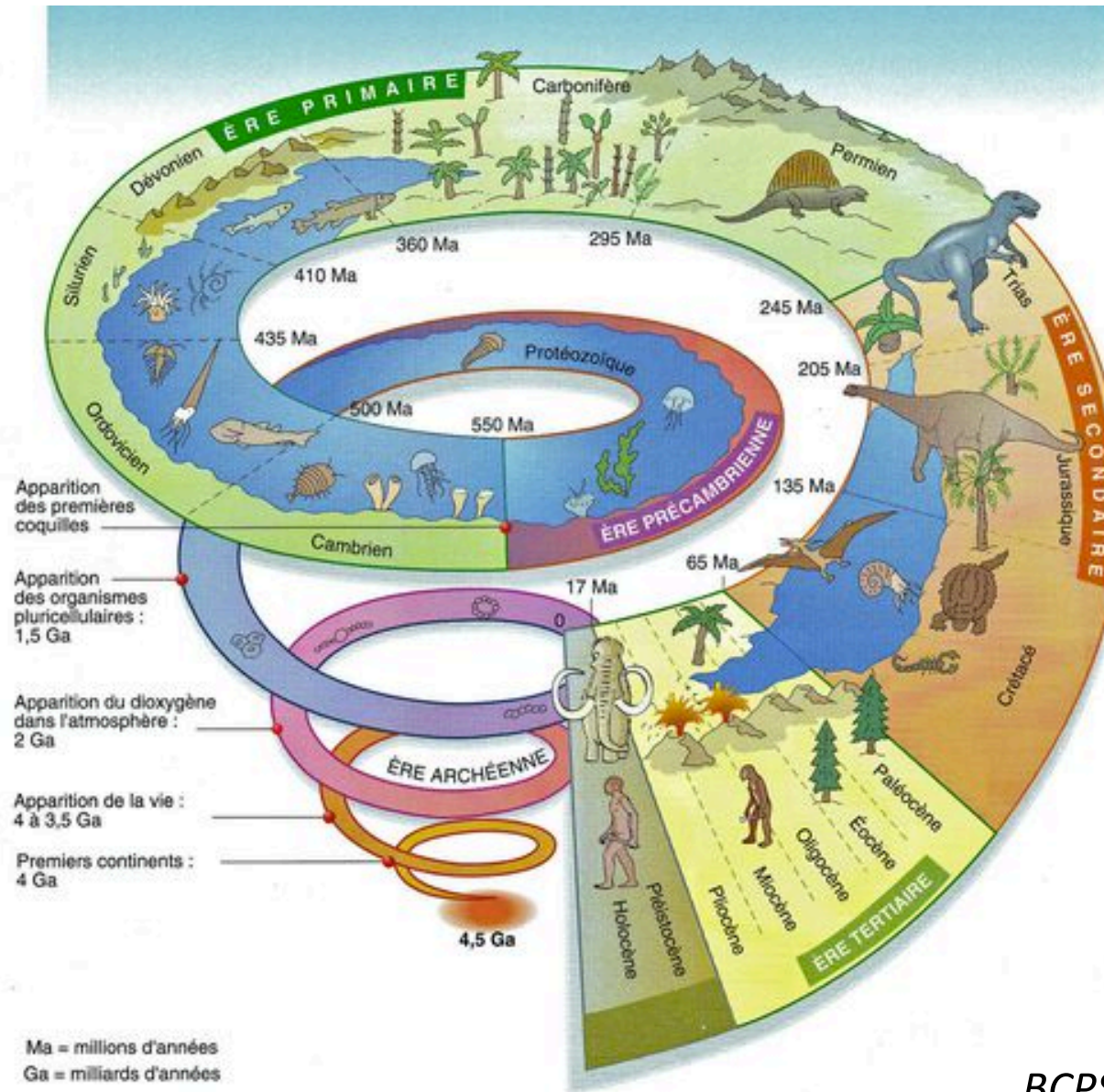


# TP ST-H

## MESURE DU TEMPS EN GÉOLOGIE



