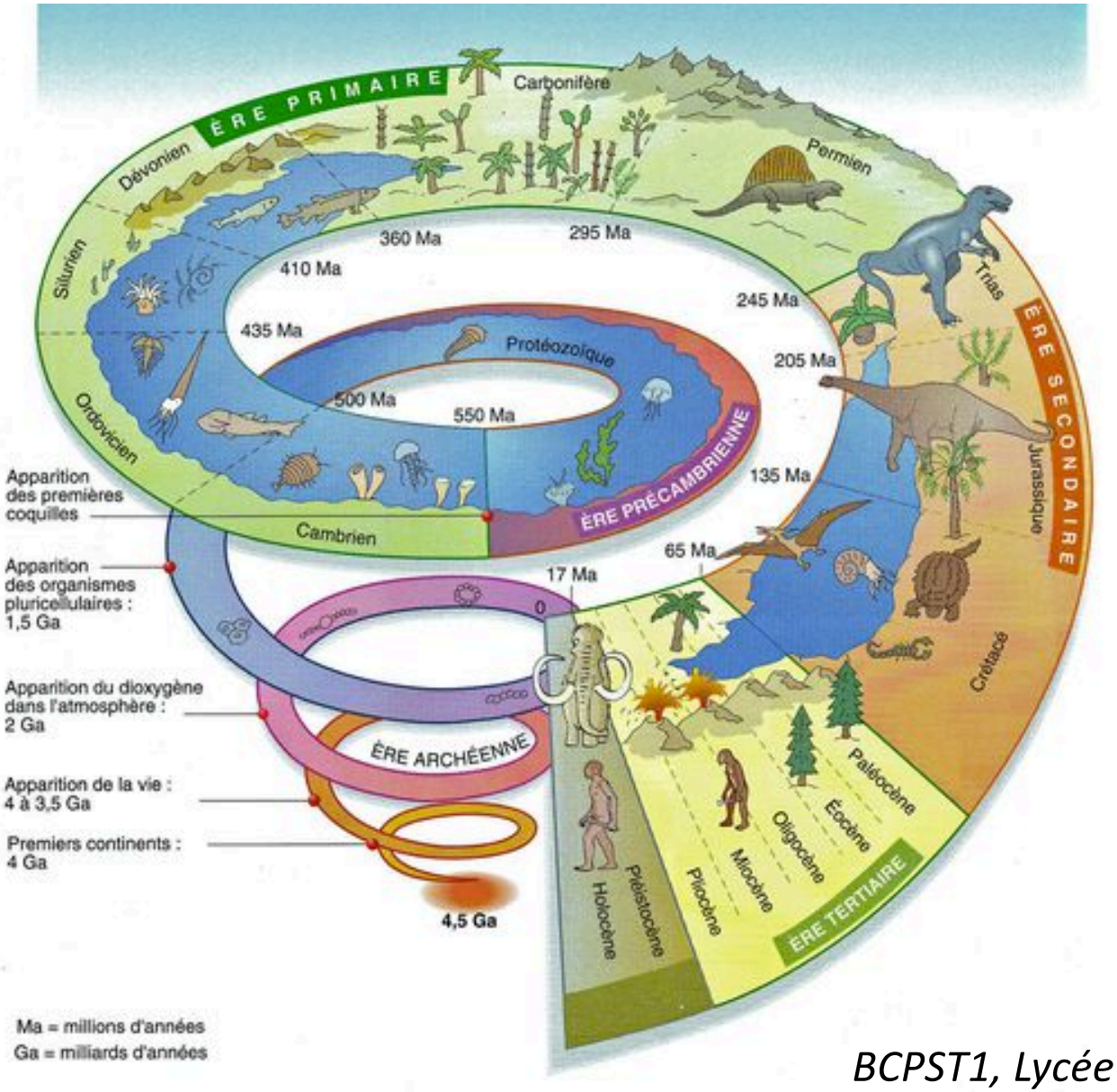
TP ST-H
MESURE DU TEMPS EN GÉOLOGIE

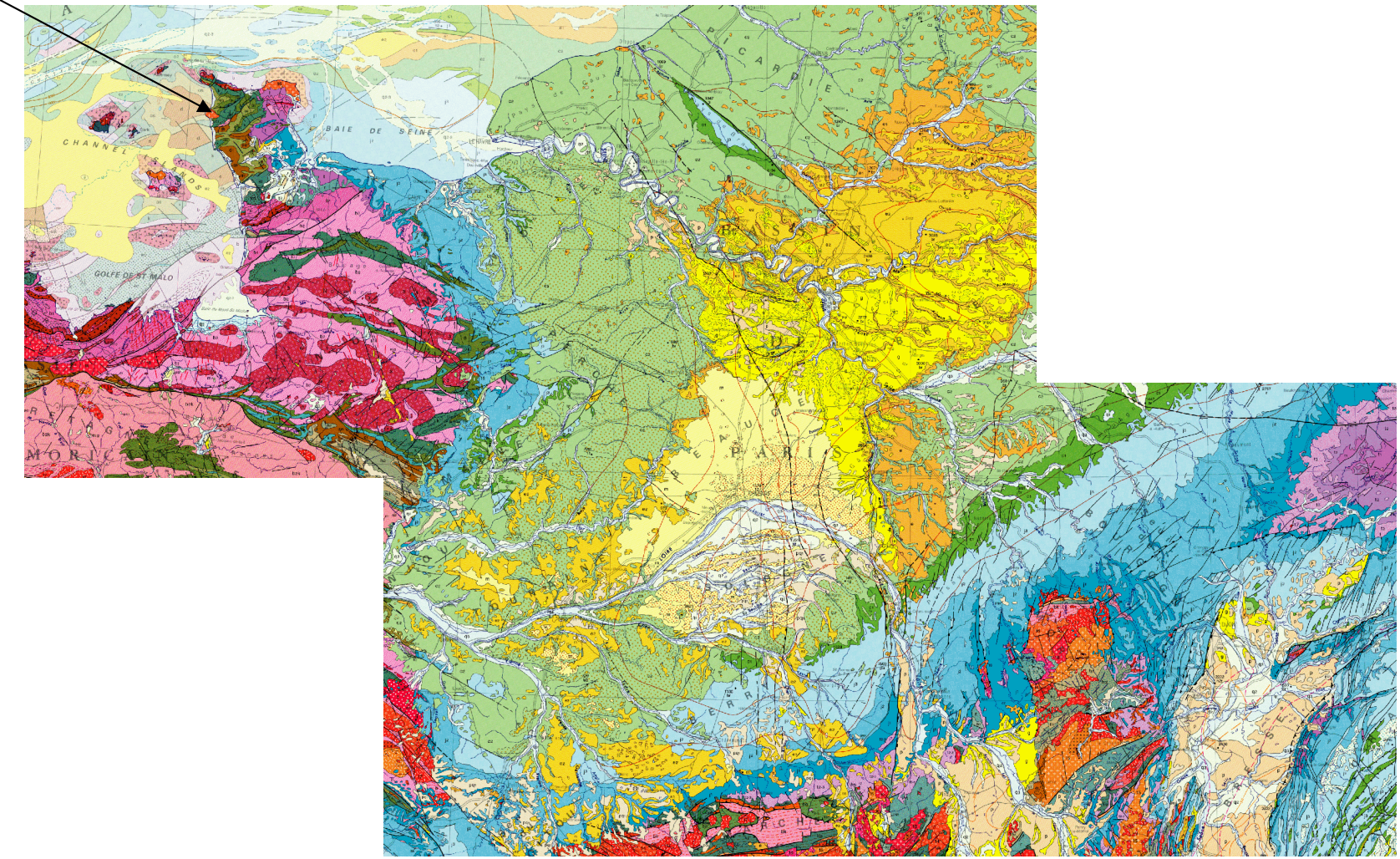


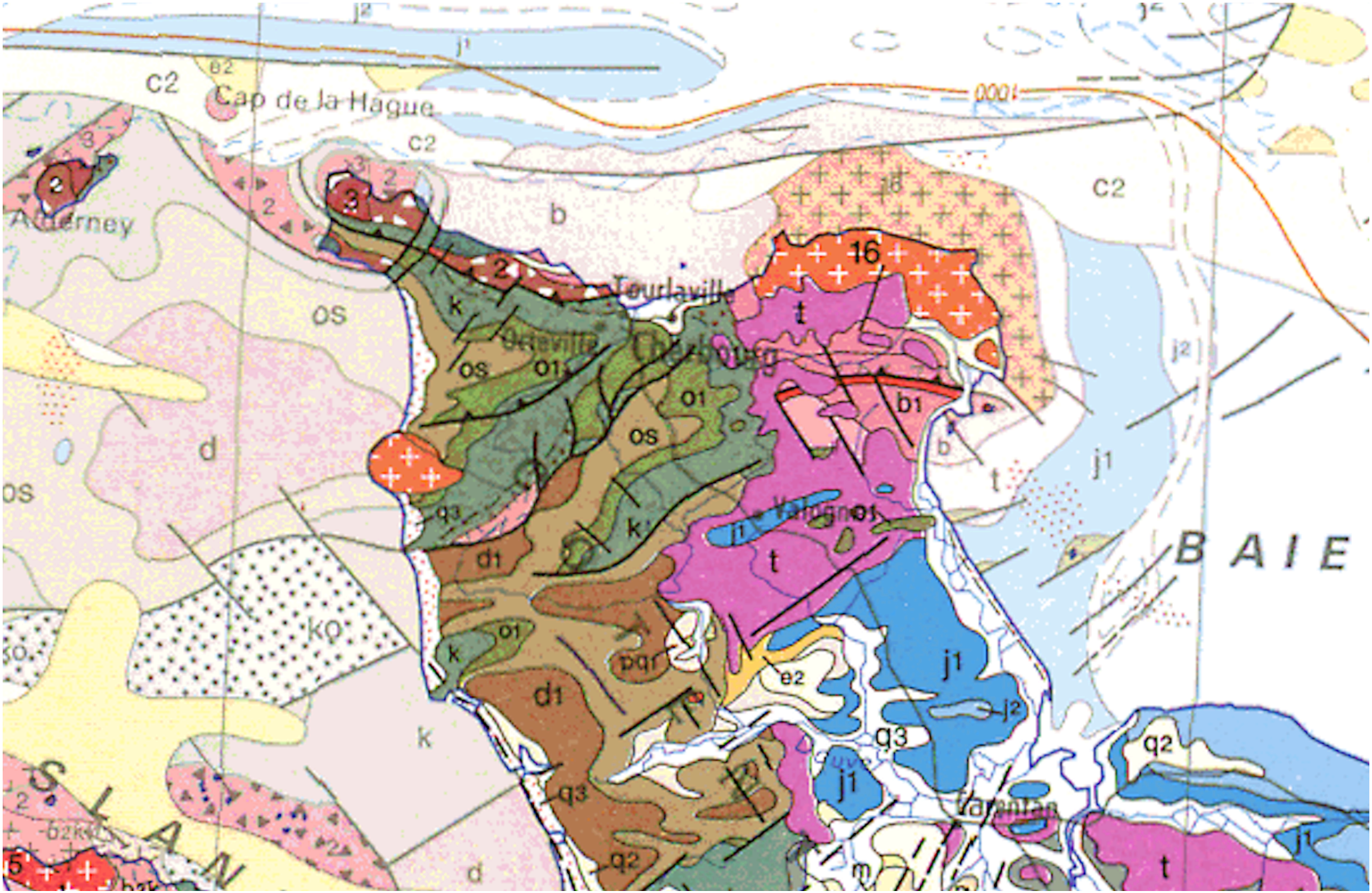
BCPST1, Lycée Champollion

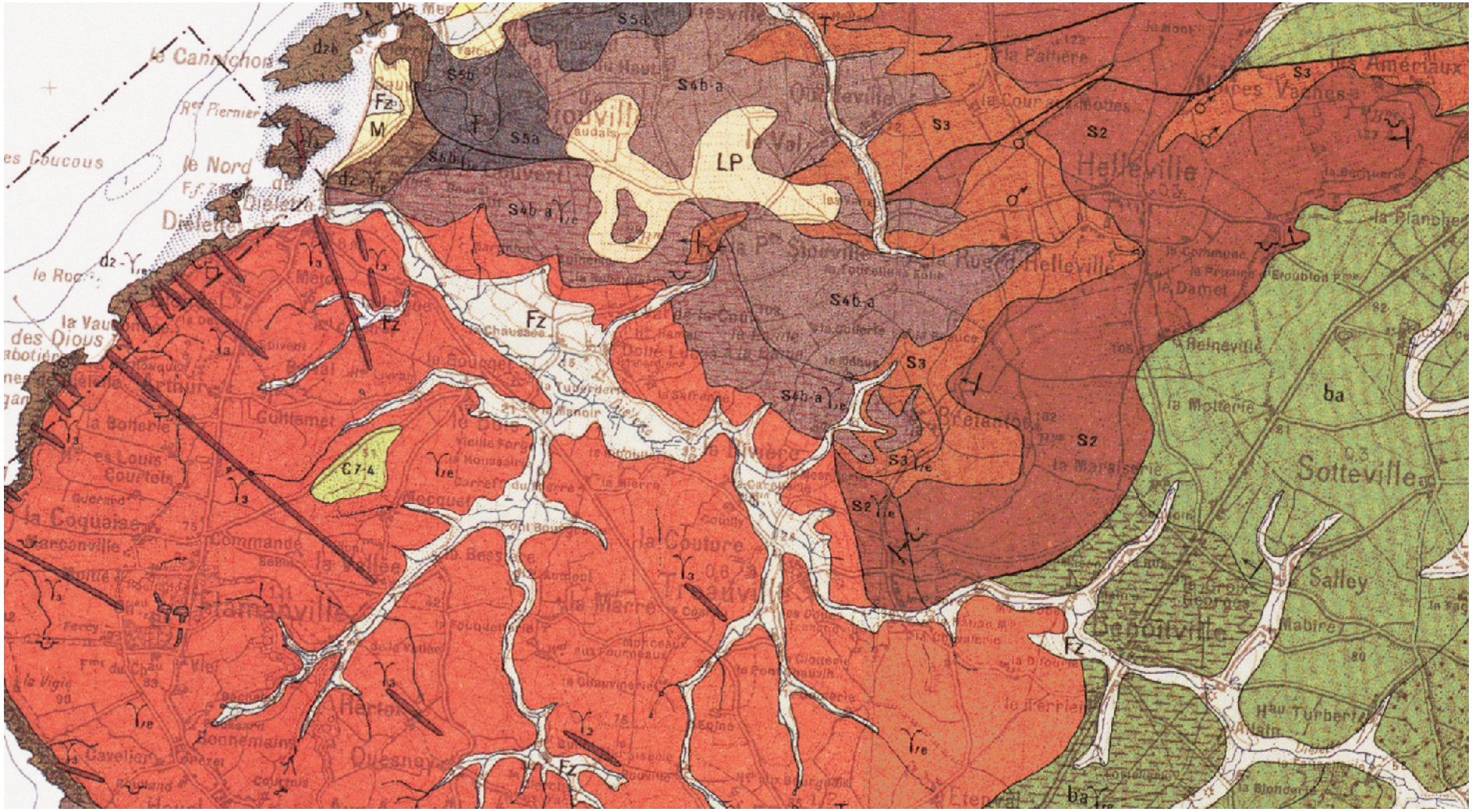
I. Reconstitution de l'histoire géologique de la région de Flamanville

