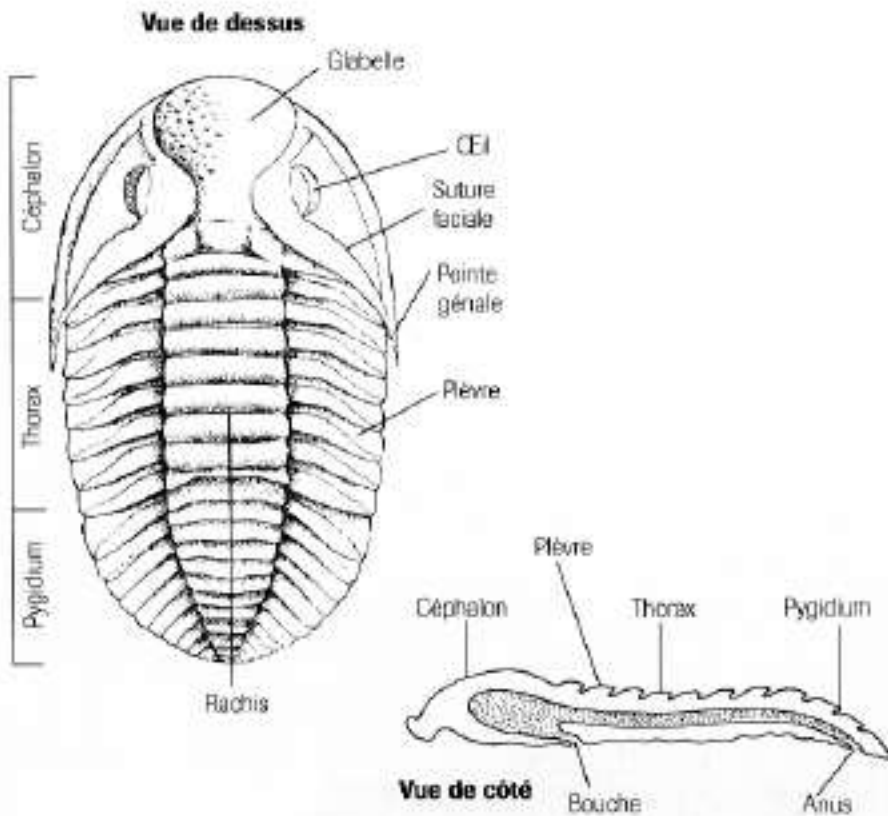
Ere Primaire

Trilobites

Arthropodes marins

Graptolithes

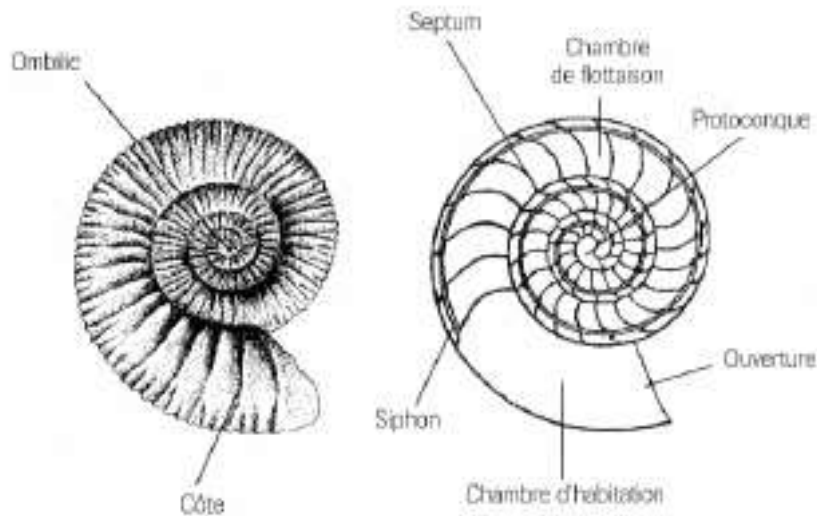
Prochordés coloniaux



Ere Secondaire

Ammonites

Mollusques Céphalopodes



Types de lignes de suture



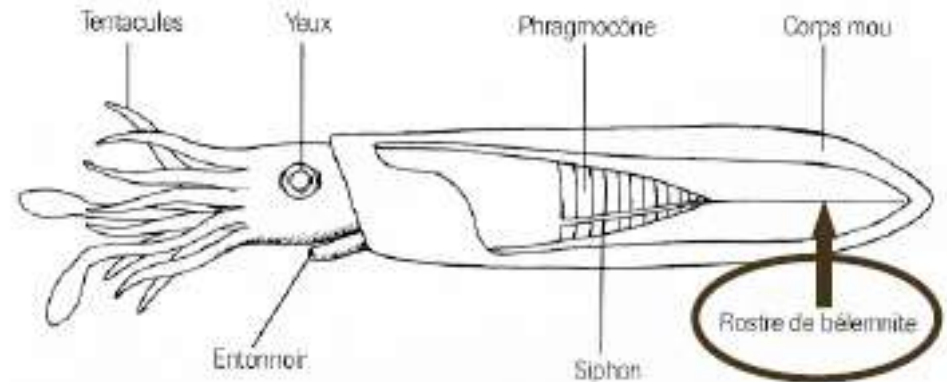
Goniatite



Ammonite

Rostres de Belemnites

Mollusques Céphalopodes

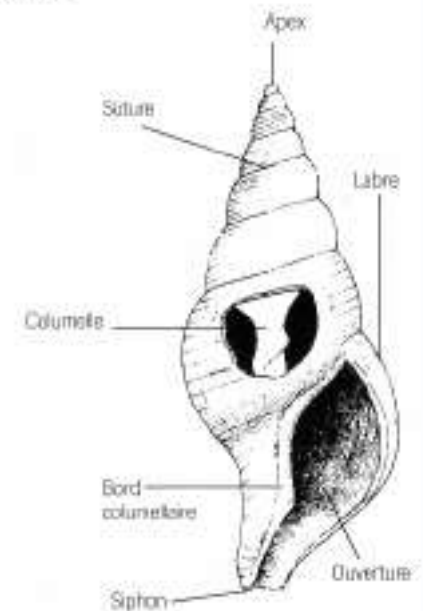
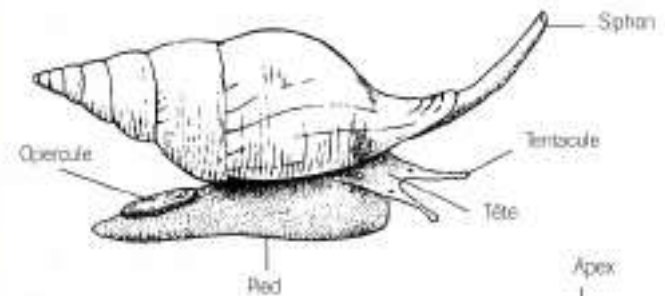