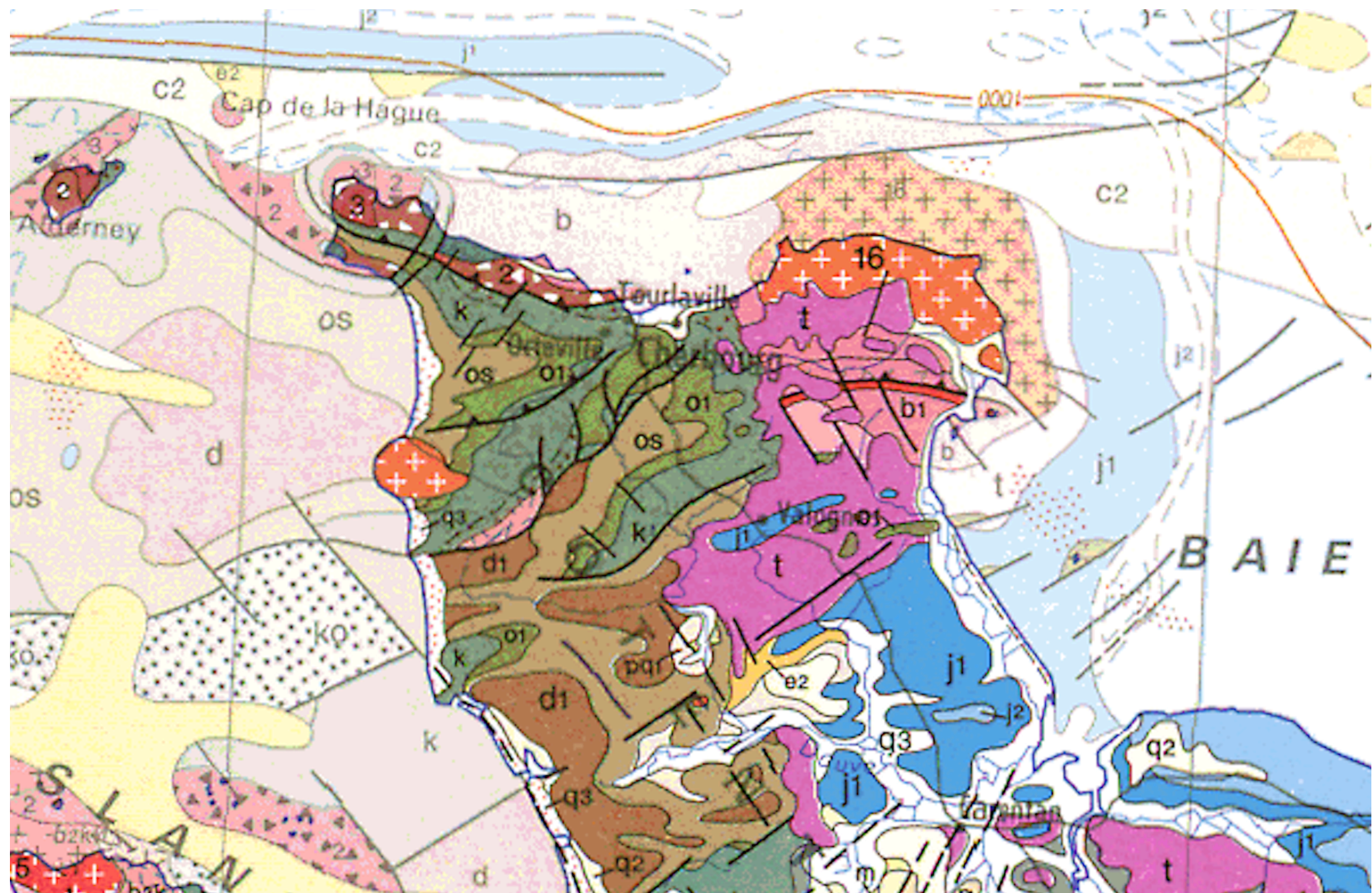
# I. Reconstitution de l'histoire géologique de la région de Flamanville