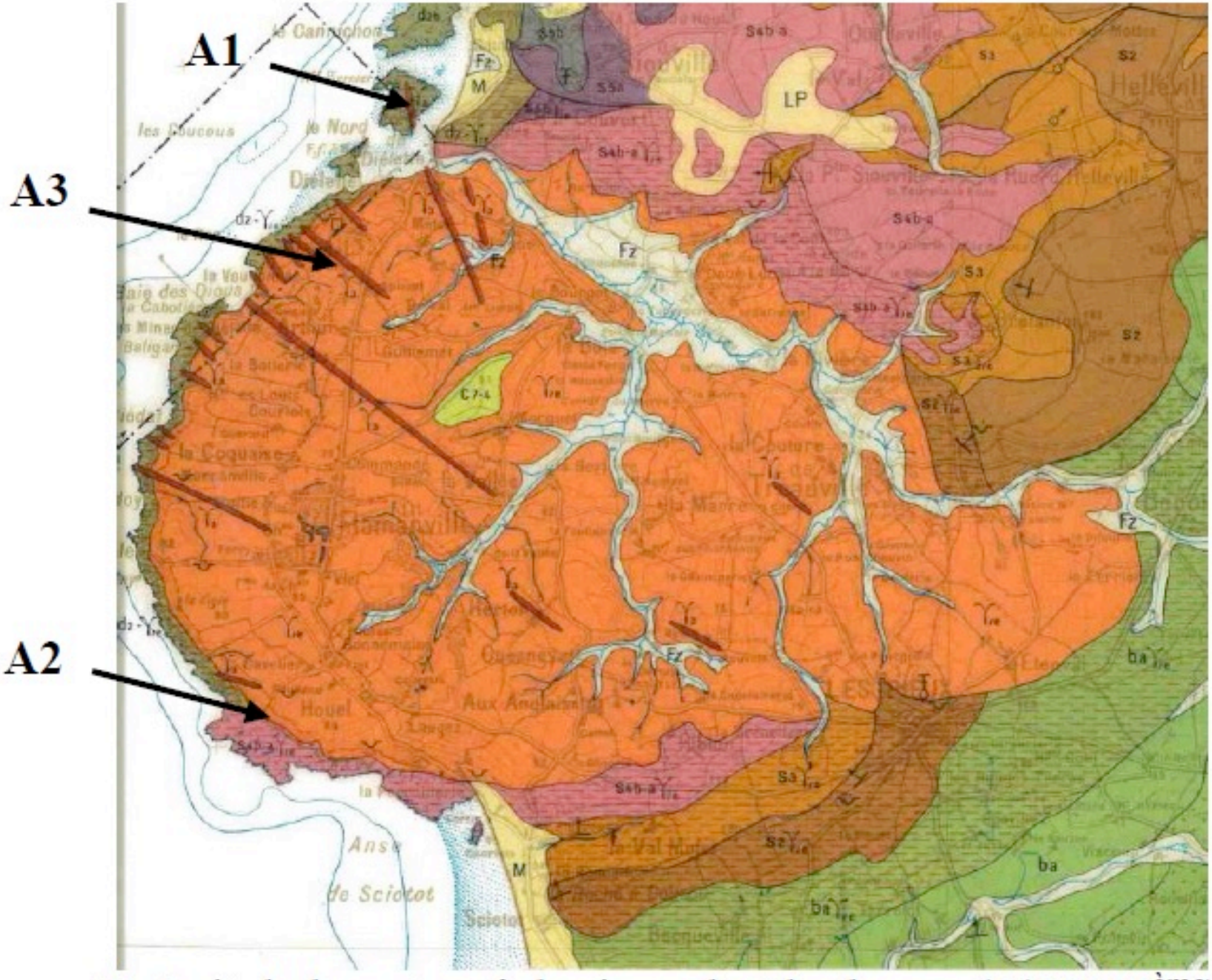
I. Reconstitution de l'histoire géologique de la région de Flamanville

carte de Cherbourg



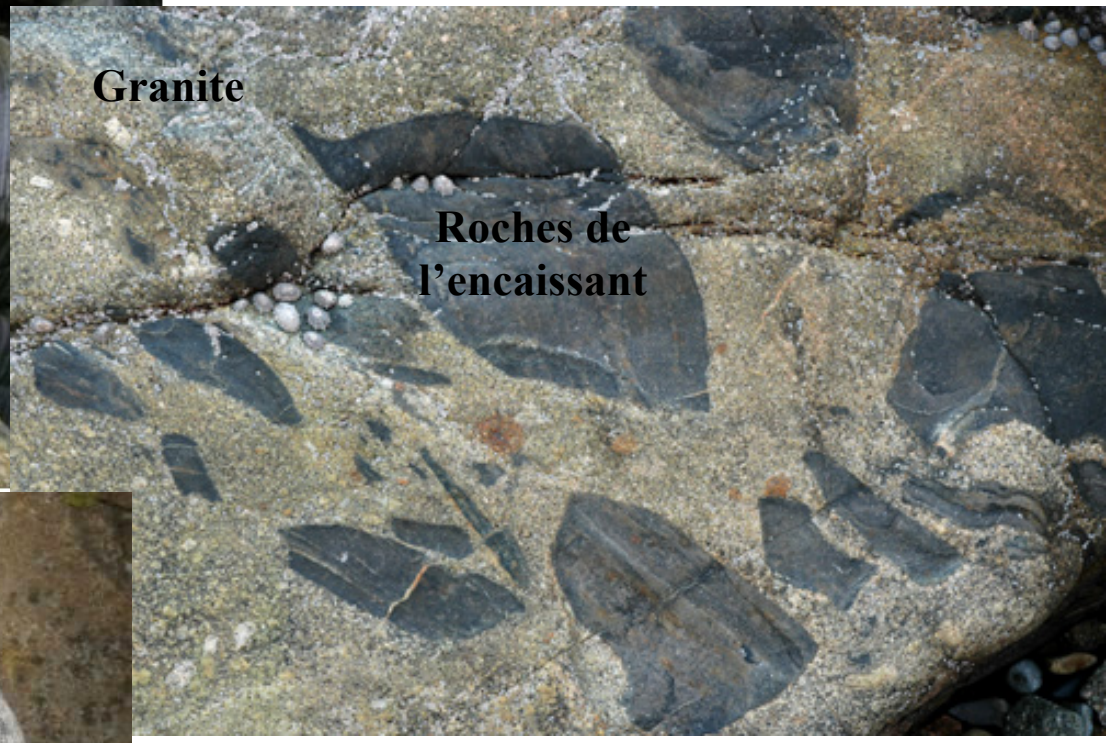

Cap de la Hague
Alderney
Tourlaville
Cherbourg
Valognes
Tamplan
BAIE
c2
b
os
d
ko
k
d1
o1
q3
q2
j1
j2
t
b1
e2
pqr
16
2
3

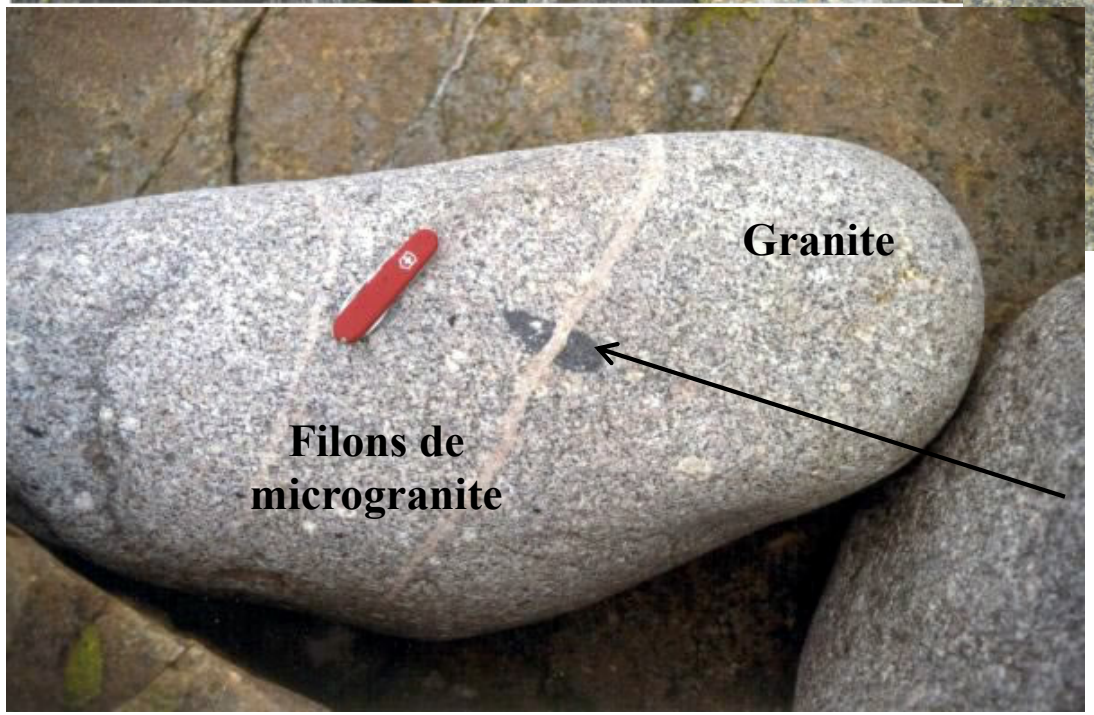

le Cannichon
Rés Pierrier
les Coucous
le Nord
Dielette
le Roc
la Vaux
des Dious
S5b
S5a
S4b-a
S3
S2
LP
Fz
M
dz
ba
C7-4
Helleville
Sotteville
Salley
Amériaux
Bénouville
Flamanville
Quesnay
Cavelier
Bonnemaine
Commande
la Coquaise
la Couture
la Marre
la Motterie
Reineville
Chaussée
Manoir
Gultemet
Courtois
la Vigie
Mabire
Haut Turberte
la Blonderie
la Planche
la Pallière
la Cour
la Communie
le Damet
la Marairie
la Croix Georges

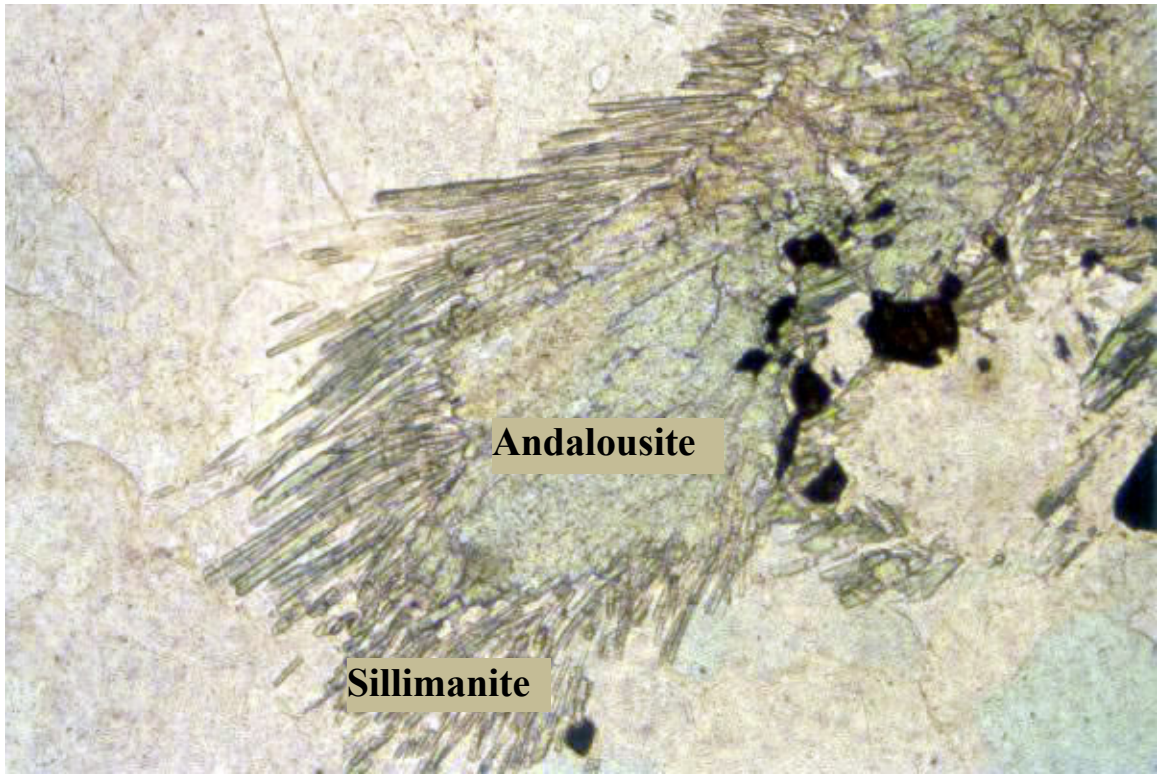


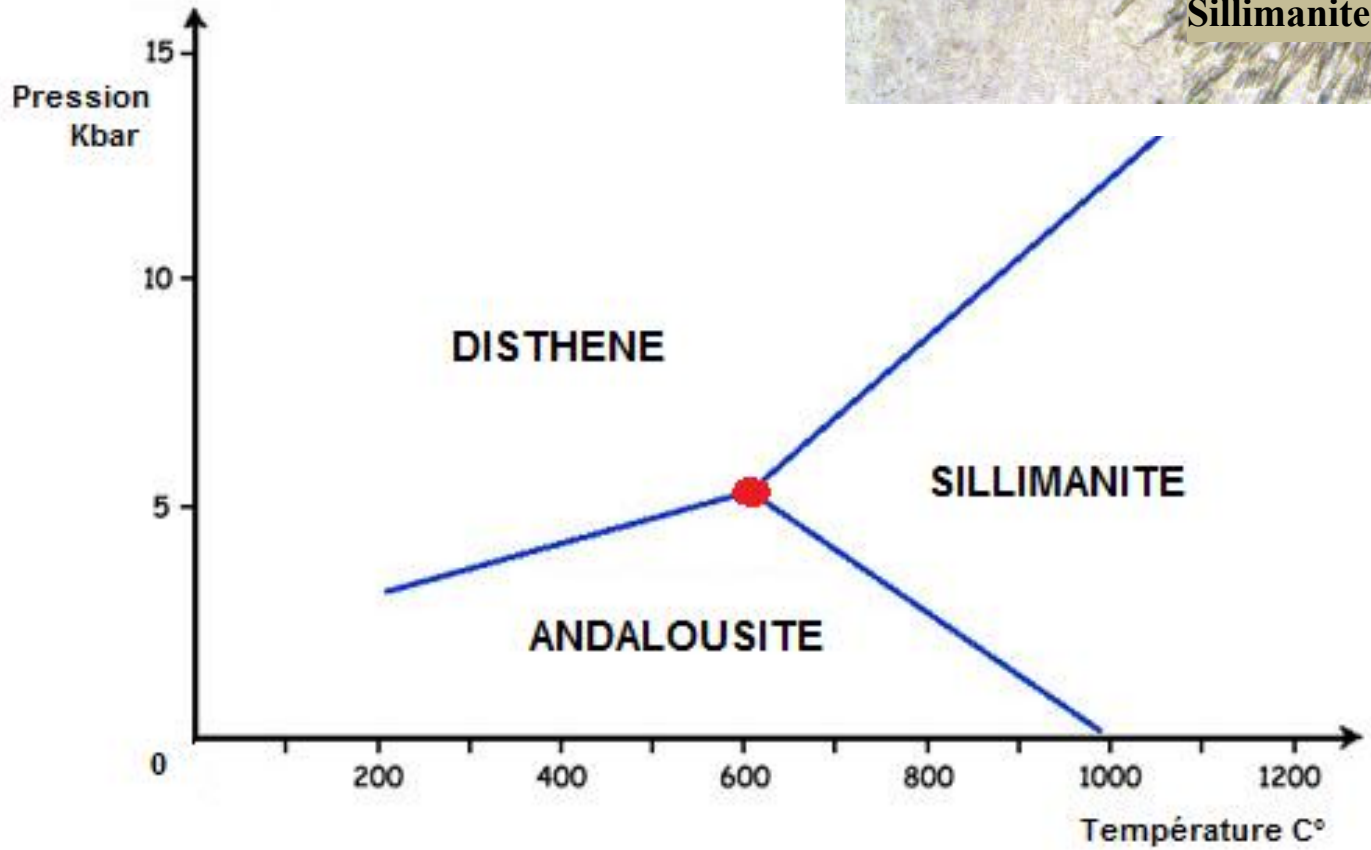
Extrait de la carte géologique de Cherbourg (1/50000ème)

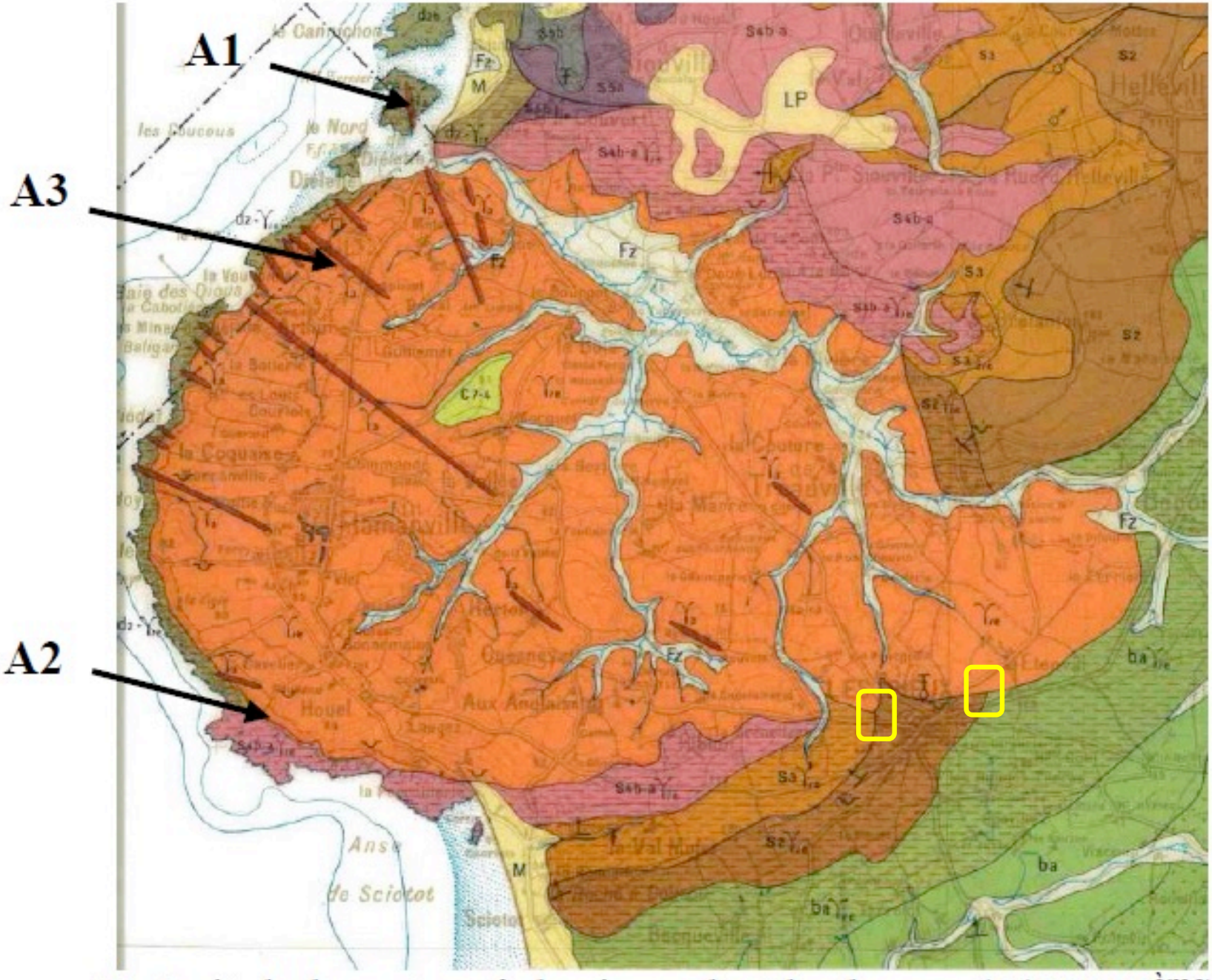
Filons de
microgranite
Roches de
l'encaissant