Ere Tertiaire

Nummulites Foraminifères



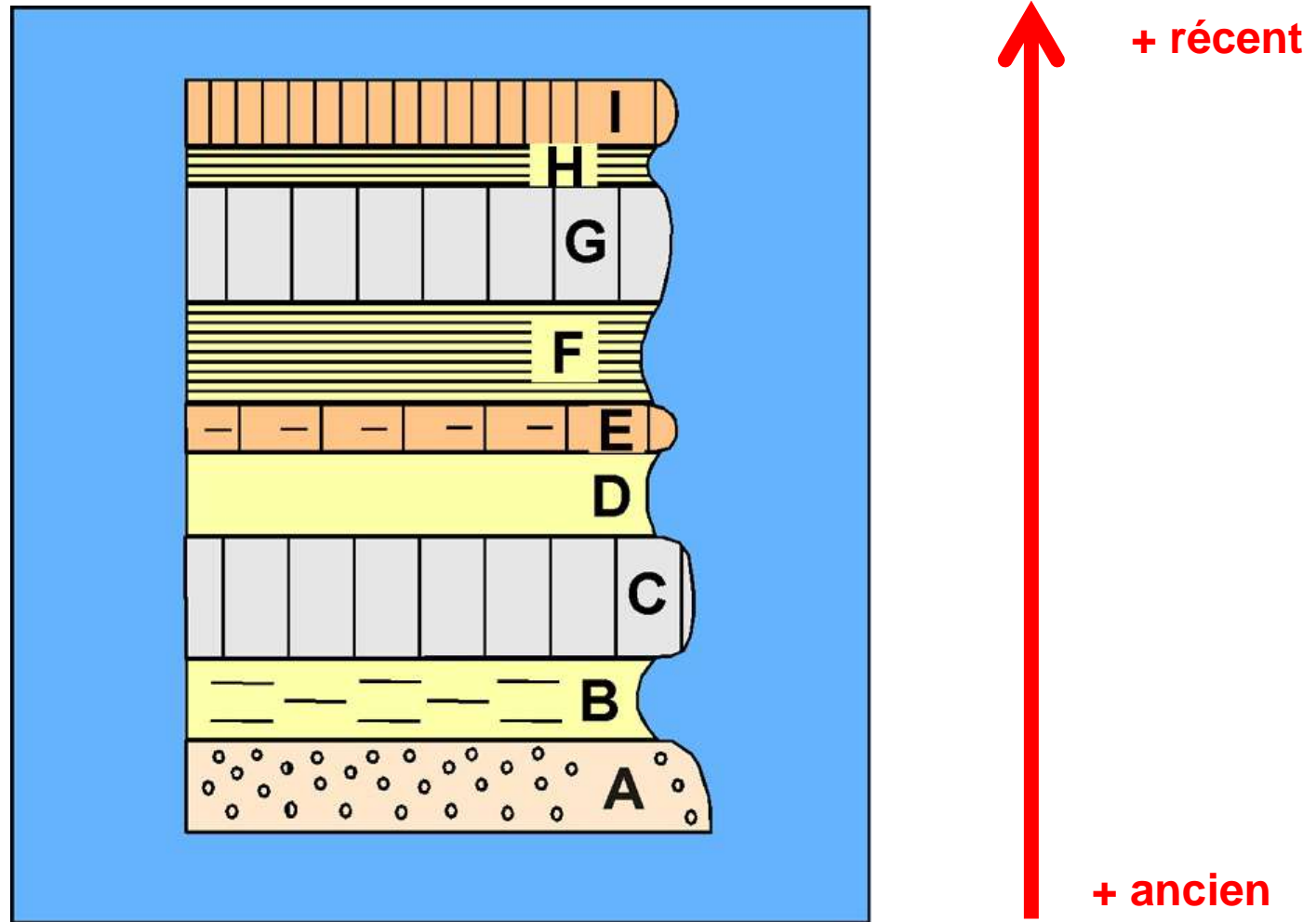
Turritelle Mollusque Gastéropode



Divisions stratigraphiques des temps géologiques

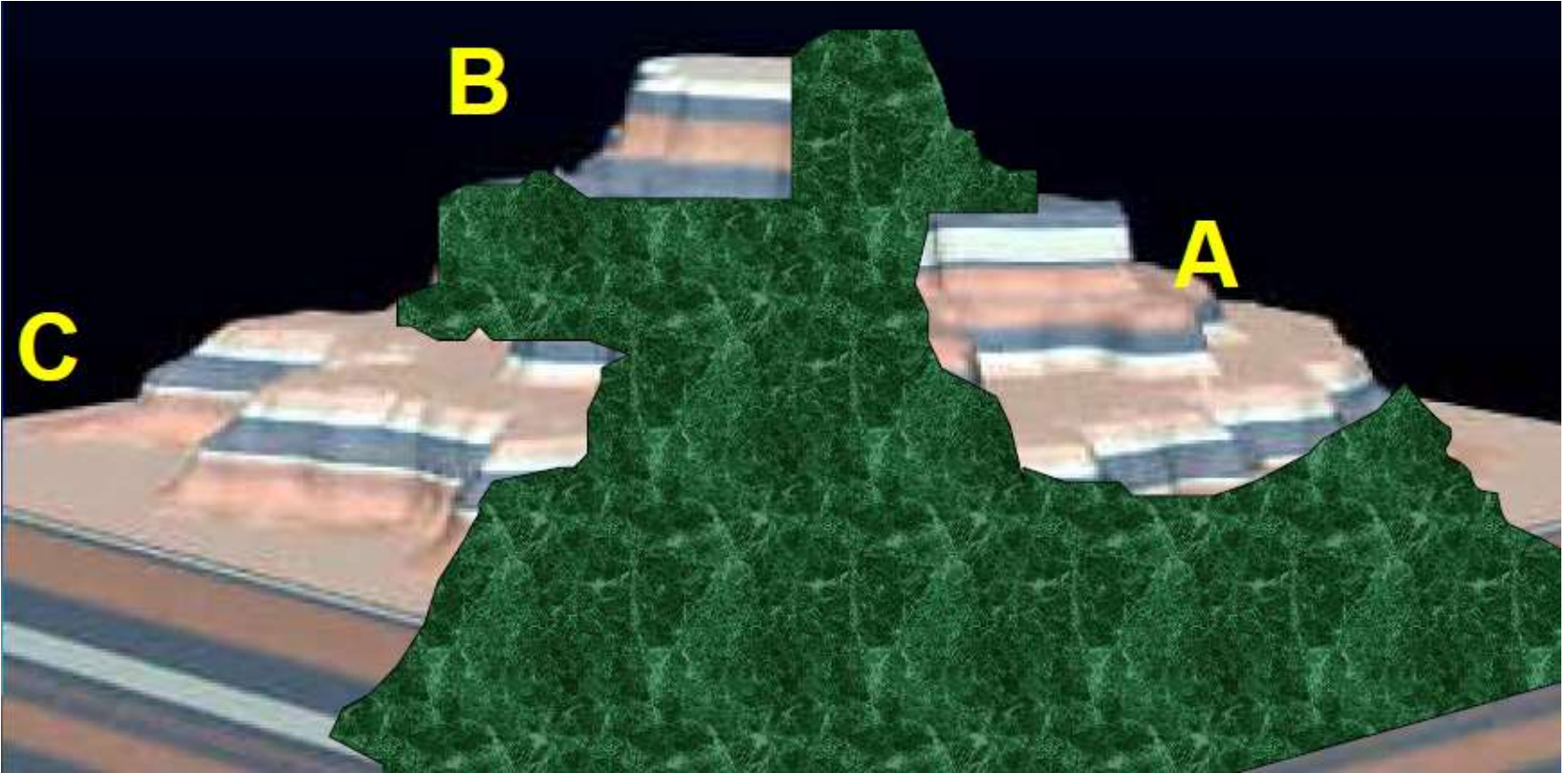
Age (Ma)	ERE	Système
	QUATERNAIRE	
2	CENOZOIQUE ou TERTIAIRE	Néogène
25		Paléogène
65		
144	MESOZOIQUE ou SECONDAIRE	Crétacé
205		Jurassique
245		Trias
290	PALEOZOIQUE ou PRIMAIRE	Permien
360		Carbonifère
400		Dévonien
425		Silurien
495		Ordovicien
530		Cambrien
2500	PRECAMBRIEN	Protérozoïque
3800		Archéen