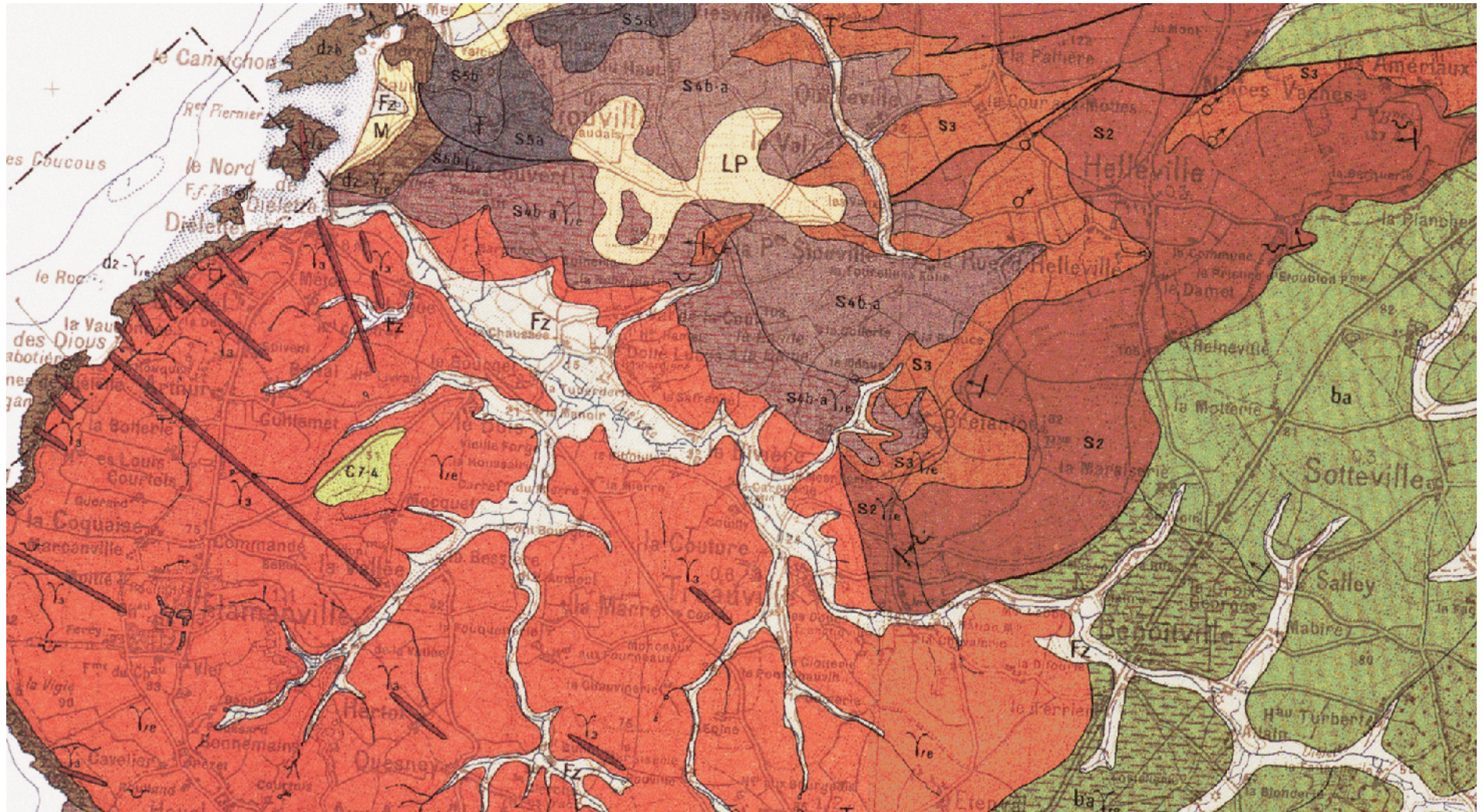


# I. Reconstitution de l'histoire géologique de la région de Flamanville