Granite
Roches de
l'encaissant

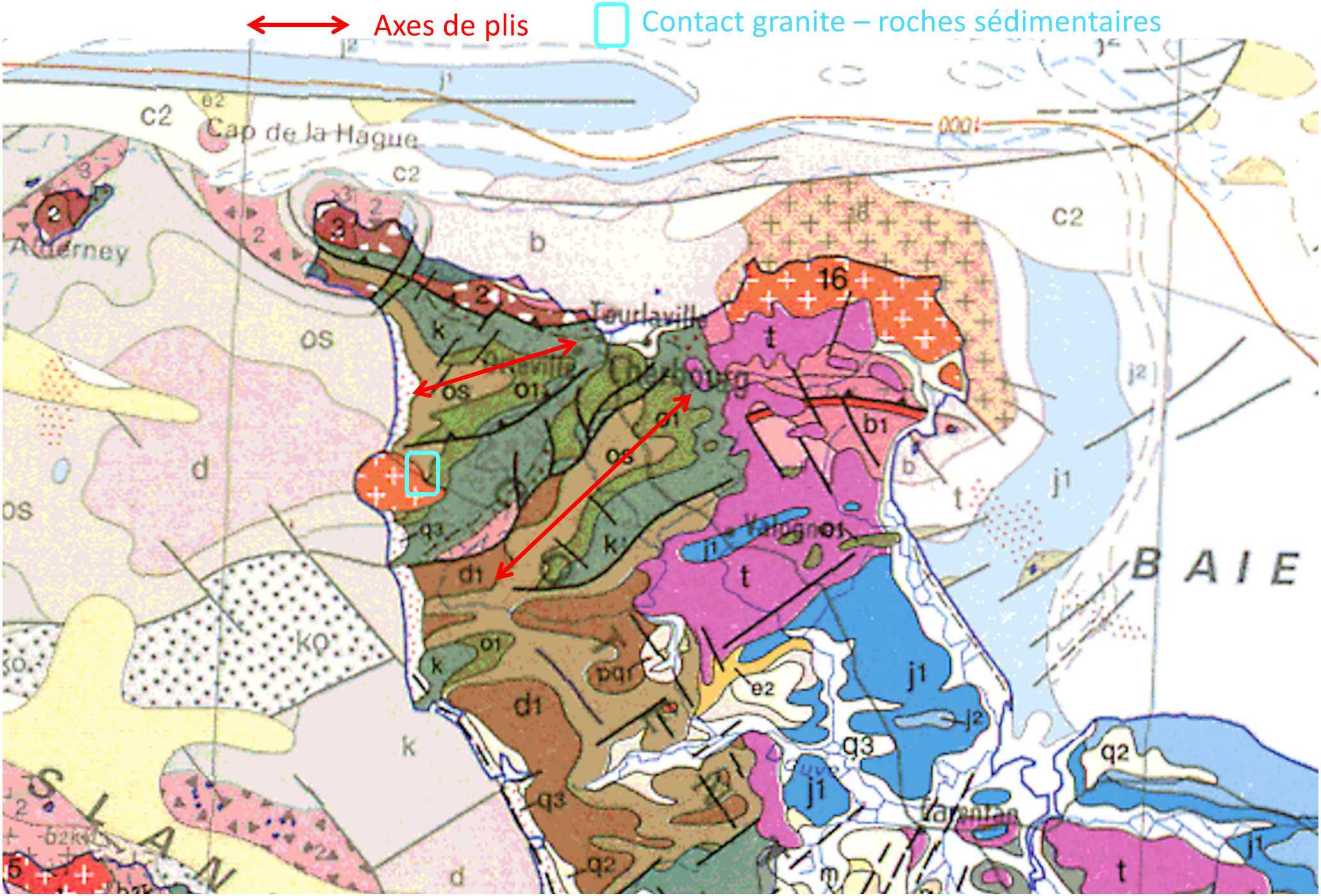

Granite
Filons de
microgranite
Roches de
l'encaissant


Andalousite
Sillimanite


Pression
Kbar
15
10
5
0
DISTHENE
SILLIMANITE
ANDALOUSITE
200
400
600
800
1000
1200
Température C°

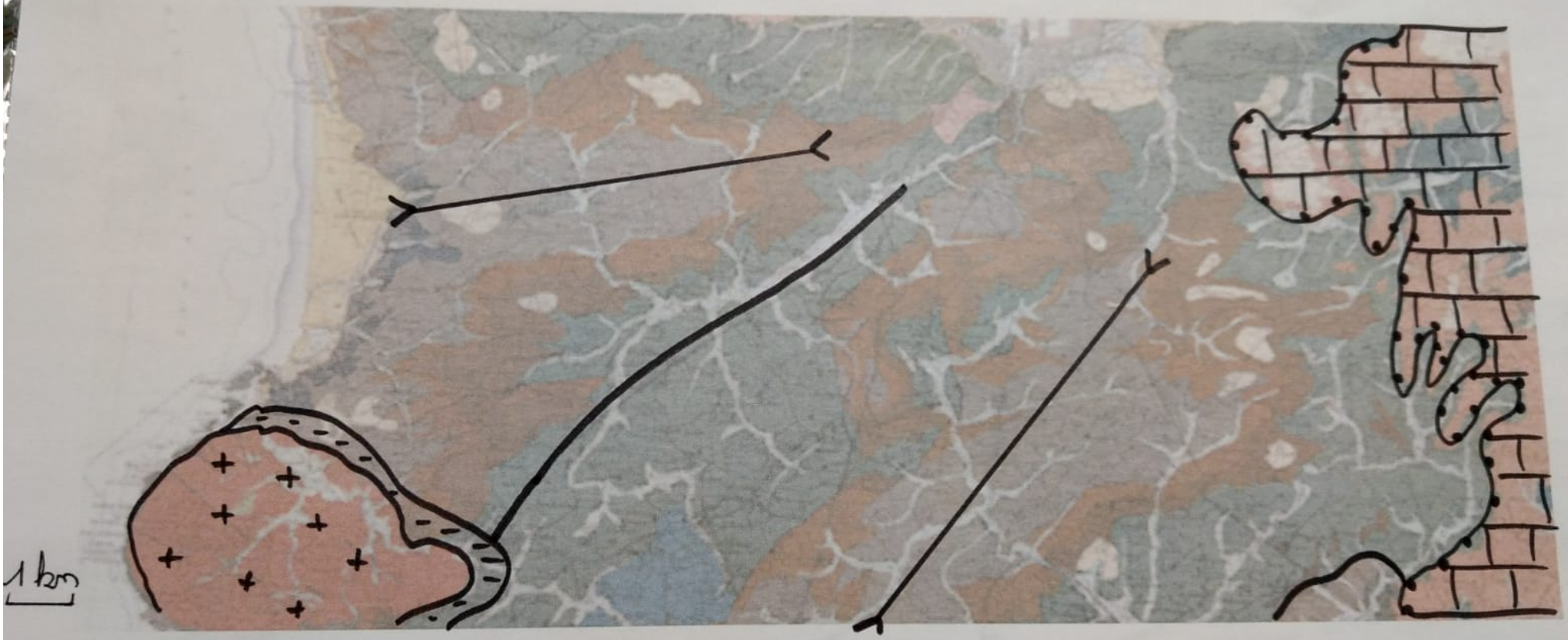


Extrait de la carte géologique de Cherbourg (1/50000ème)


Axes de plis
Contact granite – roches sédimentaires
Cap de la Hague
Alderney
Tourlaville
Valognes
Carentan
BAIE
SLAN

M
Burnel
Hau Capconnet
Tourlaville
Digosville
Cr^x Perrinot
Gonneville
Valognes
les Ecrivains
Pinabel
le Gros Chêne
Maubrey
Beaurepaire
la Cr^x Fresville
Brucan
Brucan le Bas
Le Mesnil-Auval
Barville
Hau Gallis
le Douet
Hau Touraine
Aérodrome de Cherbourg-Maupertus
les Ronches
LP
bP'
t
Fz
Xza
Xzb
Pht
ba
S2
S3
Q

Schéma structural d'un extrait de la carte au 1/50 000 de Cherbourg



couverture sédimentaire triasique

auréole de métamorphisme

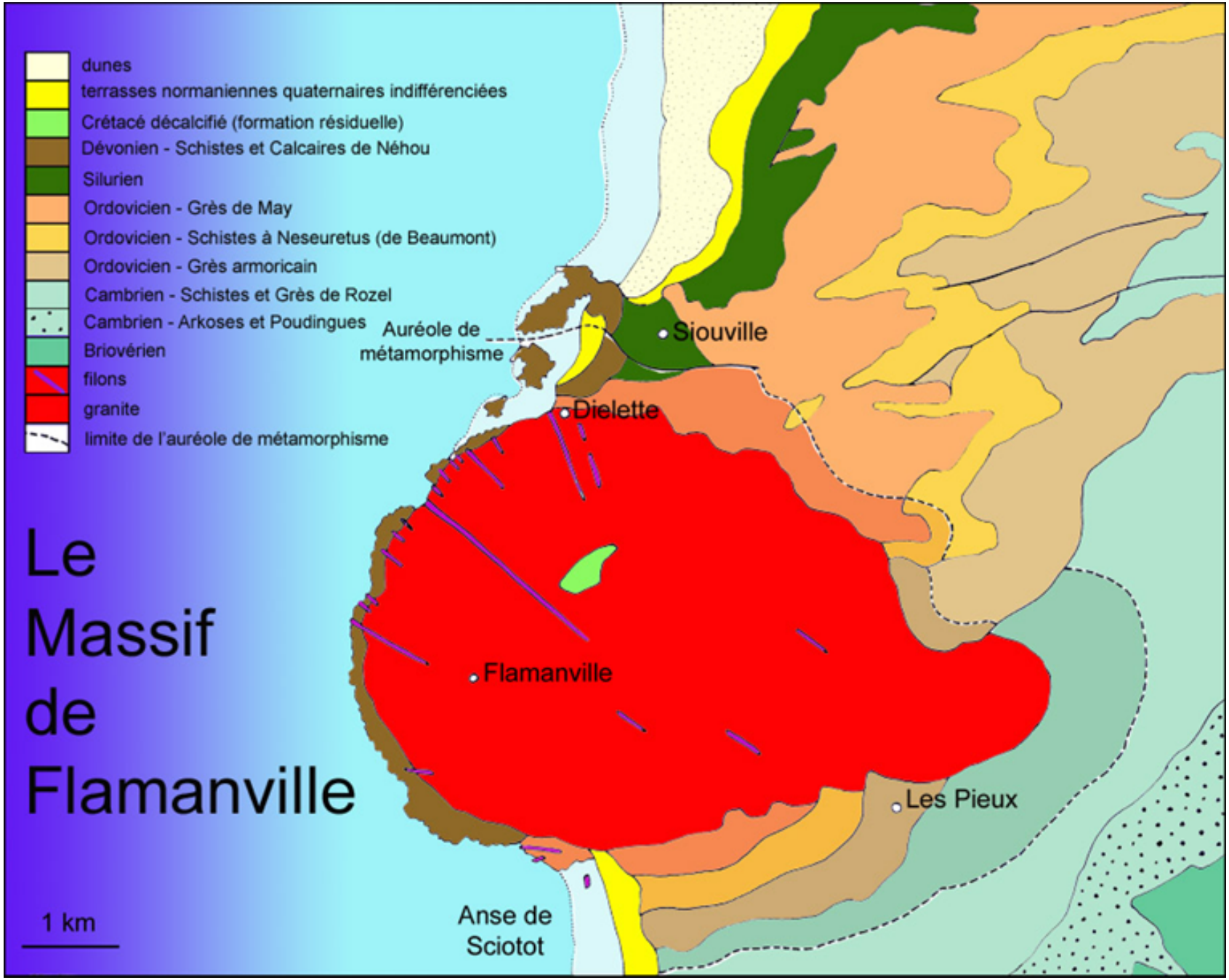
pluton granitique

socle paléozoïque et briovérien

faille

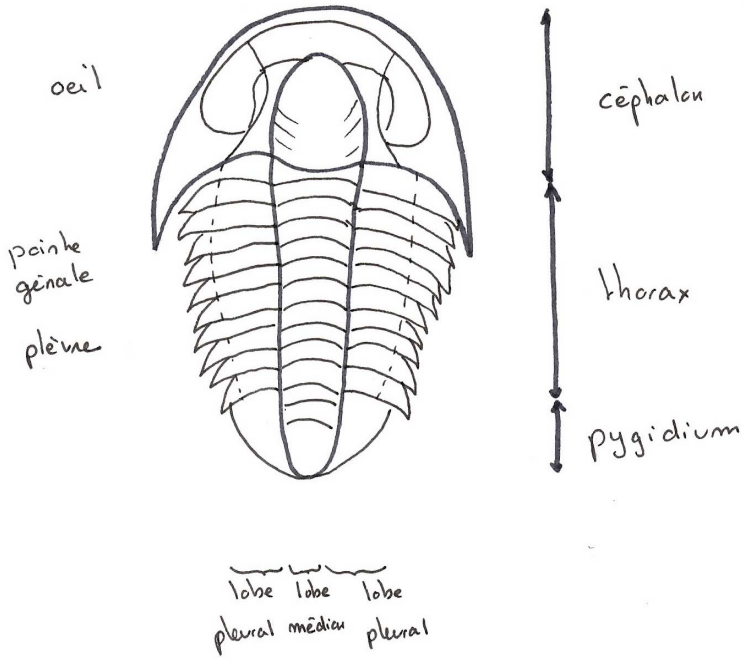
axe de pli synclinal

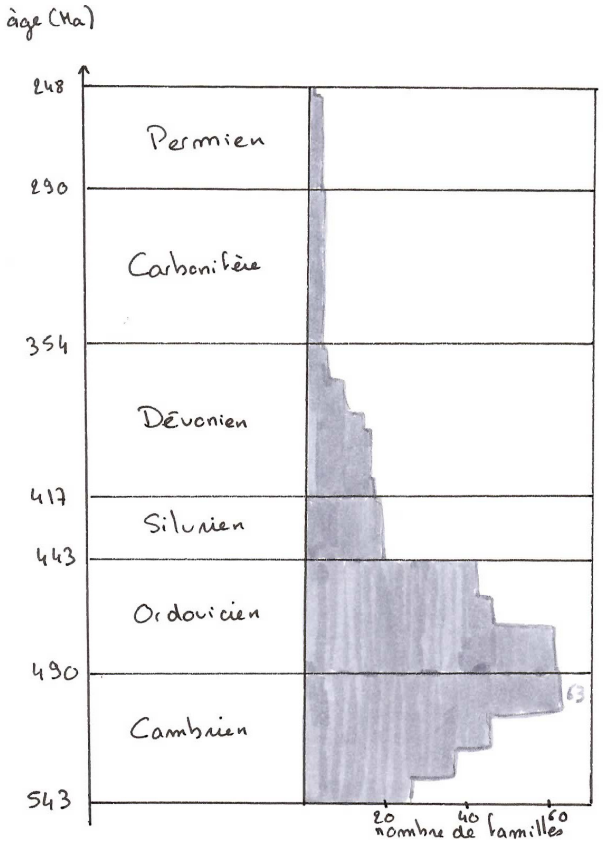
discordance hercynienne



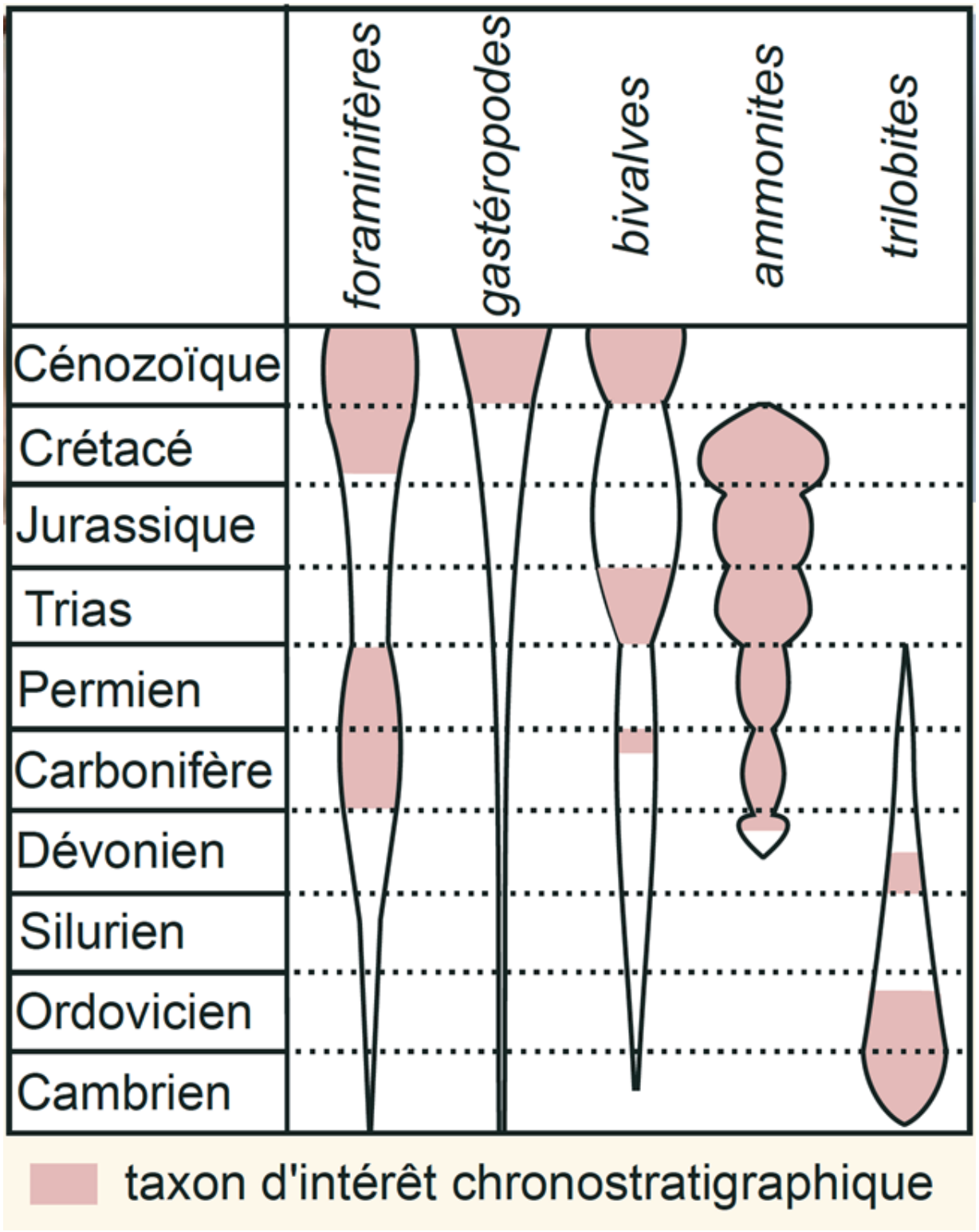
Le Massif de Flamanville

Les trilobites sont des athropodes trilobitomorphes dont la cuticule est divisée en 3 parties : **céphalon, thorax et pygidium.**