Principe de superposition



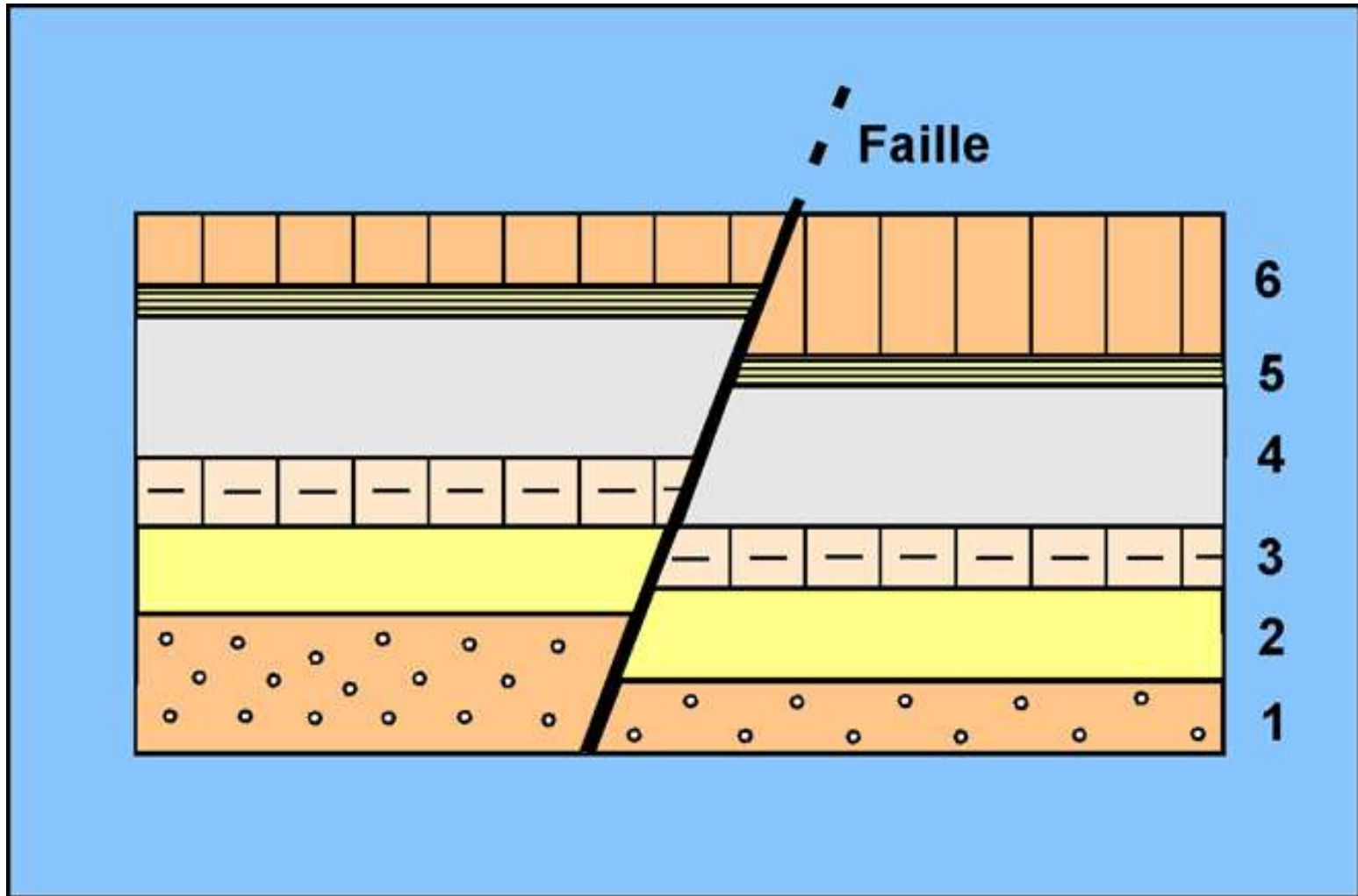
Respecté si la série sédimentaire n'a pas été renversée tectoniquement

Principe de continuité



Les strates s'étendent sur une surface importante : on peut reconstituer une série par corrélations à partir des observations faites sur plusieurs affleurements (ici 3 : A, B et C).

Principe de recoupement



Un exemple d'application du principe de recoupement



http://nte-serveur.univ-lyon1.fr/geosciences/chronologie/exercices/exo_mars/Mars.htm

Image prise en orbite autour de Mars.

Elle représente une partie des flancs du volcan bouclier Tharsis. Sa plus grande longueur est de 300 km. On distingue des cratères d'impact de météorites et des traces allongées qui sont des cassures formées probablement lors du gonflement du volcan.

Quels principes appliquer ?
Quelle chronologie des évènements ?