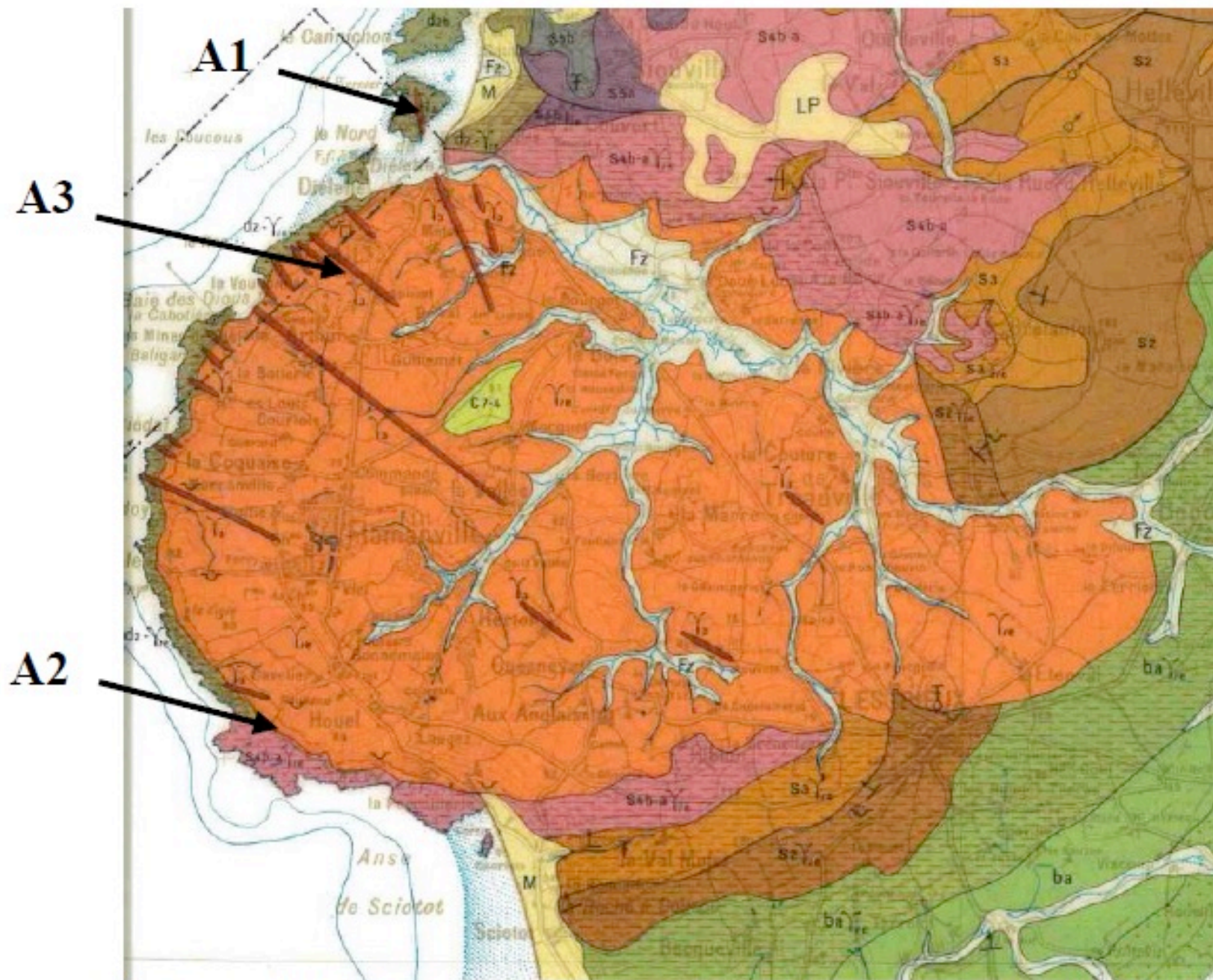
carte de Cherbourg











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