Les fossiles peuvent correspondre à des individus morts ou à des exuvies (cuticule abandonnée par un individu au cours de la mue) ou encore à des traces (ichnofossiles).
Ce sont des fossiles très utilisés pour la datation du **Paléozoïque** en raison de leur quasi omniprésence dans les environnements marins. On les retrouve dans les terrains du Paléozoïque, mais c'est à la fin du Cambrien et à l'Ordovicien que leur diversification est maximale. Ils disparaissent définitivement à la crise Paléozoïque / Mésozoïque (Permien/Trias).


foraminifères
gastéropodes
bivalves
ammonites
trilobites
Cénozoïque
Crétacé
Jurassique
Trias
Permien
Carbonifère
Dévonien
Silurien
Ordovicien
Cambrien
taxon d'intérêt chronostratigraphique

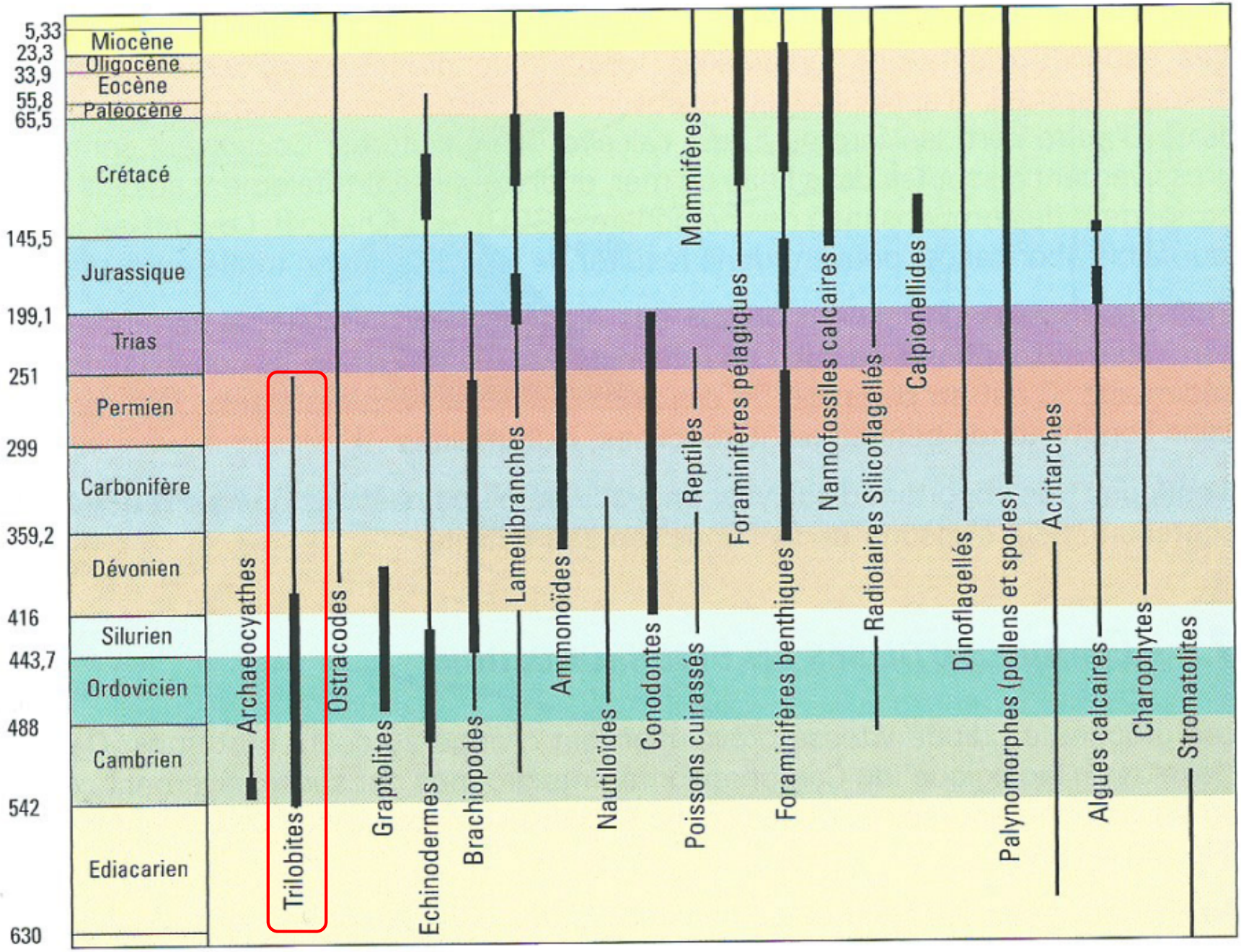


Fig. 7.8 - Principaux groupes de fossiles stratigraphiques

$$^{235}U_t = {}^{235}U_0 e^{-\lambda_{235} t} \quad \text{et} \quad {}^{238}U_t = {}^{238}U_0 e^{-\lambda_{238} t}$$

On a : $F_t = F^* + F_o$

avec $F^* = P_o - P_t$

comme (2) $P_t = P_o\, e^{-\lambda t}$ ou $P_o = P_t\, e^{\lambda t}$

on a donc : $F^* = P_t\, e^{\lambda t} - P_t$ donc $F^* = P_t\,(e^{\lambda t} - 1)$

$$\mathbf{F_t = F_o + P_t\,(e^{\lambda t} - 1)}$$

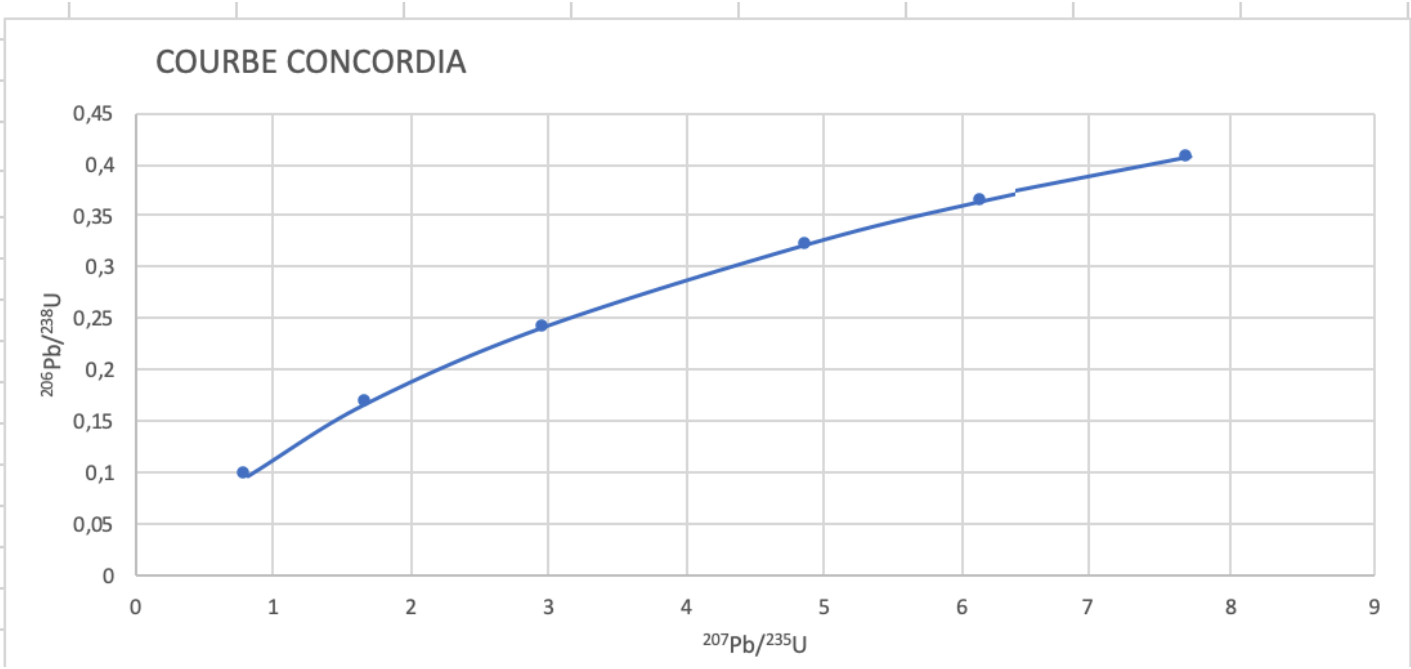
$$^{206}Pb_t = \cancel{^{206}Pb_0} + {}^{238}U_t(e^{\lambda_{238} t} - 1)$$

Pb initiale négligeable

$$^{207}Pb_t = \cancel{^{207}Pb_0} + {}^{235}U_t(e^{\lambda_{238} t} - 1)$$

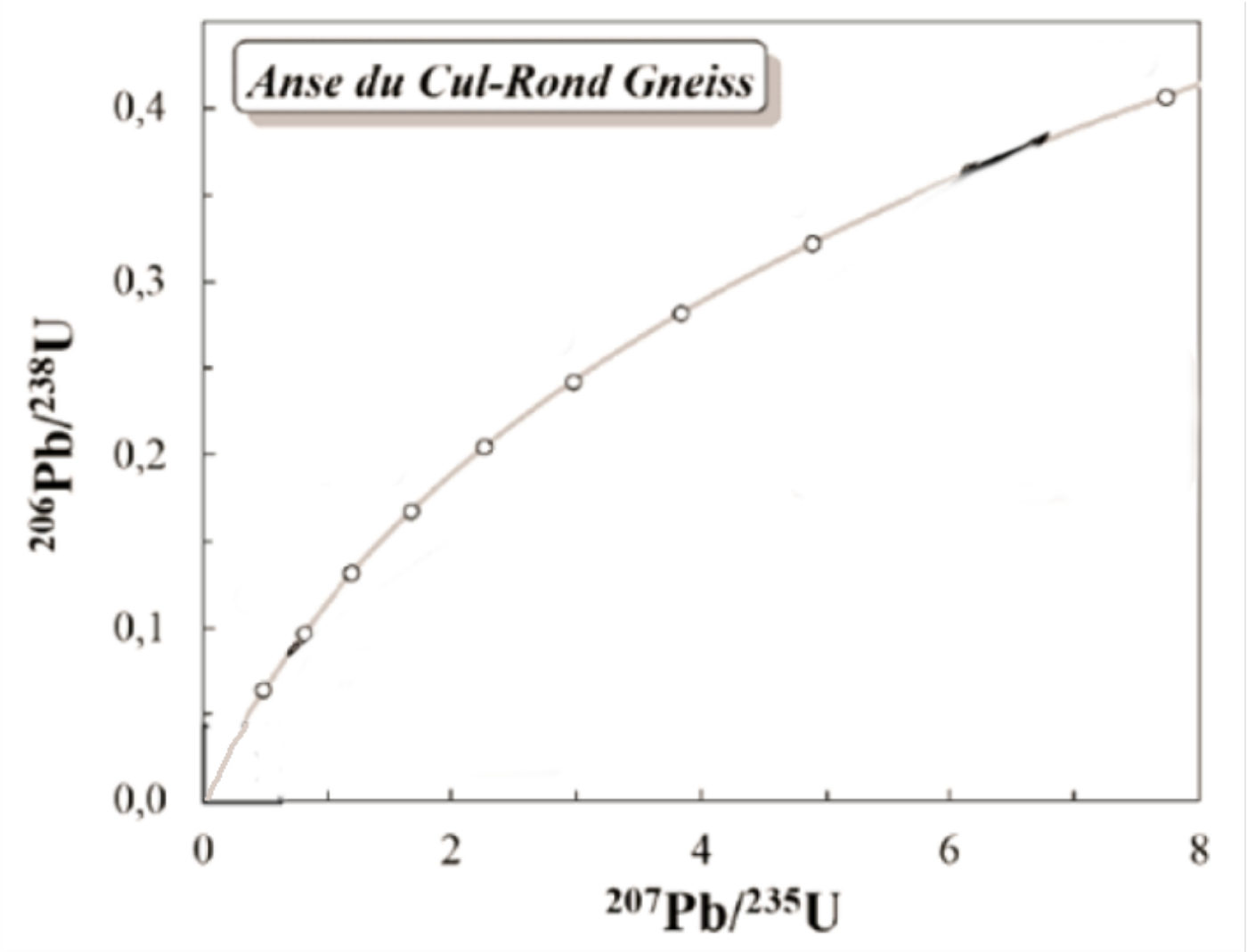
Age en Ma	0	600	1000	1400	1800	2000	2200
$^{206}Pb/^{238}U$							
$^{207}Pb/^{235}U$							

Age en Ma	$^{207}Pb/^{235}U$	$^{206}Pb/^{238}U$
600	0,805	0,097
1000	1,675	0,168
1400	2,965	0,242
1800	4,877	0,322
2000	6,155	0,364
2200	7,711	0,407