Exercice 1

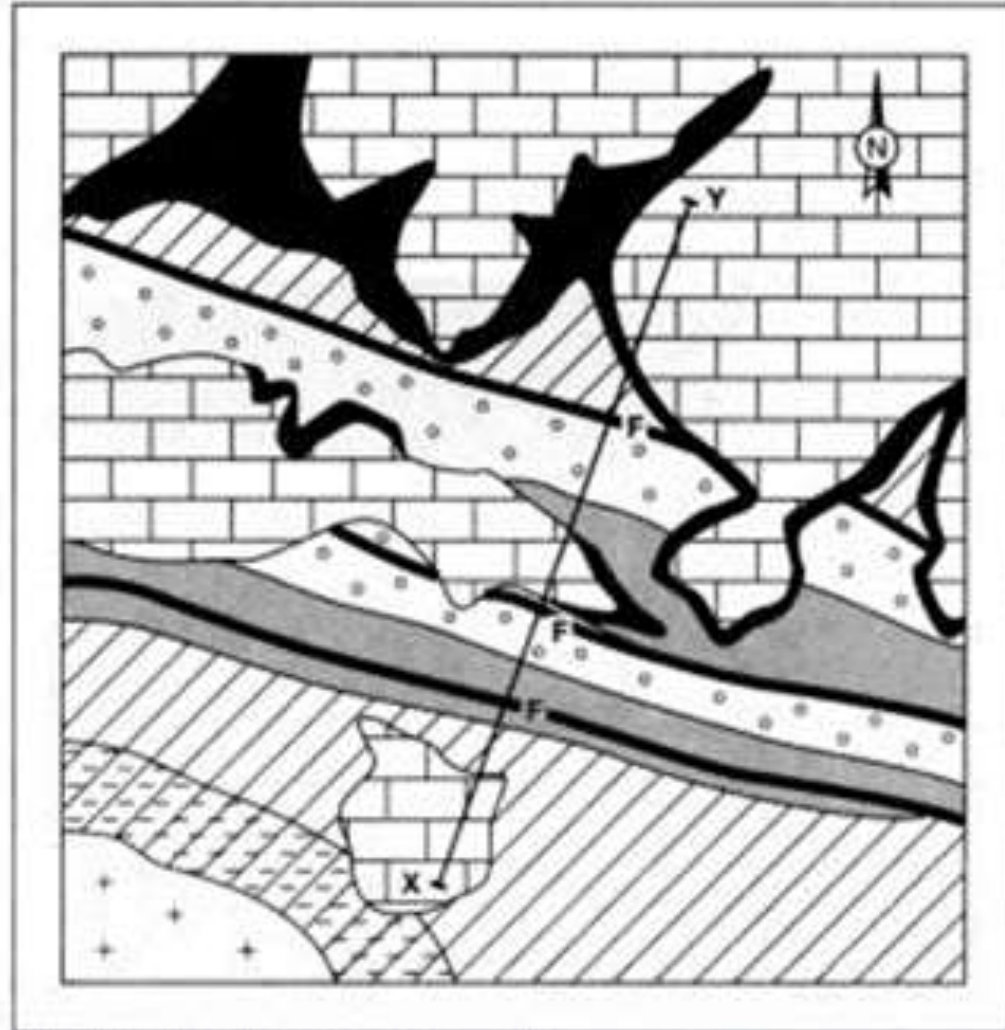


Ammonites récoltées dans les strates A	Ammonites récoltées dans les strates B
Peroniceras moureti Placenticeras polyopsis	Perisphinctes plicatilis Gregoryceras transversarium Cardioceras cordatum Perisphinctes bifurcatus

Ammonites récoltées dans les strates A et B de l'affleurement.