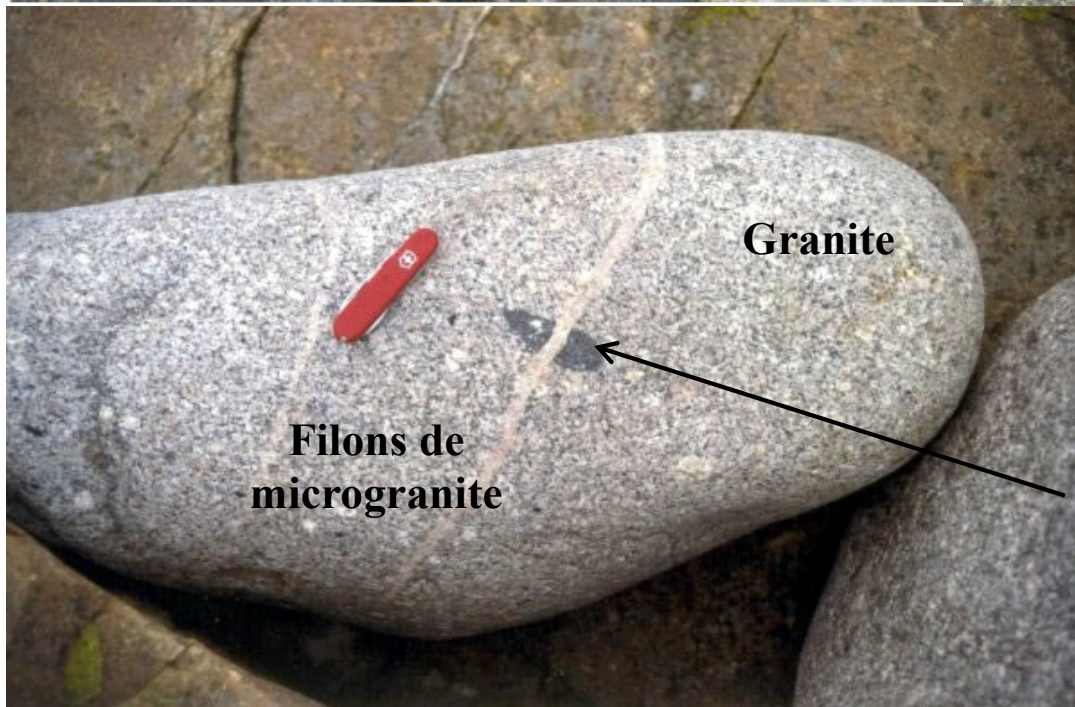
**Roches de l'encaissant**

**Filons de microgranite**



**Granite**