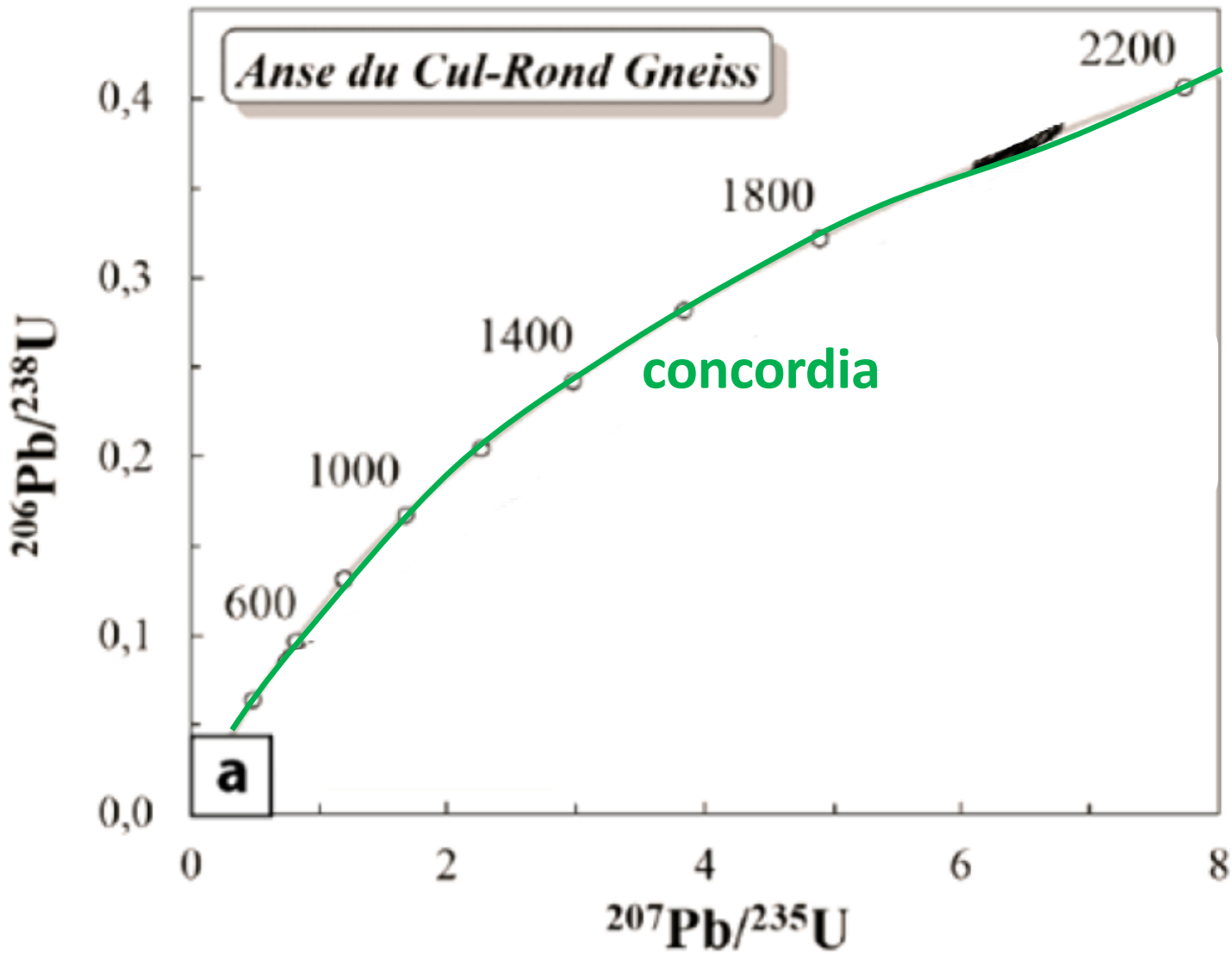


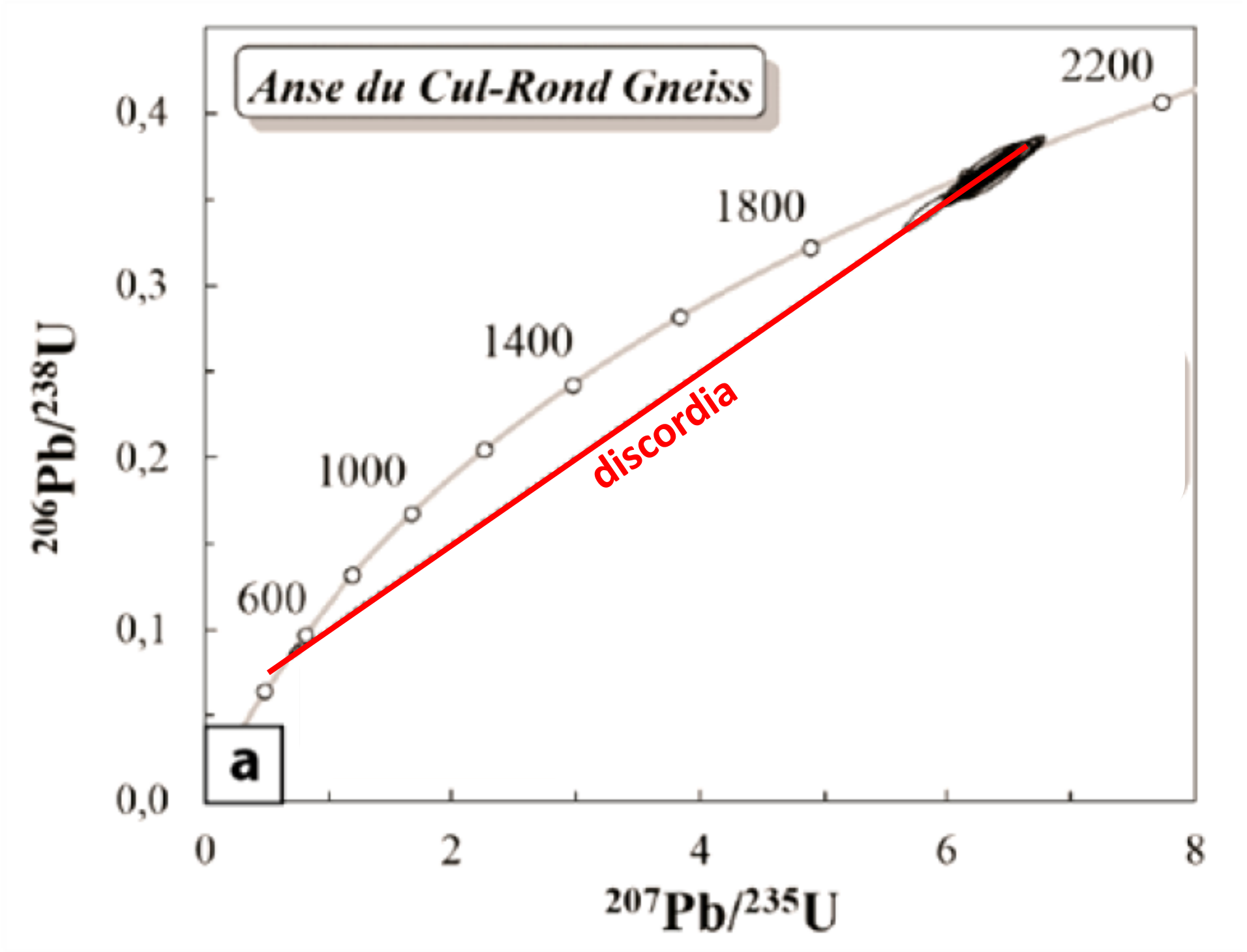
Age en Ma	0	600	1000	1400	1800	2000	2200
$^{206}Pb/^{238}U$	0	0,097	0,168	0.242	0.322	0.364	0.407
$^{207}Pb/^{235}U$	0	0.805	1,675	2.965	4.877	6,155	7.711

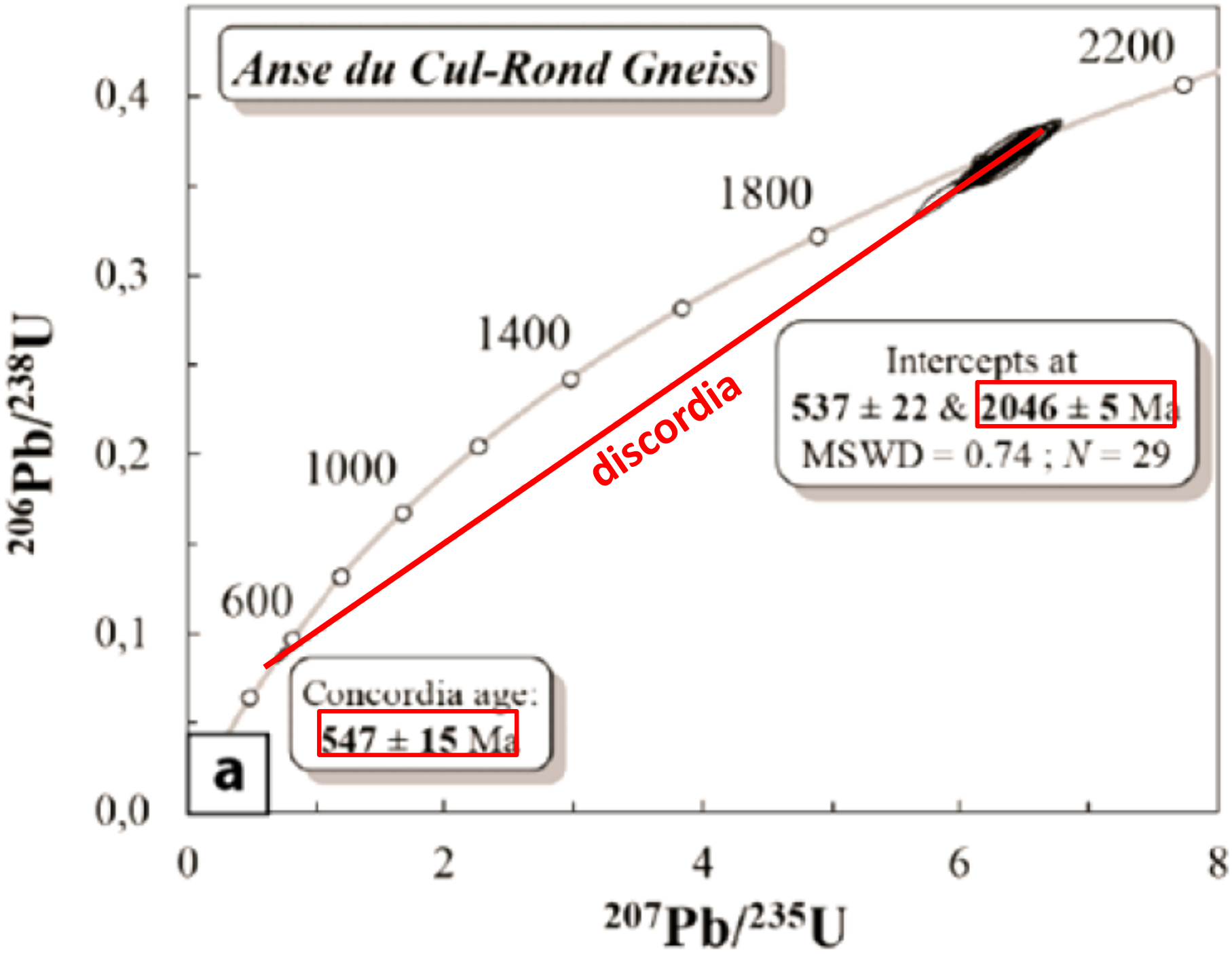
Diagramme de Wetherhill



Age en Ma	0	600	1000	1400	1800	2000	2200
$^{206}Pb/^{238}U$	0	0,097	0,168	0.242	0.322	0.364	0.407
$^{207}Pb/^{235}U$	0	0.805	1,675	2.965	4.877	6,155	7.711

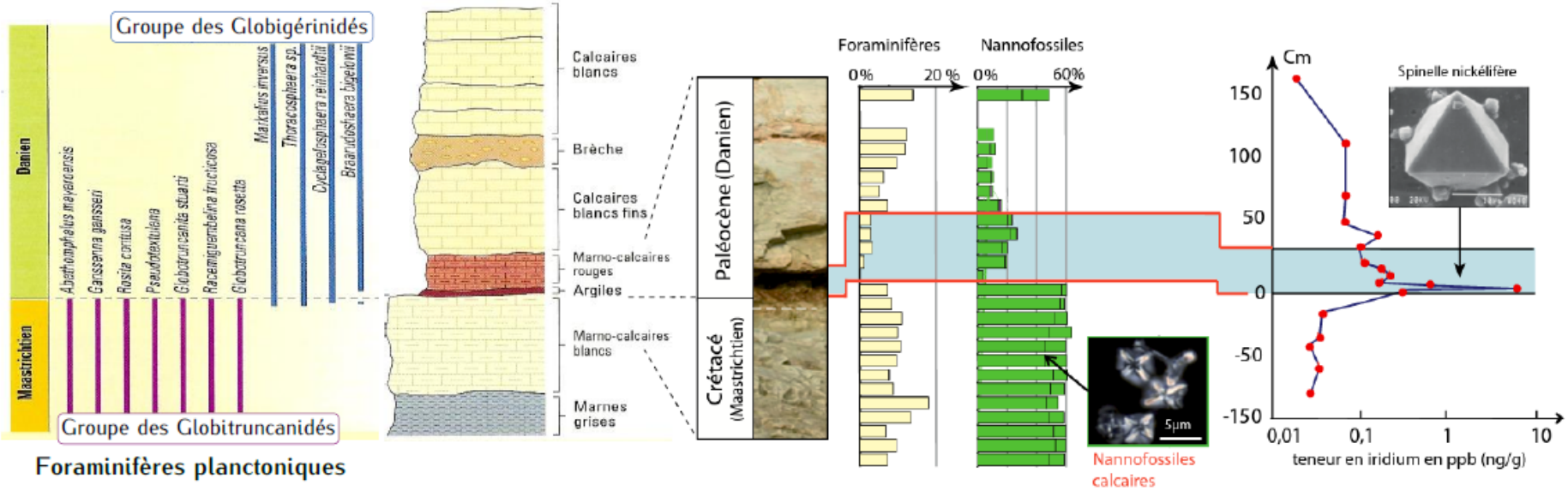



Anse du Cul-Rond Gneiss
2200
1800
1400
1000
600
discordia
a
0,4
0,3
0,2
0,1
0,0
0
2
4
6
8
$^{206}Pb/^{238}U$
$^{207}Pb/^{235}U$

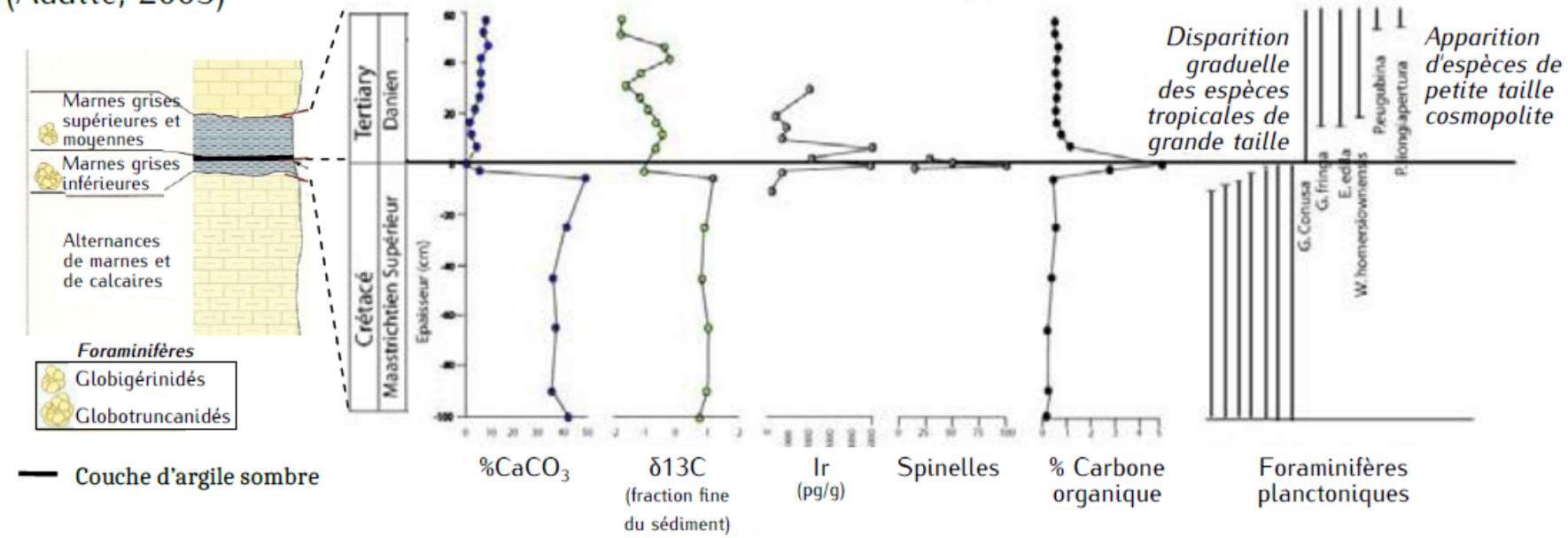

Anse du Cul-Rond Gneiss
2200
1800
1400
1000
600
discordia
Intercepts at
537 ± 22 & 2046 ± 5 Ma
MSWD = 0.74 ; N = 29
Concordia age:
547 ± 15 Ma
a
0,4
0,3
0,2
0,1
0,0
0
2
4
6
8
206Pb/238U
207Pb/235U

II. Etude d'une crise biologique : la crise Crétacé-Paléogène

A. Coupe de Bidart (France) : au Pays Basque, la profondeur d'un golfe profond a permis un enregistrement continu des évènements de la limite Crétacé-Tertiaire (K/T) en milieu marin.



B. Coupe d'El Kef (Tunisie) et critères définissant le GSSP de la limite Crétacé-Paléogène (Adatte, 2003)



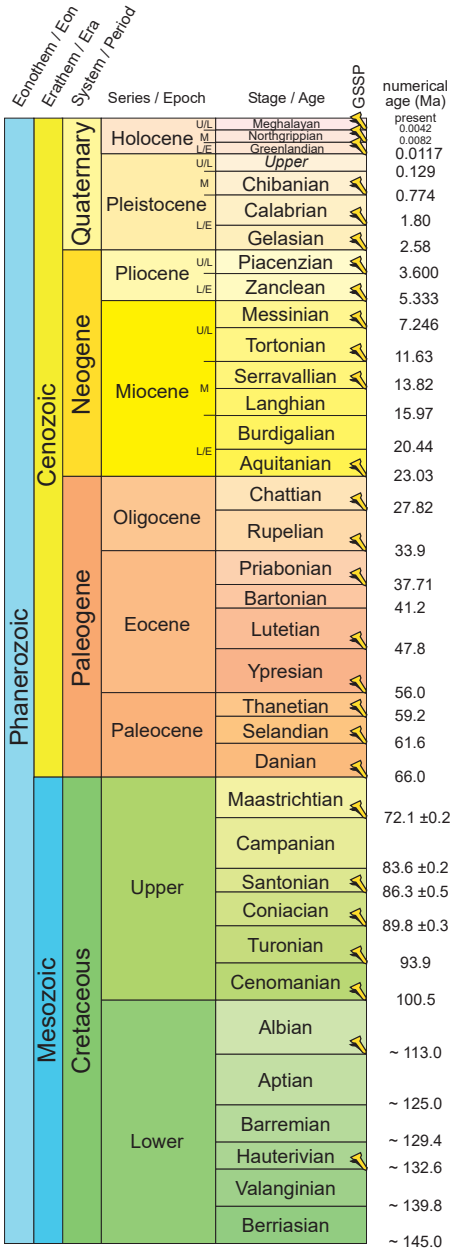
INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