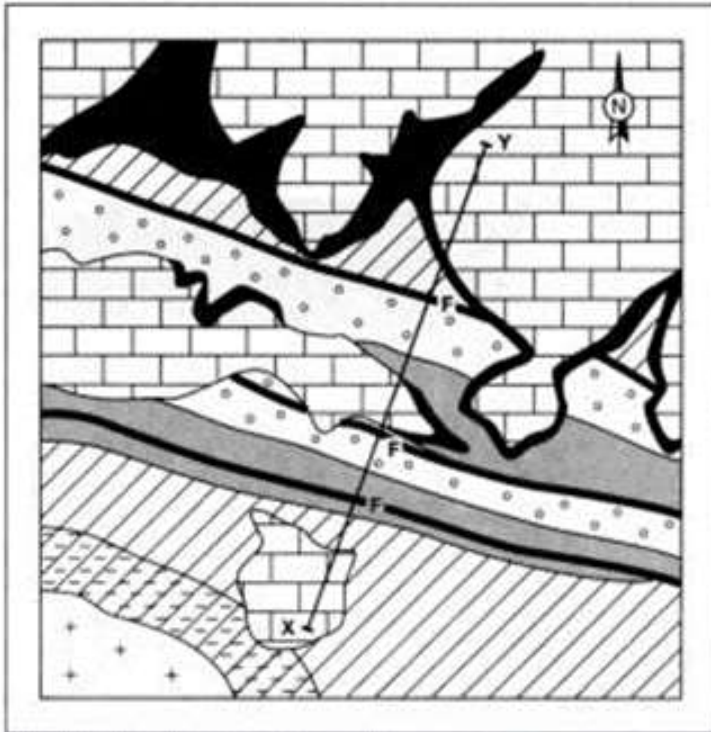
Exercice 2

a. Carte géologique

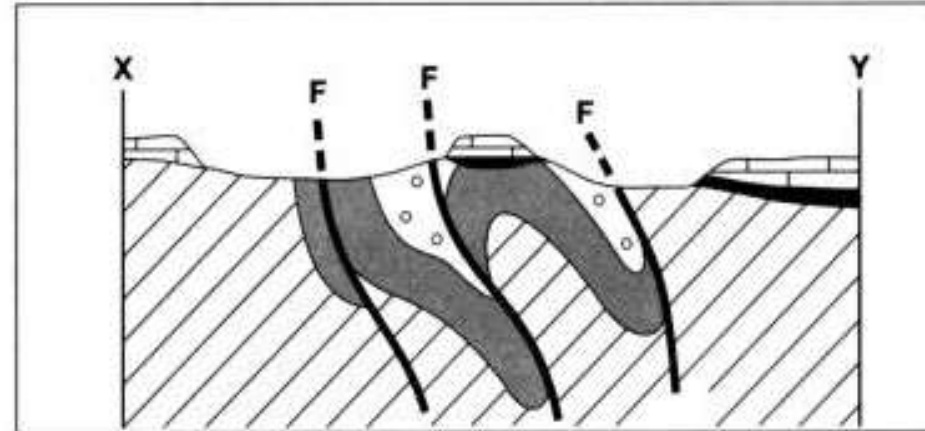







Exercice 2

a. Carte géologique



b. Coupe géologique

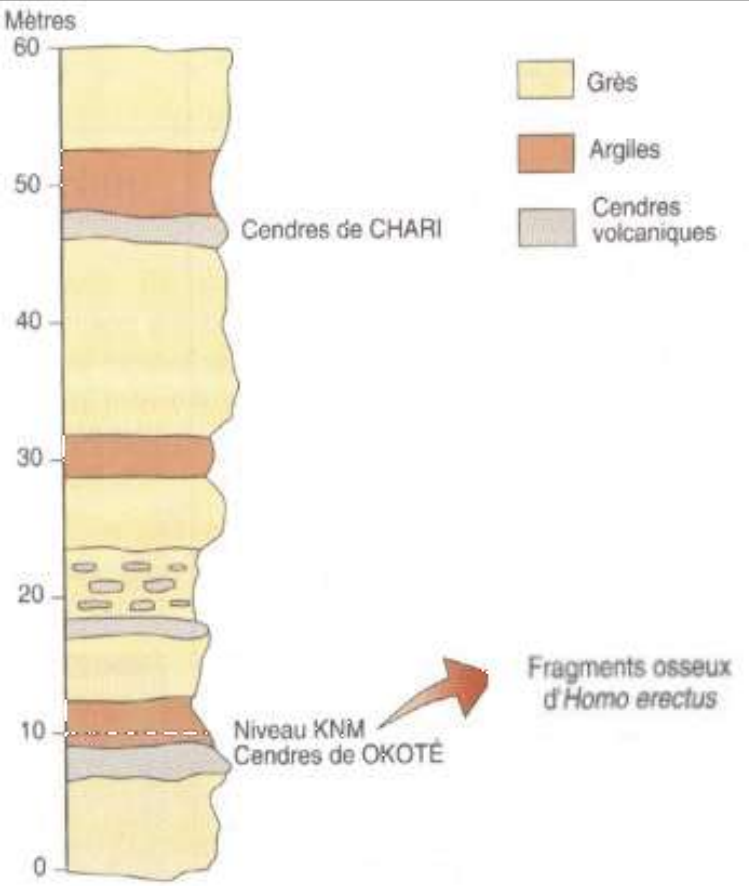


- | | |
|---|---|
|  Calcaires (Jurassique) |  Argilites noires (Précambrien) |
|  Argiles (Trias) |  Granodiorite |
|  Grès armoricains (Ordovicien) |  Schistes tachetés et cornéennes |
|  Calcaires, grès et schistes rouges (Cambrien) |  Failles |

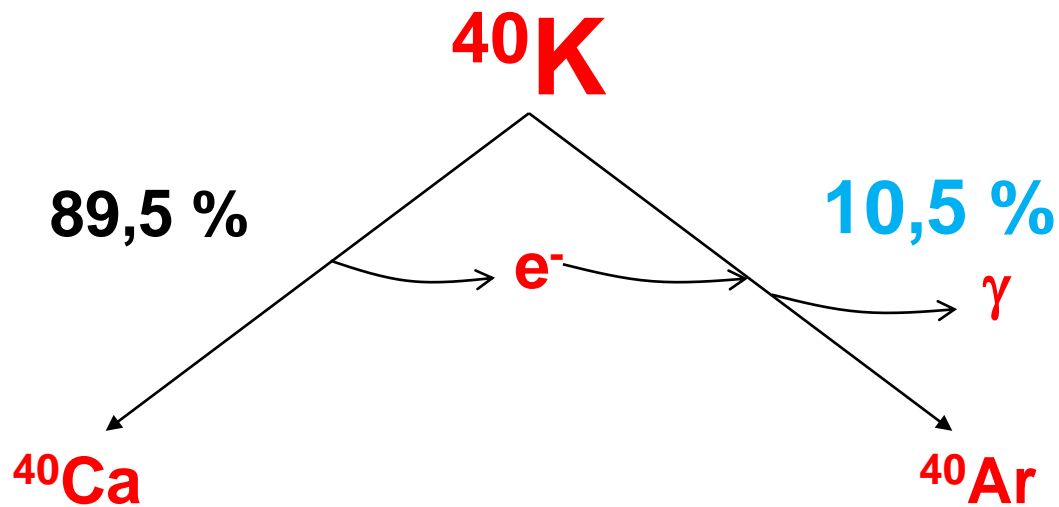
Exercice 3

Extrait de la colonne stratigraphique de Koobi Fora.
 Les niveaux argileux renferment de nombreux restes de Mammifères.
 Le niveau NKM contient de nombreux ossements d'*Homo erectus*.

Résultats isotopiques obtenus sur les feldspaths potassiques des cendres volcaniques de Okoté.



Niveaux	Numéro de l'analyse	⁴⁰ K atomes / g	⁴⁰ Ar atomes / g
Cendres de Okote	1	8,54.10 ¹⁶	8,4.10 ¹²
	2	8,65.10 ¹⁶	8,15.10 ¹²
	3	8,53.10 ¹⁶	8,09.10 ¹²
	4	8,46.10 ¹⁶	8,37.10 ¹²
Cendres de Chari	1	7,46.10 ¹⁶	5,86.10 ¹²
	2	7,58.10 ¹⁶	6,22.10 ¹²
	3	7,30.10 ¹⁶	5,91.10 ¹²
	4	7,41.10 ¹⁶	5,88.10 ¹²



$$\lambda_{\text{Ar}} = 5,54 \cdot 10^{-10} \text{ an}^{-1}$$

$$T_{\text{Ar}} = 1,25 \cdot 10^9 \text{ an}$$

$F = F_0 + P (e^{\lambda t} - 1)$ (2) devient alors :