**Roches de l'encaissant**

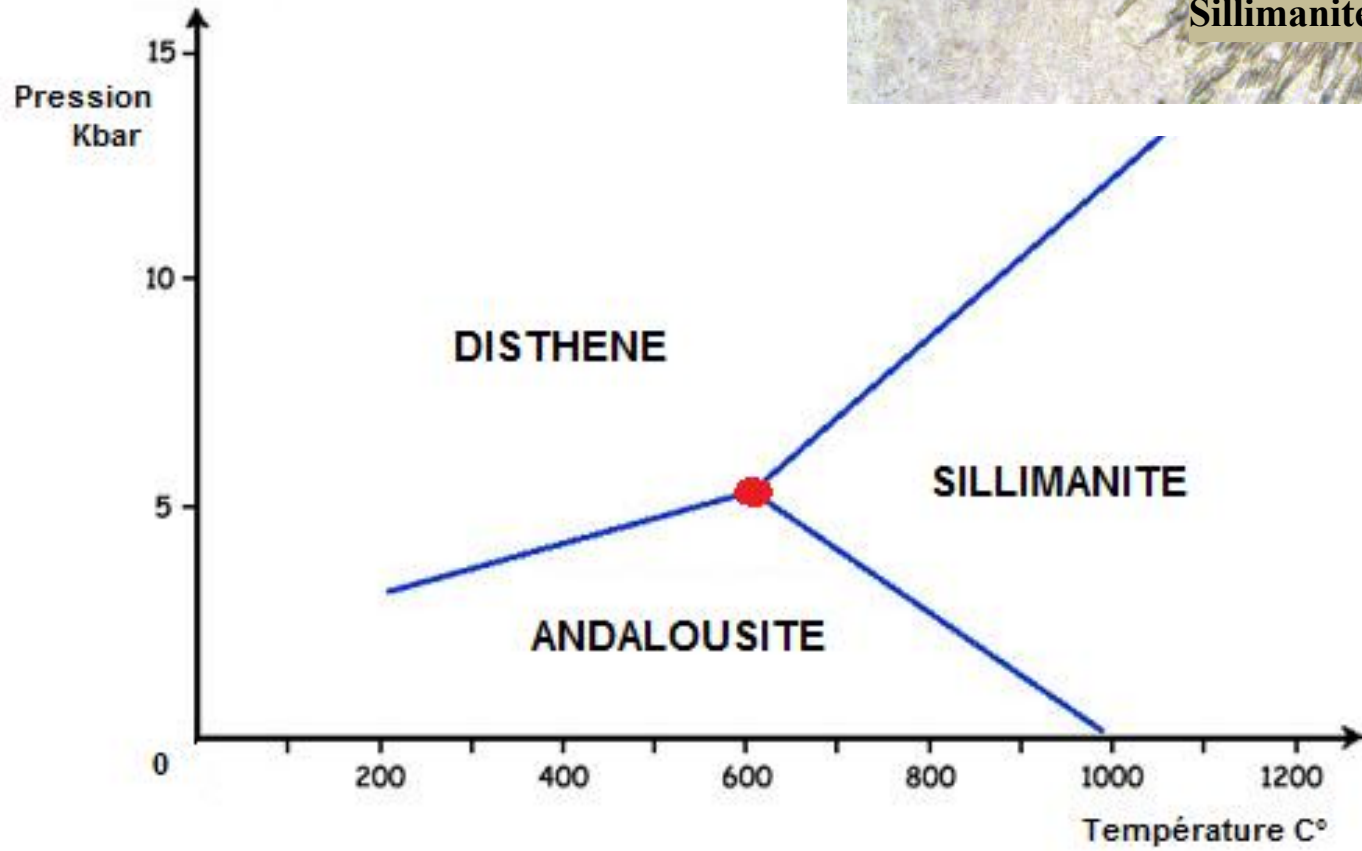
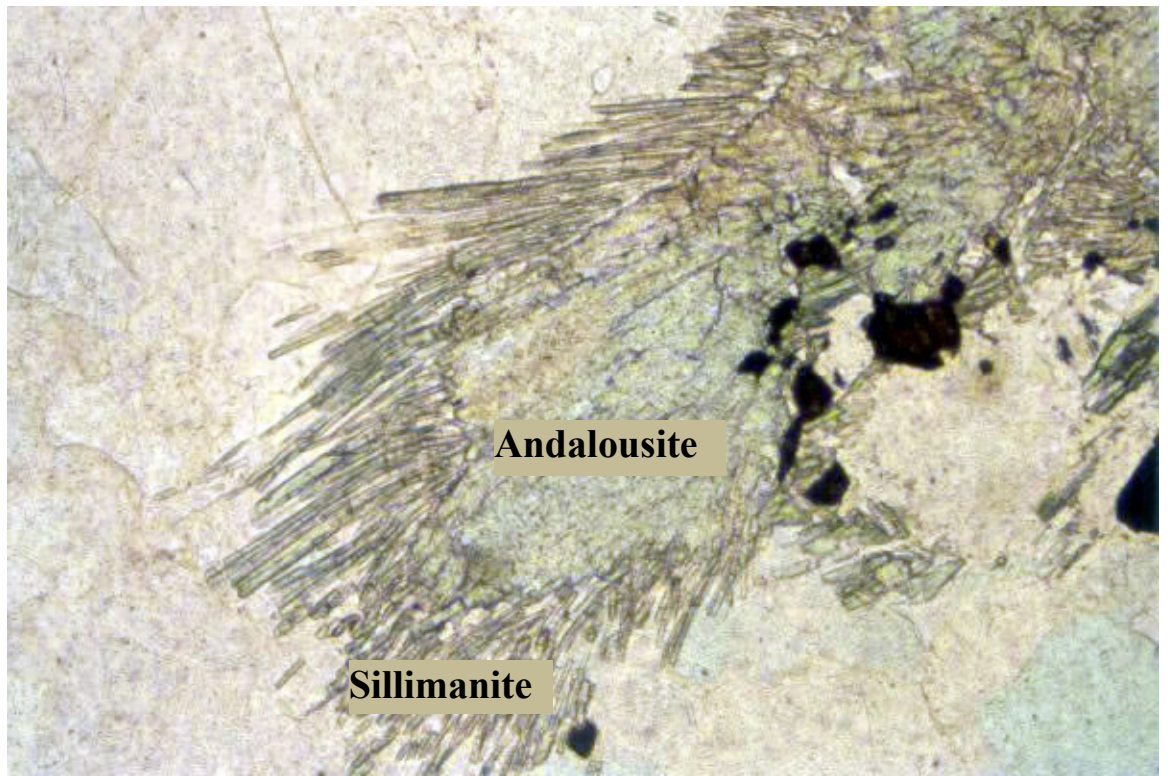