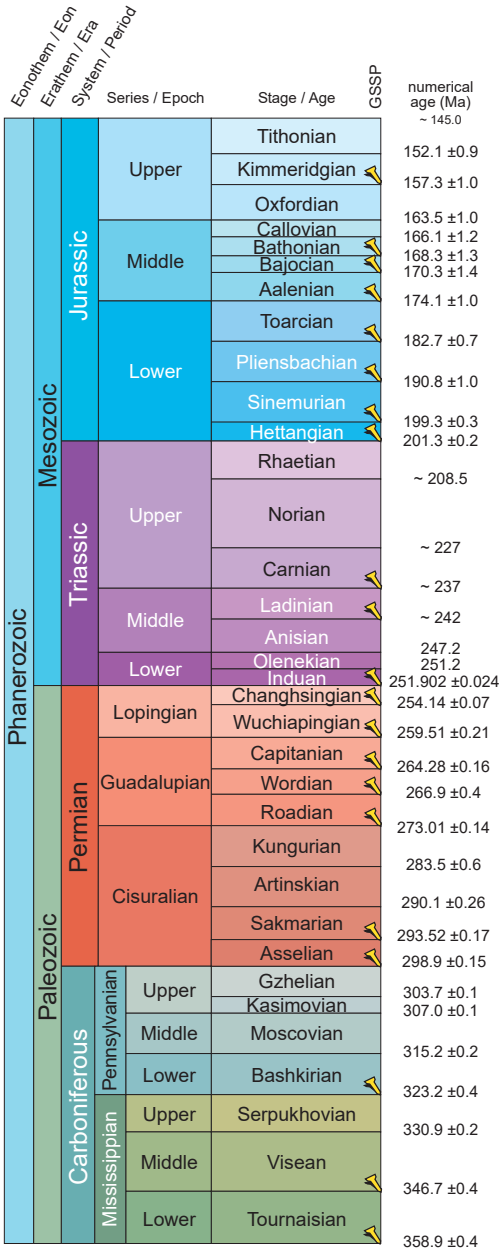
IUGS

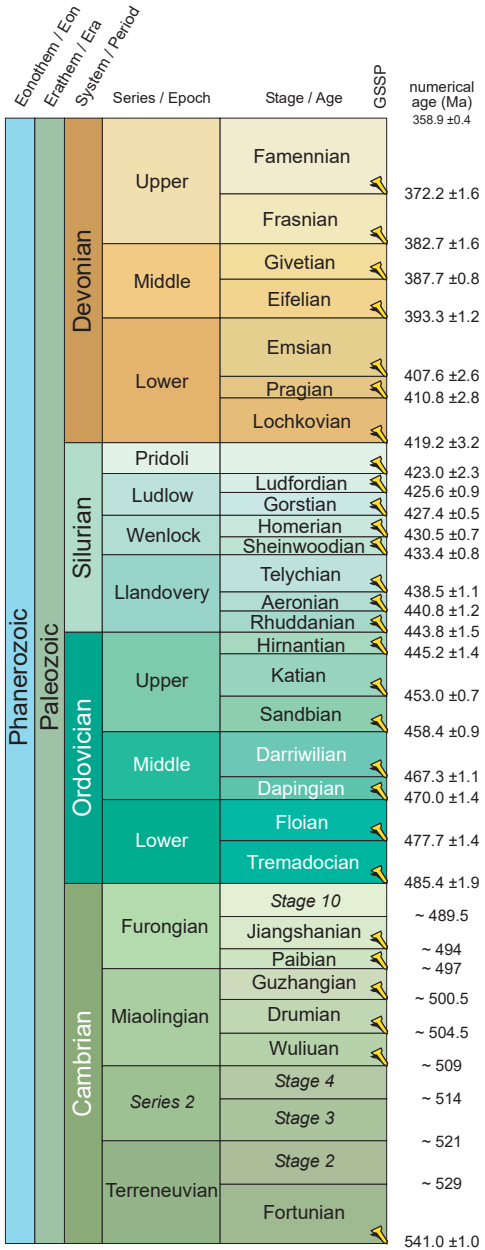
www.stratigraphy.org

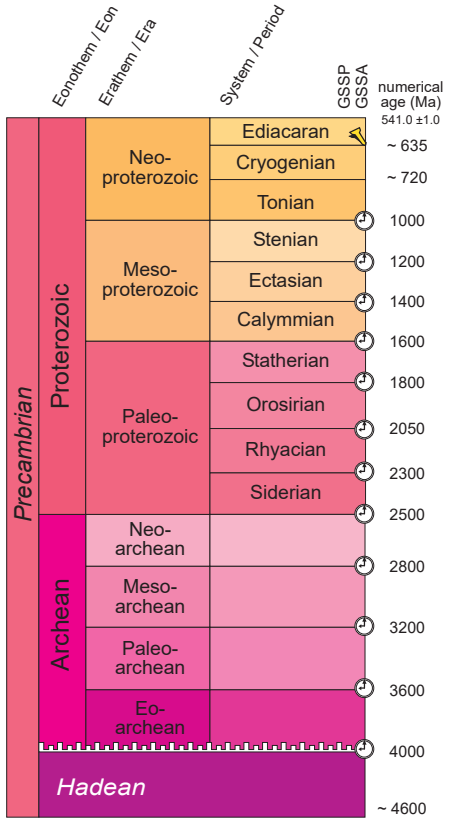
International Commission on Stratigraphy

v 2021/10









Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Italic fonts indicate informal units and placeholders for unnamed units. Versioned charts and detailed information on ratified GSSPs are available at the website http://www.stratigraphy.org. The URL to this chart is found below.

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (~) is provided.

Ratified Subseries/Subepochs are abbreviated as U/L (Upper/Late), M (Middle) and L/E (Lower/Early). Numerical ages for all systems except Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian are taken from 'A Geologic Time Scale 2012' by Gradstein et al. (2012), those for the Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian were provided by the relevant ICS subcommissions.

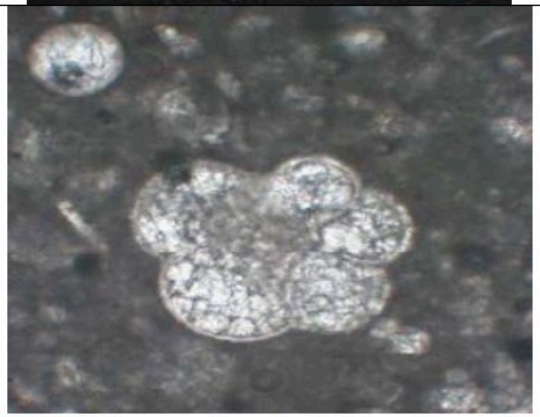
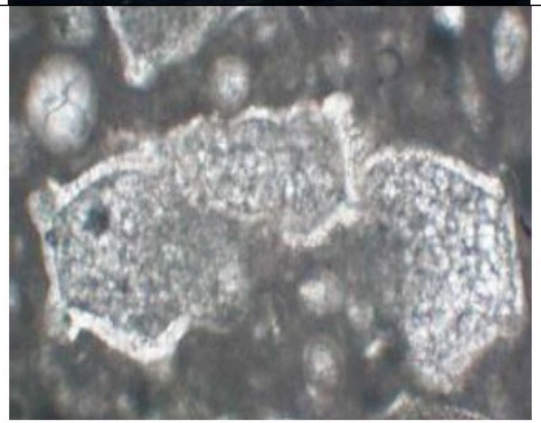
Colouring follows the Commission for the Geological Map of the World (www.ccgm.org)

Chart drafted by K.M. Cohen, D.A.T. Harper, P.L. Gibbard, N. Car
(c) International Commission on Stratigraphy, October 2021

To cite: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013; updated) The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204.

URL: http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2021-10.pdf

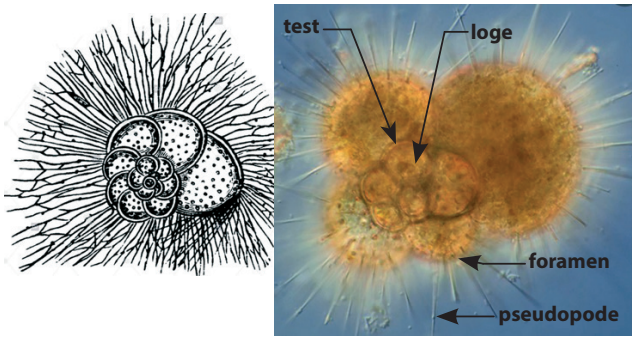
Planche pour identification de foraminifères dans une roche sédimentaire

Globigérinidés	Globotruncanidés	Hétérohélicidés
 (X100) Coupe d'un individu observé au microscope	 (X100) Coupe transversale d'un individu observé au microscope	(X100) Coupe longitudinale d'un individu observé au microscope
Les **Globigérinidés** sont caractérisés par de petites loges rondes et perforées qui s'enroulent en spirale irrégulière autour d'un axe central formant un ombilic. D'un côté, l'ombilic est occupé par un orifice, le foramen. De l'autre, il est occupé par des loges de petite taille, alors que celles de plus gros diamètre sont situées à la périphérie.	Les **Globotruncanidés** présentent une face conique avec un sommet aplati, l'apex (angle >90°) et une face en creux qui cerne un orifice, le foramen. Les loges sont anguleuses, bordées par un bourrelet épais, la carène, et s'enroulent en spirale autour d'un axe. Le plan de coupe au microscope est perpendiculaire aux vues du haut	Les **Hétérohélicidés** sont de forme conique avec un sommet, l'apex, faisant un angle inférieur à 90°. Les loges sont de plus en plus grosses du sommet à la base du cône. Il peut y avoir une, deux ou plusieurs rangées de loges qui se répartissent le long, de part et d'autre ou autour de l'axe

Foraminifères

Unicellulaires marins caractérisés par un *test à plusieurs loges* percé de nombreuses *perforations* (= foramen) d'où sortent des expansions cellulaires nommées pseudopodes à rôle variés (phagocytose, suspension…)

Globigérine actuelle

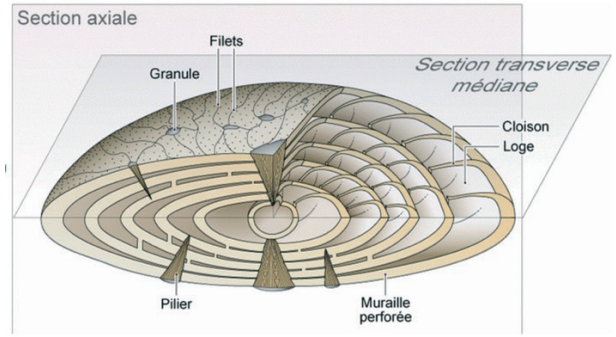


Un ***test*** diffère d'une coquille car il est en *position corticale* (*ici sous la membrane plasmique*) et non extérieure.

➡ ***Panphanérozoïque mais quelques espèces notables***

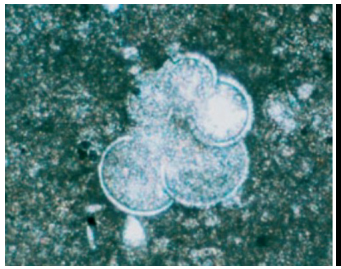
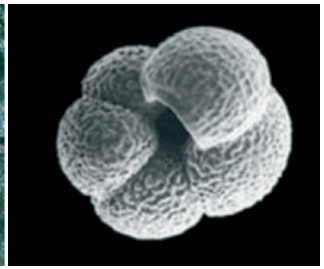
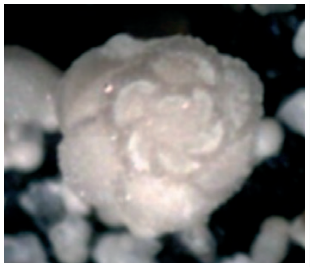
• **Foraminifères benthiques** = vivant sur le fond (milli à centimétriques)

Ex : Nummulites du Paléogène en forme de pièces de monnaie



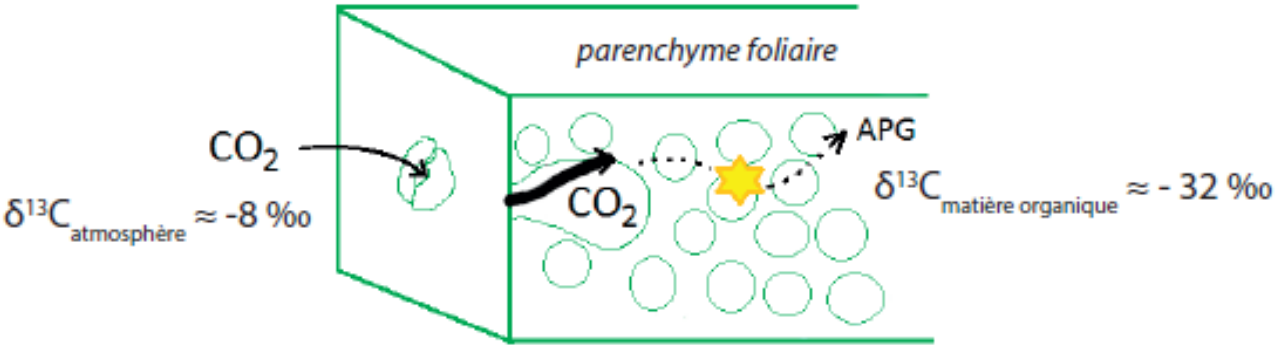
• **Foraminifères planctoniques** = en suspension dans la masse d'eau (< 1mm)

- *Globotruncanidés* à test caréné abondants au Mésozoïque
- *Globigérinidés* à test arrondi abondants au Cénozoïque

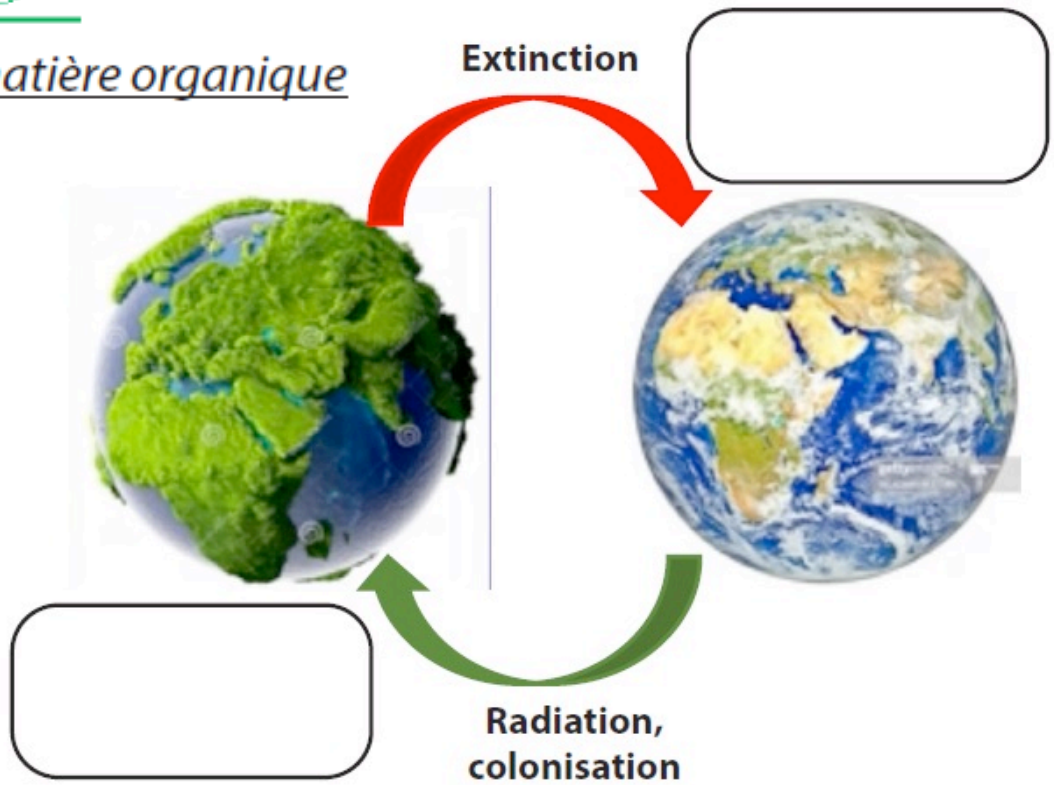
Paléocène inférieur **Globigérine** (20 µm) à test arrondi	 
Crétacé supérieur **Globotruncana** (500 µm) à test caréné	

$$\delta^{13}C = [[(^{13}C/^{12}C)_{\text{échantillon}} - (^{13}C/^{12}C)_{\text{standard}}] / (^{13}C/^{12}C)_{\text{standard}}] \times 10^3$$

L'enzyme (Rubisco) fixant
le carbone atmosphérique (CO_2)
sur la matière organique (APG)
fractionne les isotopes du carbone :
le ^{12}C est plus fixé que le ^{13}C