$$^{40}\text{Ar} = ^{40}\text{Ar}_0 + 0,105 ^{40}\text{K} (e^{\lambda t} - 1)$$

Cas du couple K / Ar

$$^{40}\text{Ar} = 0,105 \text{ } ^{40}\text{K} (e^{\lambda t} - 1)$$

Exercice 3

Niveaux	Numéro de l'analyse	⁴⁰ K atomes / g	⁴⁰ Ar atomes / g	t (an)
Cendres de Okote	1	8,54.10 ¹⁶	8,4.10 ¹²	1 690 917
	2	8,65.10 ¹⁶	8,15.10 ¹²	1 619 729
	3	8,53.10 ¹⁶	8,09.10 ¹²	1 630 424
	4	8,46.10 ¹⁶	8,37.10 ¹²	1 700 811
Cendres de Chari	1	7,46.10 ¹⁶	5,86.10 ¹²	1 350 392
	2	7,58.10 ¹⁶	6,22.10 ¹²	1 410 659
	3	7,30 10 ¹⁶	5,91.10 ¹²	1 391 764
	4	7,41.10 ¹⁶	5,88.10 ¹²	1 364 143

Exercice 3

$${}^{40}\text{Ar} = 0,105 {}^{40}\text{K} (e^{\lambda t} - 1)$$

$$e^{\lambda t} - 1 = {}^{40}\text{Ar} / 0,105 {}^{40}\text{K}$$

Or : $e^{\lambda t} - 1 \approx \lambda t$ D'où :

$$t = {}^{40}\text{Ar} / (0,105 {}^{40}\text{K} \cdot \lambda)$$

avec $\lambda_{\text{Ar}} = 5,54 \cdot 10^{-10} \text{ an}^{-1}$

Niveaux	Numéro de l'analyse	${}^{40}\text{K}$ atomes / g	${}^{40}\text{Ar}$ atomes / g	t (an)
Cendres de Okote	1	$8,54 \cdot 10^{16}$	$8,4 \cdot 10^{12}$	1 690 917
	2	$8,65 \cdot 10^{16}$	$8,15 \cdot 10^{12}$	1 619 729
	3	$8,53 \cdot 10^{16}$	$8,09 \cdot 10^{12}$	1 630 424
	4	$8,46 \cdot 10^{16}$	$8,37 \cdot 10^{12}$	1 700 811
Cendres de Chari	1	$7,46 \cdot 10^{16}$	$5,86 \cdot 10^{12}$	1 350 392
	2	$7,58 \cdot 10^{16}$	$6,22 \cdot 10^{12}$	1 410 659
	3	$7,30 \cdot 10^{16}$	$5,91 \cdot 10^{12}$	1 391 764
	4	$7,41 \cdot 10^{16}$	$5,88 \cdot 10^{12}$	1 364 143

Exercice 3

$$^{40}\text{Ar} = 0,105 \ ^{40}\text{K} (e^{\lambda t} - 1)$$

$$e^{\lambda t} - 1 = ^{40}\text{Ar} / 0,105 \ ^{40}\text{K}$$

Or : $e^{\lambda t} - 1 \approx \lambda t$ D'où :

$$t = ^{40}\text{Ar} / (0,105 \ ^{40}\text{K} \cdot \lambda)$$

avec $\lambda_{\text{Ar}} = 5,54 \cdot 10^{-10} \text{ an}^{-1}$

→ Âge compris
entre 1,7 et 1,35 Ma

Niveaux	Numéro de l'analyse	^{40}K atomes / g	^{40}Ar atomes / g	t (an)
Cendres de Okote	1	$8,54 \cdot 10^{16}$	$8,4 \cdot 10^{12}$	1 690 917
	2	$8,65 \cdot 10^{16}$	$8,15 \cdot 10^{12}$	1 619 729
	3	$8,53 \cdot 10^{16}$	$8,09 \cdot 10^{12}$	1 630 424
	4	$8,46 \cdot 10^{16}$	$8,37 \cdot 10^{12}$	1 700 811
Cendres de Chari	1	$7,46 \cdot 10^{16}$	$5,86 \cdot 10^{12}$	1 350 392
	2	$7,58 \cdot 10^{16}$	$6,22 \cdot 10^{12}$	1 410 659
	3	$7,30 \cdot 10^{16}$	$5,91 \cdot 10^{12}$	1 391 764
	4	$7,41 \cdot 10^{16}$	$5,88 \cdot 10^{12}$	1 364 143

Exercice 4.

Une famille de zircons d'un échantillon de gneiss de la Montagne Noire (extrémité Sud-Ouest du Massif Central) a fourni les rapports en U et Pb suivants :

Echantillon	$^{206}\text{Pb} / ^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb} / ^{235}\text{U}$
1	0,07950	0,63619
2	0,06612	0,52382
3	0,06970	0,55868
4	0,06612	0,52997
5	0,07369	0,58616

$$^{207}\text{Pb} = ^{235}\text{U} (e^{\lambda_{235}t} - 1) \text{ avec } \lambda_{235} = 0,99 \cdot 10^{-9} \text{ an}^{-1}$$

$$\text{D'où : } t = 1 / \lambda_{235} \ln (^{207}\text{Pb} / ^{235}\text{U} + 1)$$

$$^{206}\text{Pb} = ^{238}\text{U} (e^{\lambda_{238}t} - 1) \text{ avec } \lambda_{238} = 0,154 \cdot 10^{-9} \text{ an}^{-1}$$

$$\text{D'où : } t = 1 / \lambda_{238} \ln (^{206}\text{Pb} / ^{238}\text{U} + 1)$$