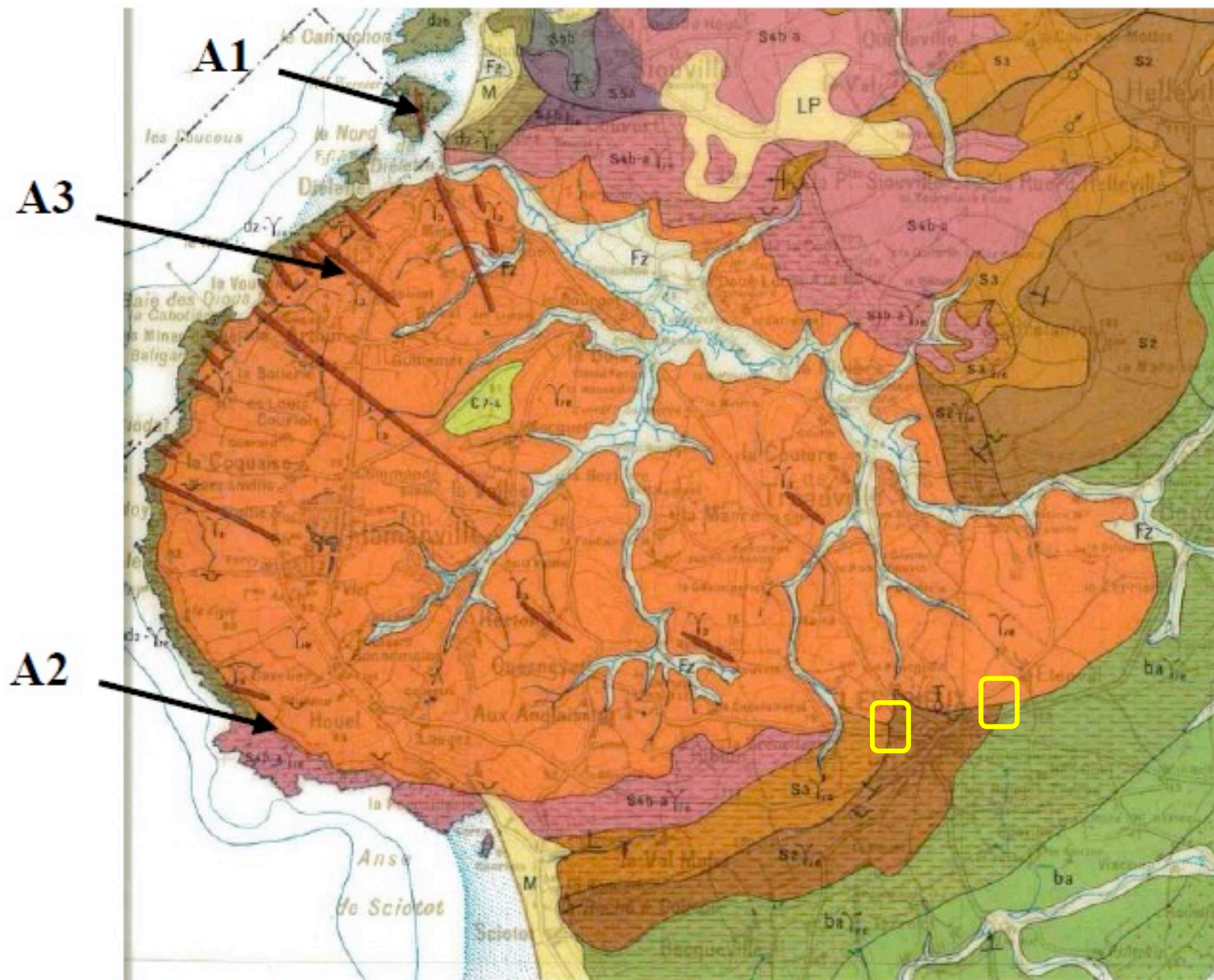
**Filons de microgranite**

**Granite**