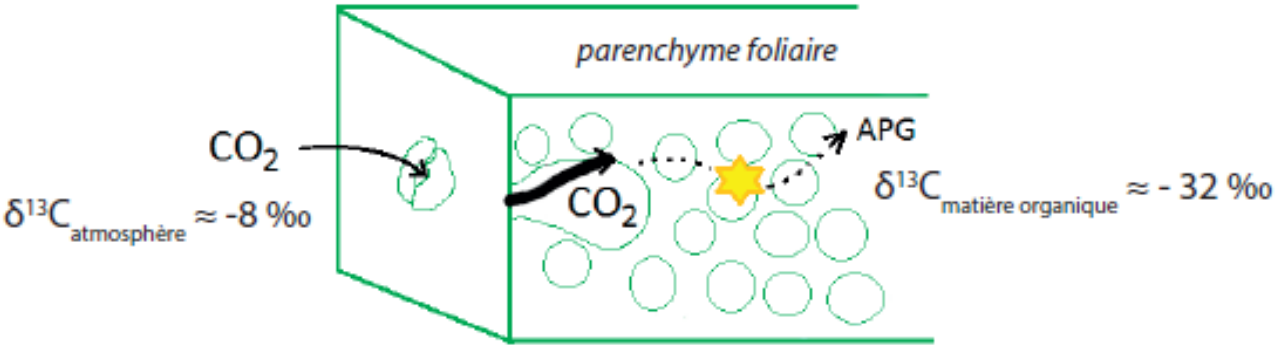


Fractionnement isotopique dans la matière organique

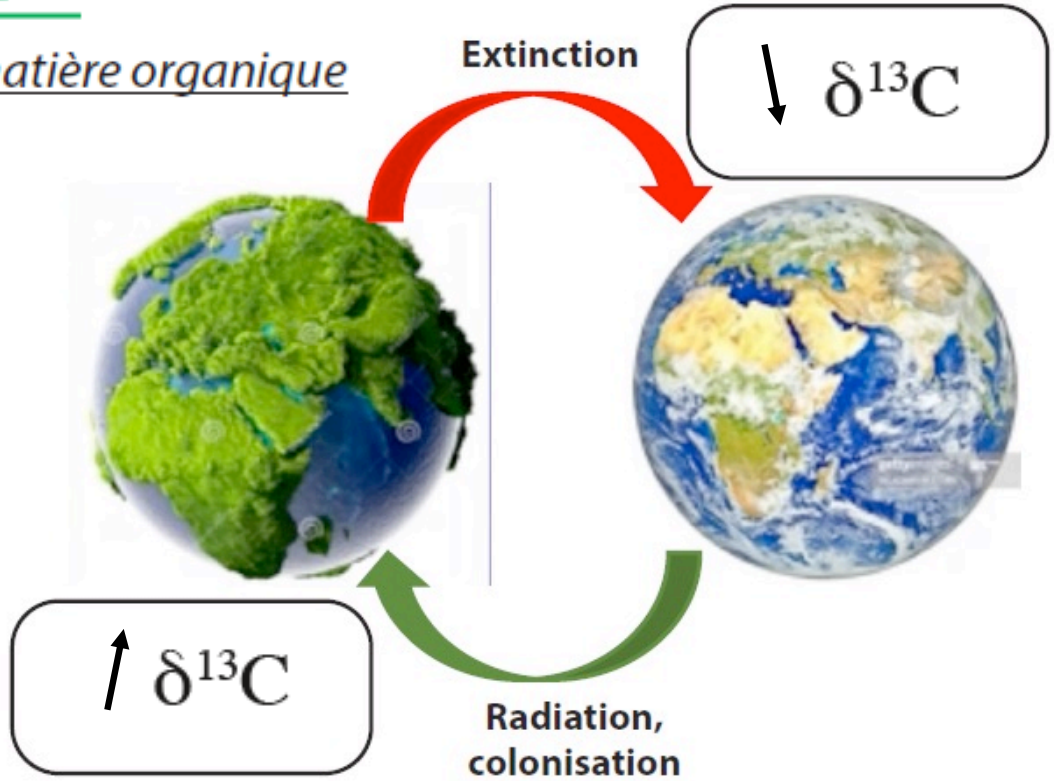


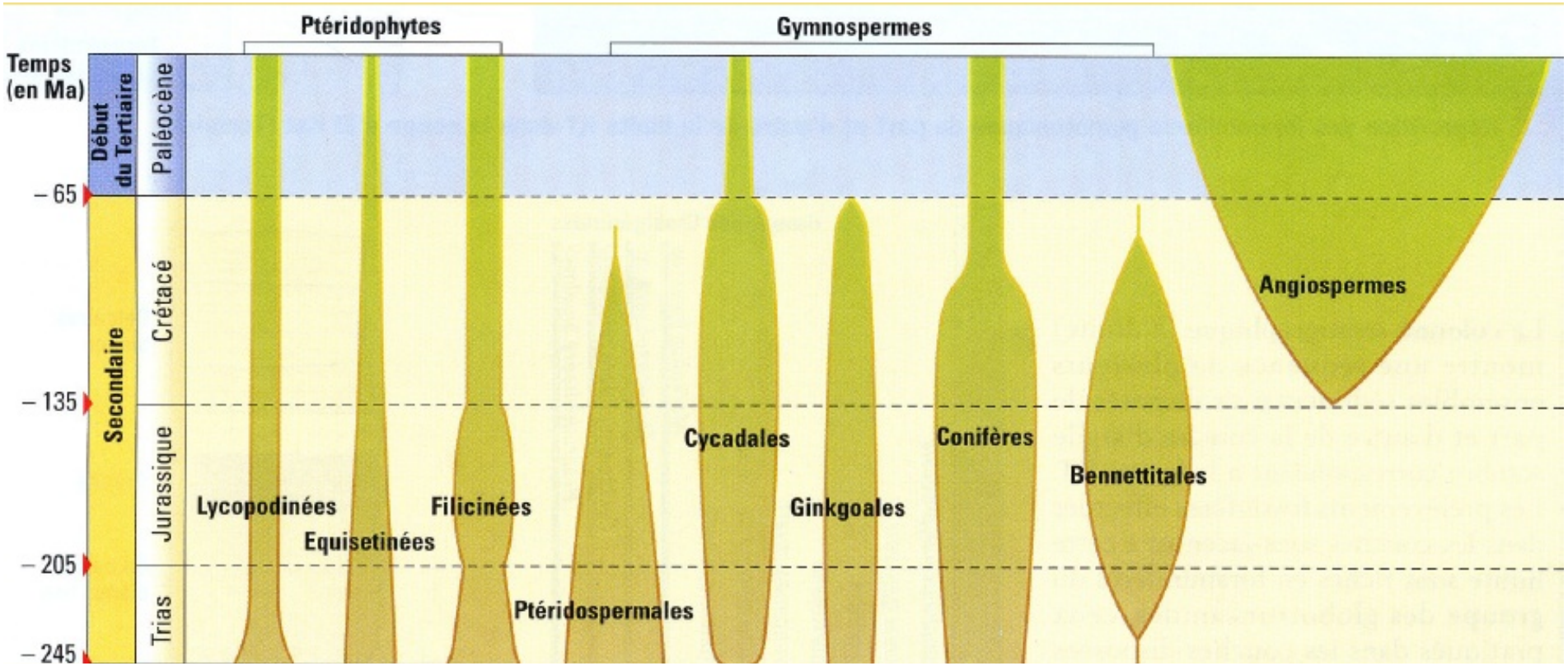
$$\delta^{13}C = [[(^{13}C/^{12}C)_{\text{échantillon}} - (^{13}C/^{12}C)_{\text{standard}}] / (^{13}C/^{12}C)_{\text{standard}}] \times 10^3$$

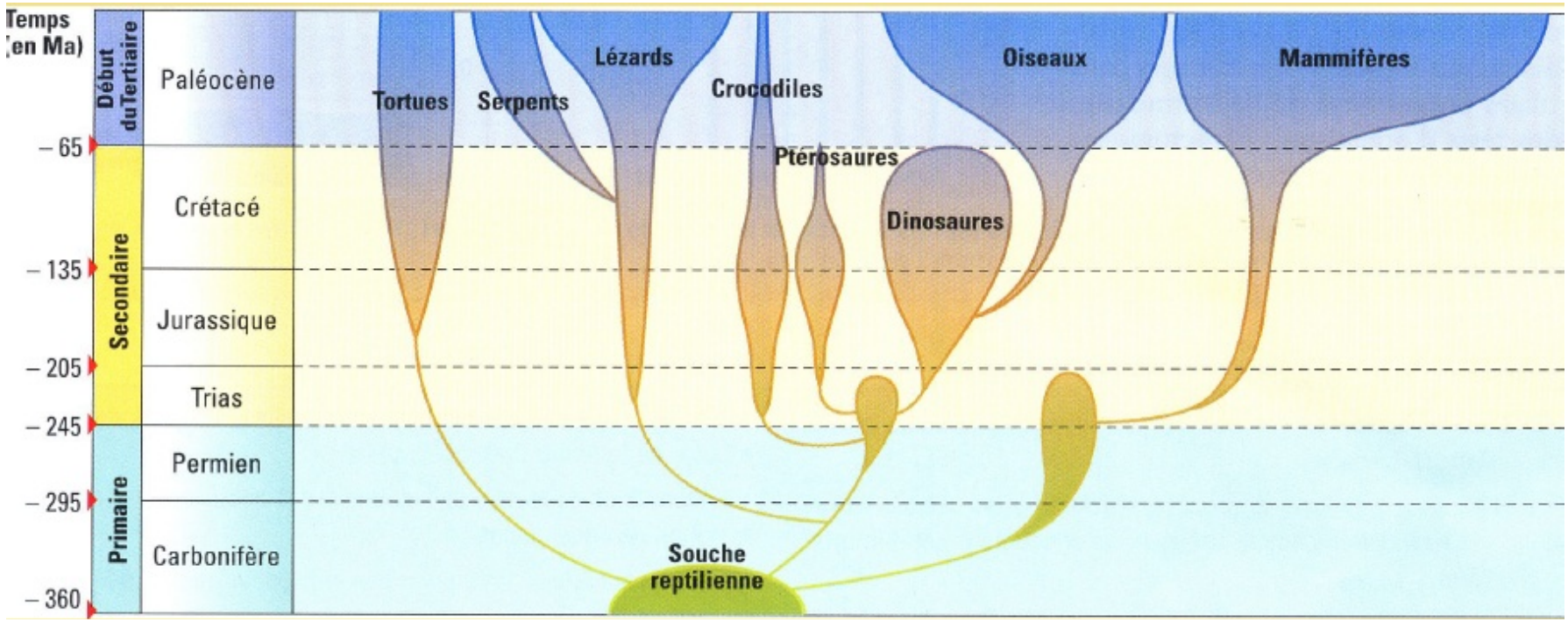
L'enzyme (Rubisco) fixant
le carbone atmosphérique (CO_2)
sur la matière organique (APG)
fractionne les isotopes du carbone :
le ^{12}C est plus fixé que le ^{13}C

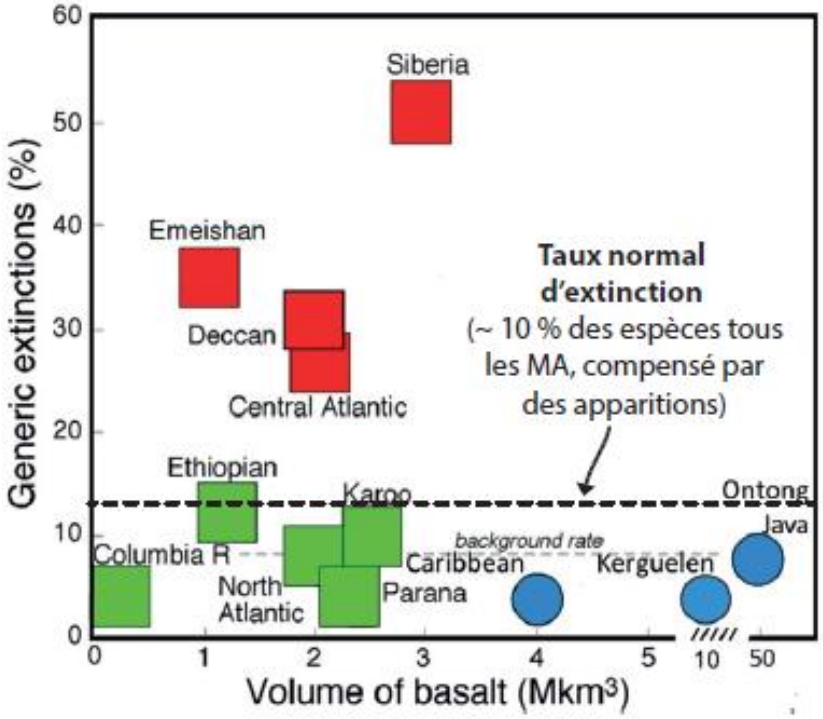


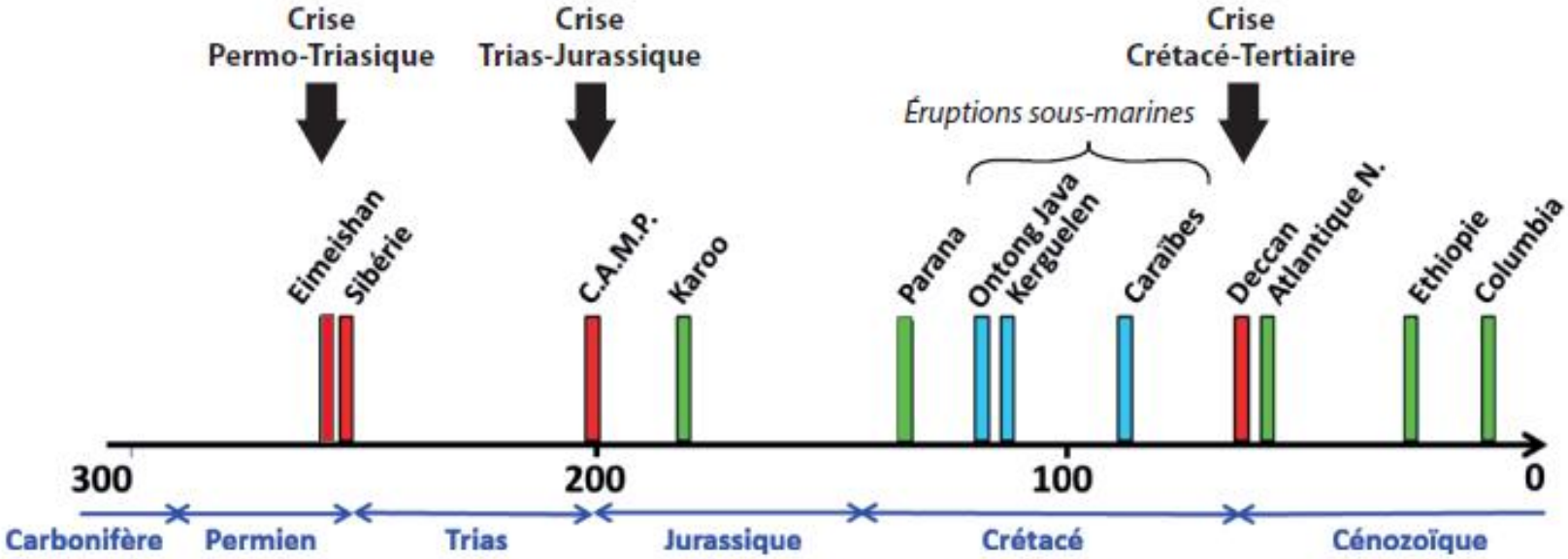
Fractionnement isotopique dans la matière organique




Ptéridophytes
Gymnospermes
Temps (en Ma)
Début du Tertiaire
Paléocène
– 65
Secondaire
Crétacé
– 135
Jurassique
– 205
Trias
– 245
Lycopodinées
Equisetinées
Filicinées
Ptéridospermales
Cycadales
Ginkgoales
Conifères
Bennettitales
Angiospermes


Temps (en Ma)
Début du Tertiaire
Paléocène
– 65
Secondaire
Crétacé
– 135
Jurassique
– 205
Trias
– 245
Primaire
Permien
– 295
Carbonifère
– 360
Tortues
Serpents
Lézards
Crocodiles
Ptérosaures
Dinosaures
Oiseaux
Mammifères
Souche reptilienne



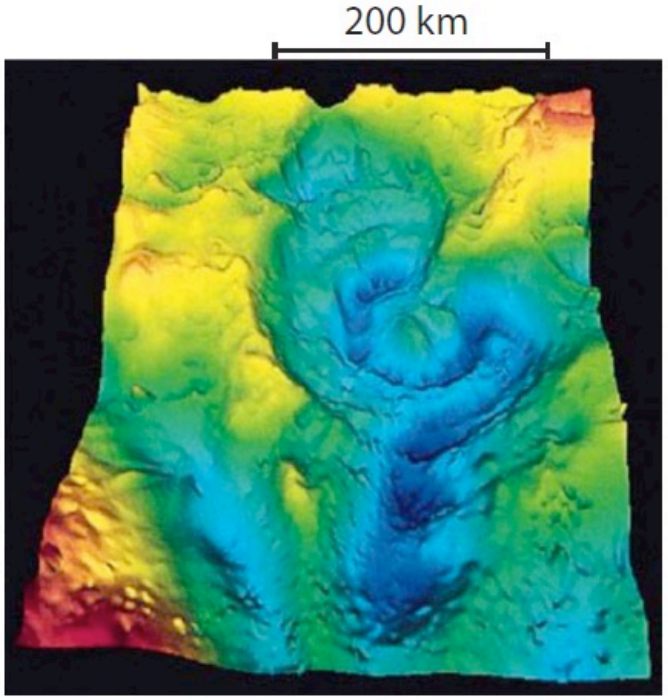


Datation, pourcentage d'extinction et volume de basaltes enregistrés lors de 12 épisodes de volcanisme paroxysmal des 300 derniers Ma

Répartition des sites à anomalie positive en iridium et à quartz choqués.
Les masses continentales sont représentées dans la position où elles se trouvaient à la limite Crétacé-Paléogène.

Quartz choqué = cristal de quartz déformé sous l'effet d'une haute pression liée à une onde choc.

Remarque : une météorite, d'un diamètre fixé, atteignant la surface terrestre est responsable d'un cratère d'impact de taille 20 fois supérieur.