Echantillon 1 :

$$t = \ln 1,07950 / 0,154 \cdot 10^{-9} = 0,49674 \cdot 10^9 = 497 \text{ Ma}$$

$$t = \ln 1,63619 / 0,99 \cdot 10^{-9} = 0,49734 \cdot 10^9 = 497 \text{ Ma}$$

Echantillon 2 :

$$t = \ln 1,06612 / 0,154 \cdot 10^{-9} = 0,41575 \cdot 10^9 = 416 \text{ Ma}$$

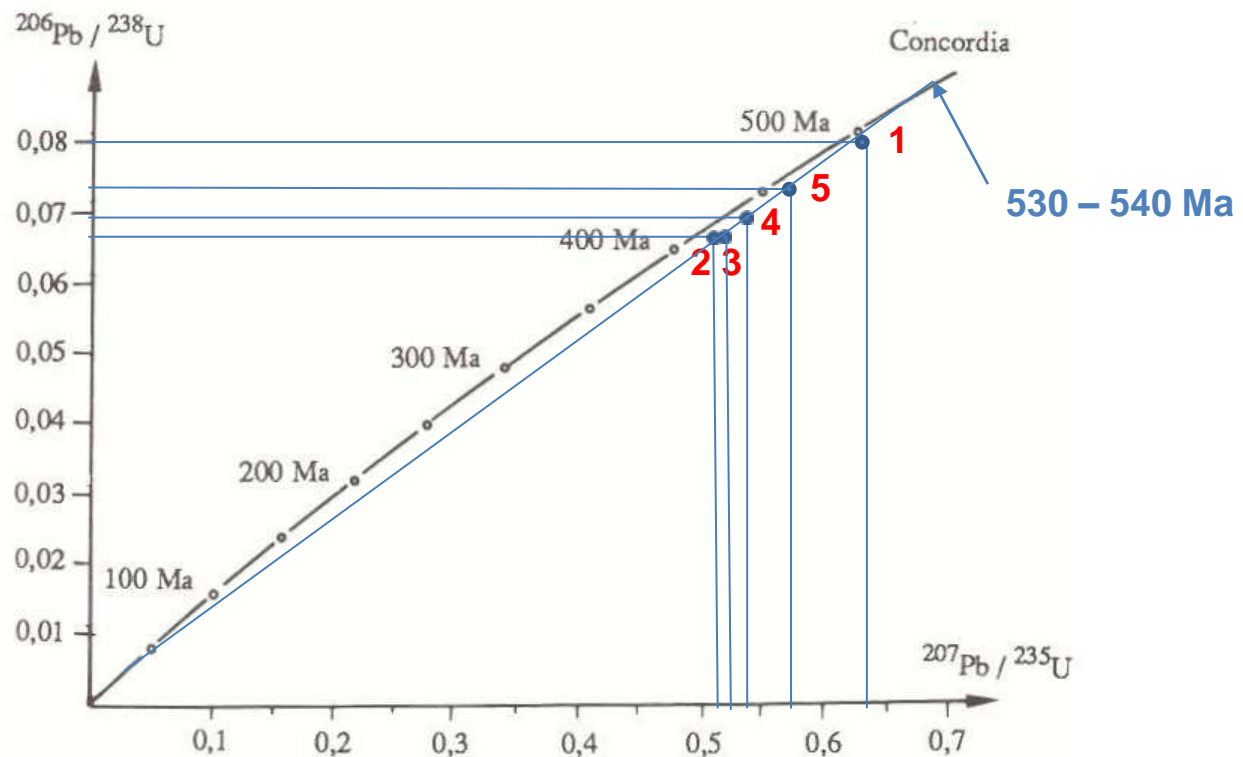
$$t = \ln 1,52382 / 0,99 \cdot 10^{-9} = 0,42548 \cdot 10^9 = 426 \text{ Ma}$$

→ Âge compris entre 416 et 497 Ma

Exercice 4.

Une famille de zircons d'un échantillon de gneiss de la Montagne Noire (extrémité Sud-Ouest du Massif Central) a fourni les rapports en U et Pb suivants :

Echantillon	$^{206}\text{Pb} / ^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb} / ^{235}\text{U}$
1	0,07950	0,63619
2	0,06612	0,52382
3	0,06970	0,55868
4	0,06612	0,52997
5	0,07369	0,58616



Courbe Concordia

Exercice 5

orthogneiss

gros yeux de feldspaths potassiques



Photographie : Alexandre Aubray

gneiss amphibolitiques

microgranodiorite

Exercice 5

orthogneiss

microgranodiorite



Photographie : Alexandre Aubray

gneiss amphibolitiques

Exercice 5

Interprétation de la photo précédente

orthogneiss



gneiss amphibolitiques

microgranodiorite

Photographie : Alexandre Aubray

Exercice 5

Afin de dater les orthogneiss, les rapports isotopiques en U et Pb ont été établis pour des zircons contenus dans ces roches :

Echantillon	$^{206}\text{Pb} / ^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb} / ^{235}\text{U}$
1	1,3056	1,5238
2	1,1389	1,2381
3	0,9583	0,9524
4	0,8611	0,8333

2. Placer ces échantillons sur le diagramme concordia ci-contre.