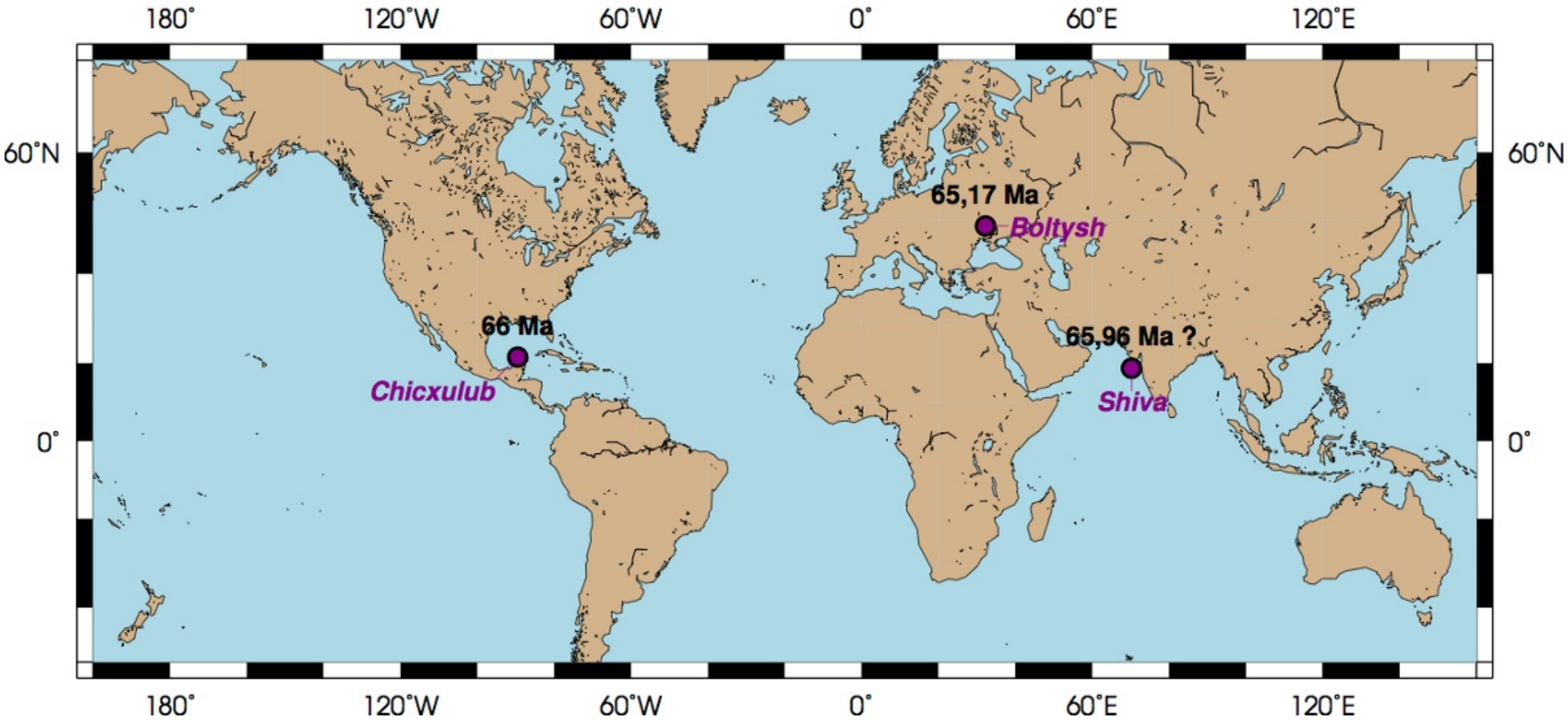
-21 mGal
Anomalie négative de gravité
→ Déficit de masse en profondeur

+50 mGal
Anomalie positive de gravité
→ exces de masse en profondeur

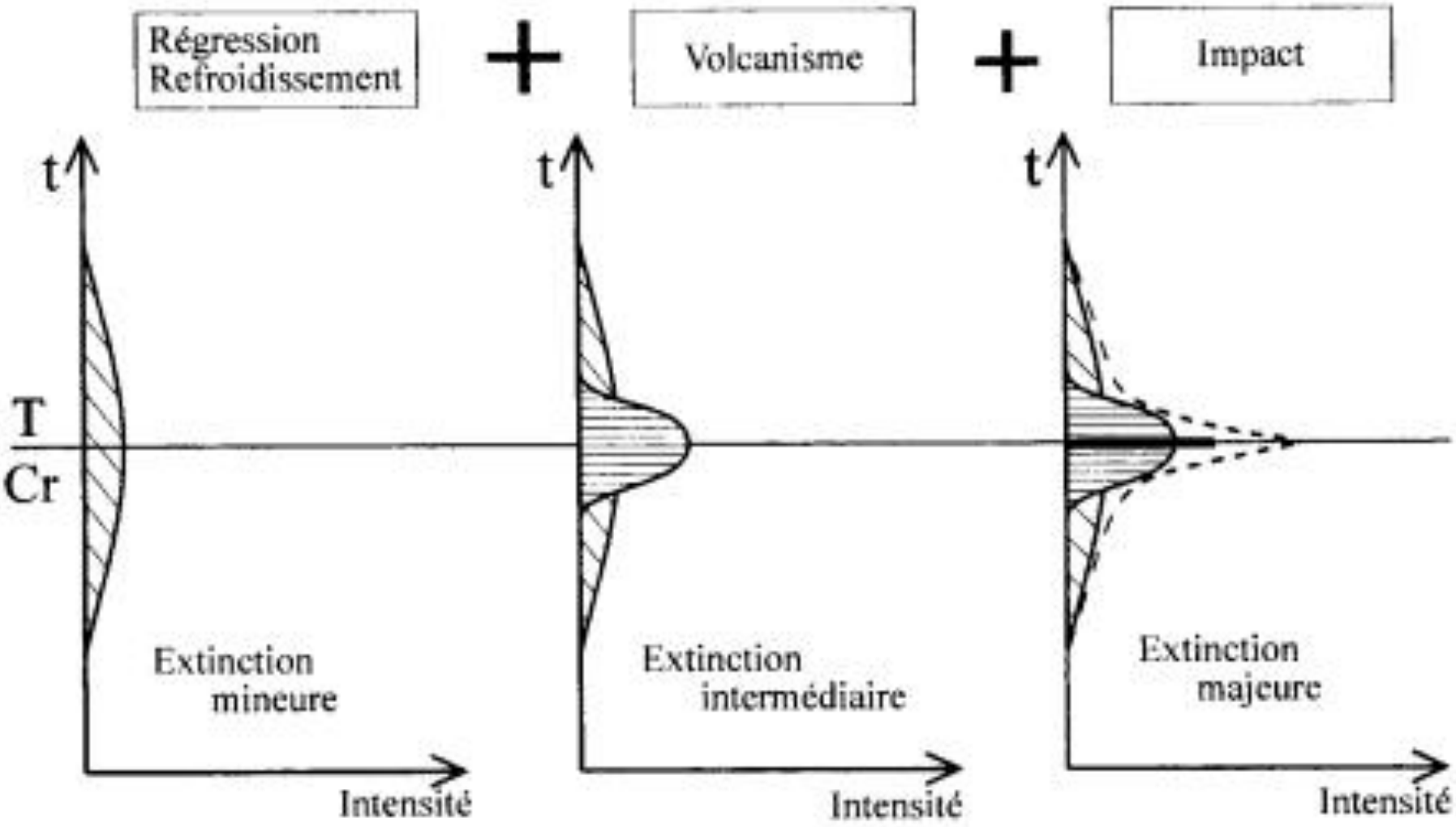
Anomalie gravimétrique de Bouguer sur le site de Chicxulub

Les anomalies mesurées ne montrent aucune relation avec le relief actuel, quasi-plat. Le déficit de masse serait dû à la présence de brèches (roches sédimentaires détritiques peu denses) et à une importante fracturation des roches sous-jacentes.

Impacts hypothétiques de la limite K-Pg

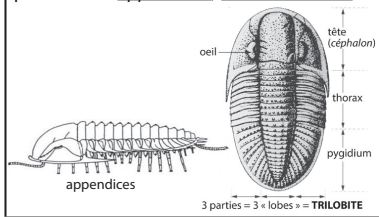


https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/limite-K-Pg-meteorite.xml#meteorite-iridium

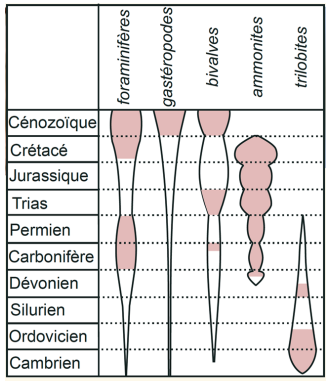

Régression
Refroidissement
+
Volcanisme
+
Impact
t
t
t
T
Cr
Extinction
mineure
Extinction
intermédiaire
Extinction
majeure
Intensité
Intensité
Intensité

NOM DU GROUPE, CARACTÉRISTIQUES	EXEMPLES DE FOSSILE STRATIGRAPHIQUE ET ÂGE

Arthropodes TRILOBITES :
corps *métamérisé* (= découpé en segments portant des *appendices*) *divisé en 3 lobes*.



➡ ***Panpaléozoique***
- Apparaissent dès le début du phanérozoïque
- Disparaissent à la crise PT



Mollusques GASTÉROPODES :
Coquille univalve dorsale torsadée

Ex :
Bigorneau, Escargot,
Limnée d'eau douce

➡ ***Panphanérozoïque***
- Peu de fossiles stratigraphiques
- Nombreux fossiles de faciès

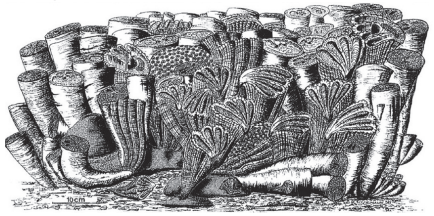
Ex :
Planorbes + Limnées ➞ eau douce
Escargot ➞ milieu continental

Mollusques BIVALVES
Coquille à 2 valves
(*Ex : Moule, Huitre, Pecten…*)

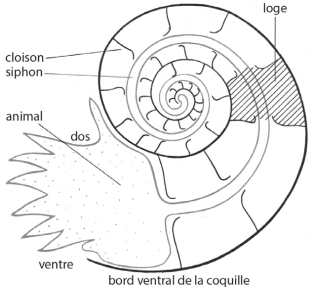
➡ ***Panphanérozoïque***

Les **Rudistes** (= *Hippurites*), bivalves récifaux asymétriques à coquille épaisse, sont plus des ***fossiles de faciès*** témoignant d'un milieu marin chaud peu profond que des fossiles stratigraphiques.

Leur existence s'étale du Jurassique supérieur à la crise Crétacé-Tertiaire qui les voit disparaître avec Ammonites et Dinosaures.

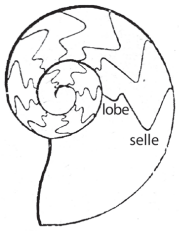


Mollusques Céphalopodes AMMONOÏDES
(= **Ammonites** au sens large), apparentés aux Nautiles actuels.

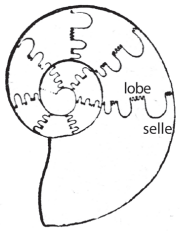


Coquille univalve plus ou moins enroulée dont seule la dernière loge était occupée par l'animal (les autres assuraient la flottaison), les sutures (prolongements externes des cloisons entre les loges) montrent une géométrie qui se complique avec le temps et renforce la coquille.

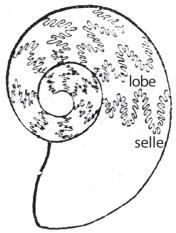
- **Goniatites** (*gone = angle, ex polygone*) du ***Paléozoique*** : sutures droites ou courbes nommées ***selles*** (*vers l'avant*) et ***lobes*** (*vers l'arrière*),
- **Cératites** du ***Trias*** : suture à ***selles*** non divisés et ***lobes*** divisés,
- **Ammonites** (*au sens strict*) du ***Jurassique*** et du ***Crétacé*** : lobes + selles persillées.



Goniatites

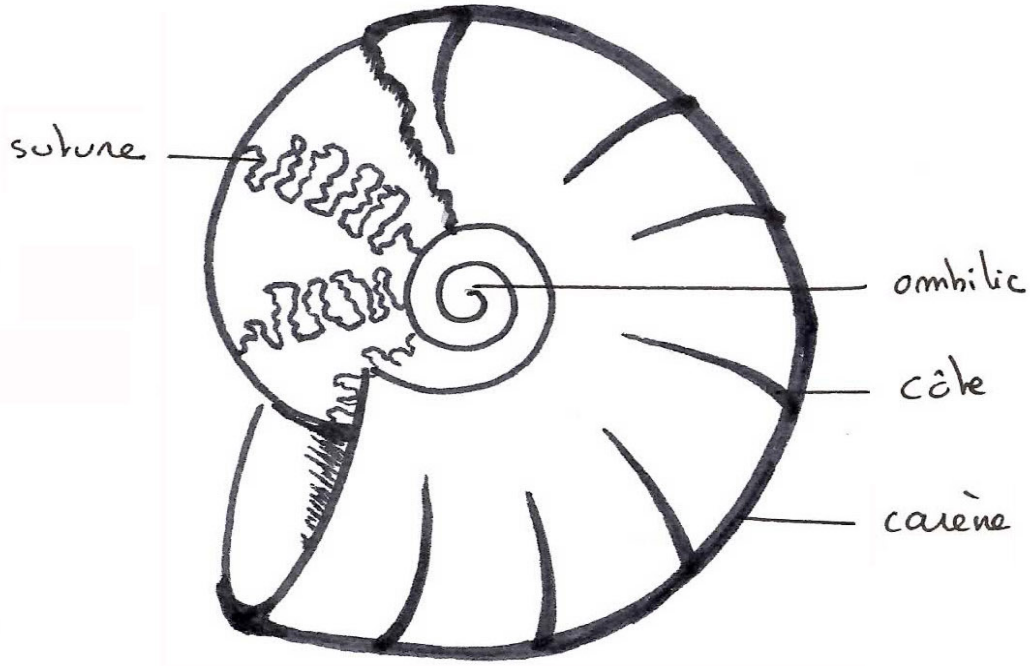


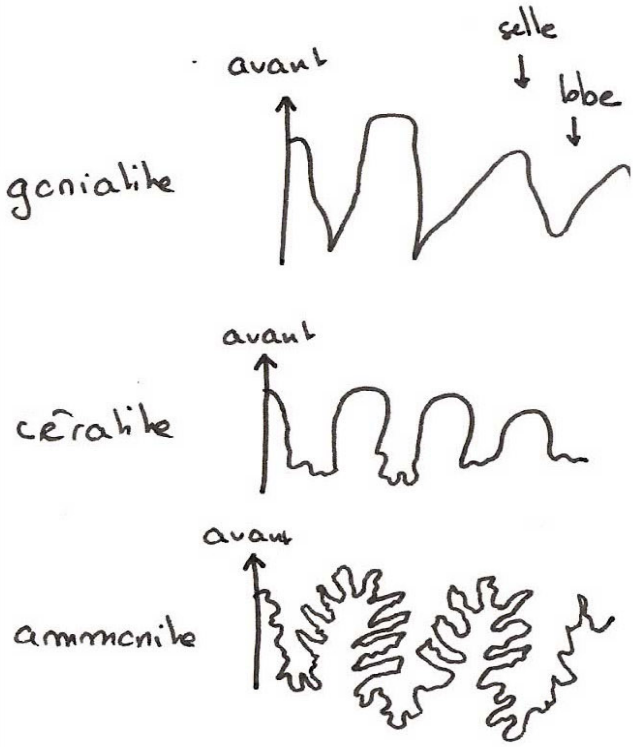
Cératites



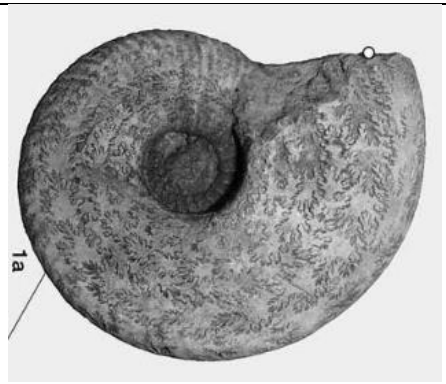
Ammonites

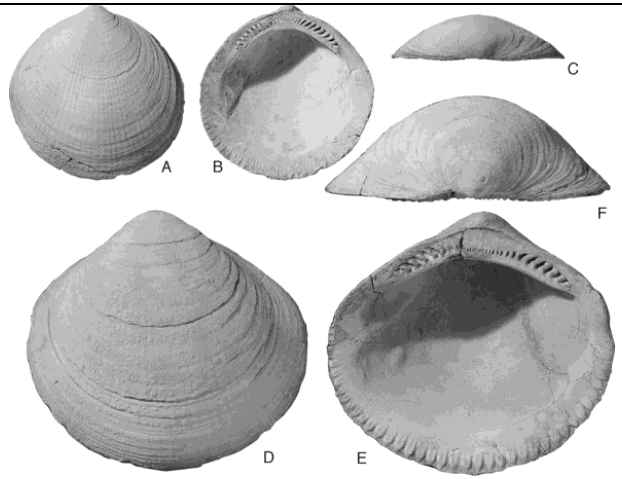
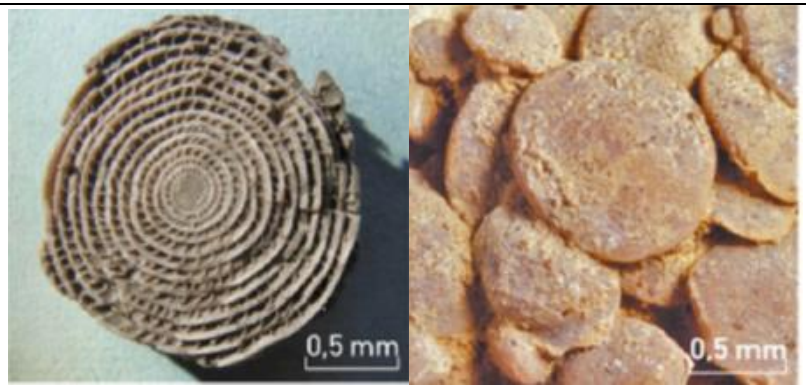
- **les goniatites** : les sutures sont simples et présentent des angles aigus.
- **les cératites** : les selles sont lisses alors que les lobes sont découpés.
- **les ammonites** : les selles et les lobes ont un aspect persillé.





Exemplaire du fossile (à légender) et nom du taxon	Informations stratigraphiques	Informations paléoenvironnementales
 Nom :		
 Nom :		

 Nom :		
 Nom :		

 Nom :		
 Nom :		
 Nom :		