**Roches de l'encaissant**



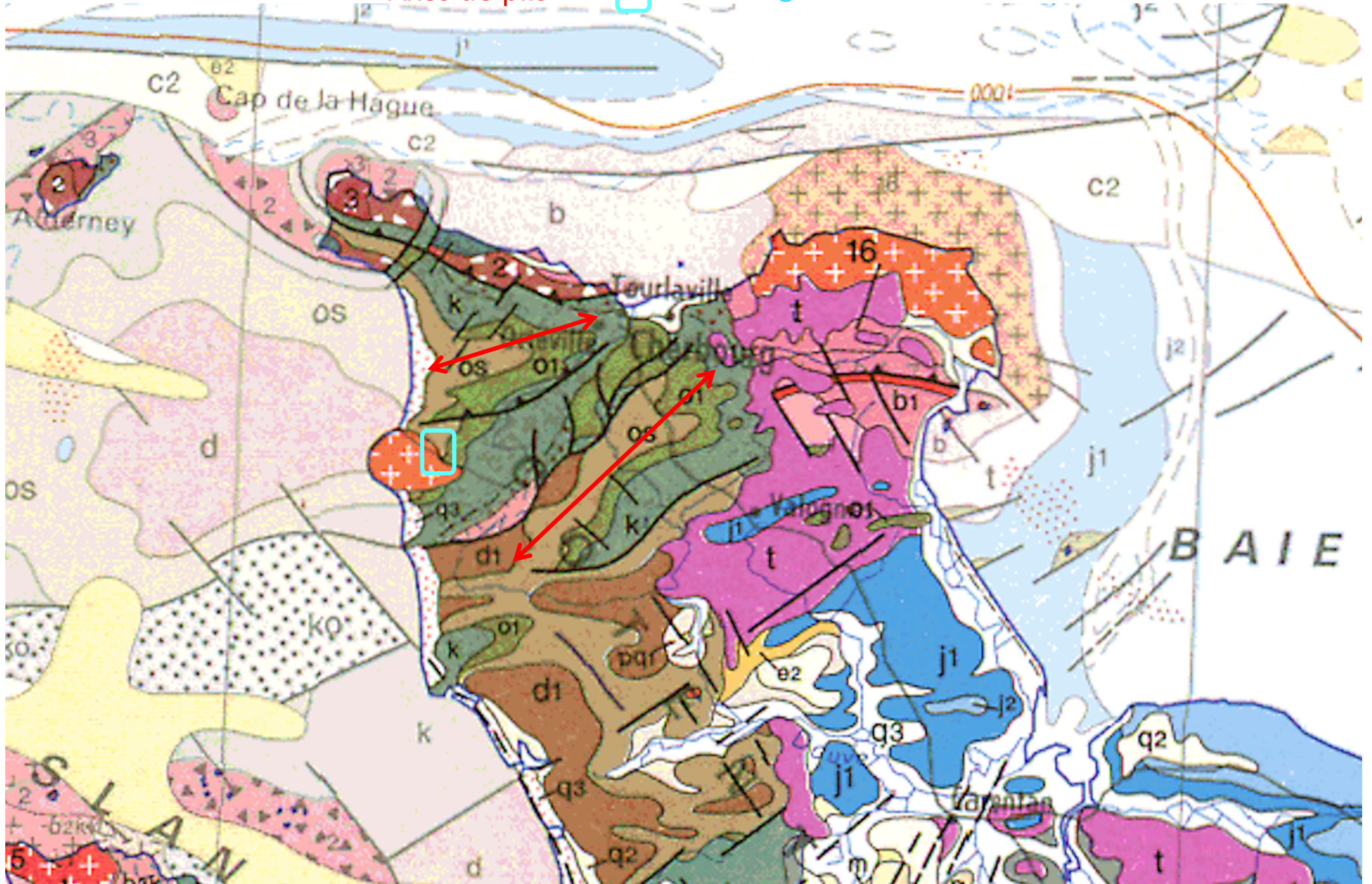


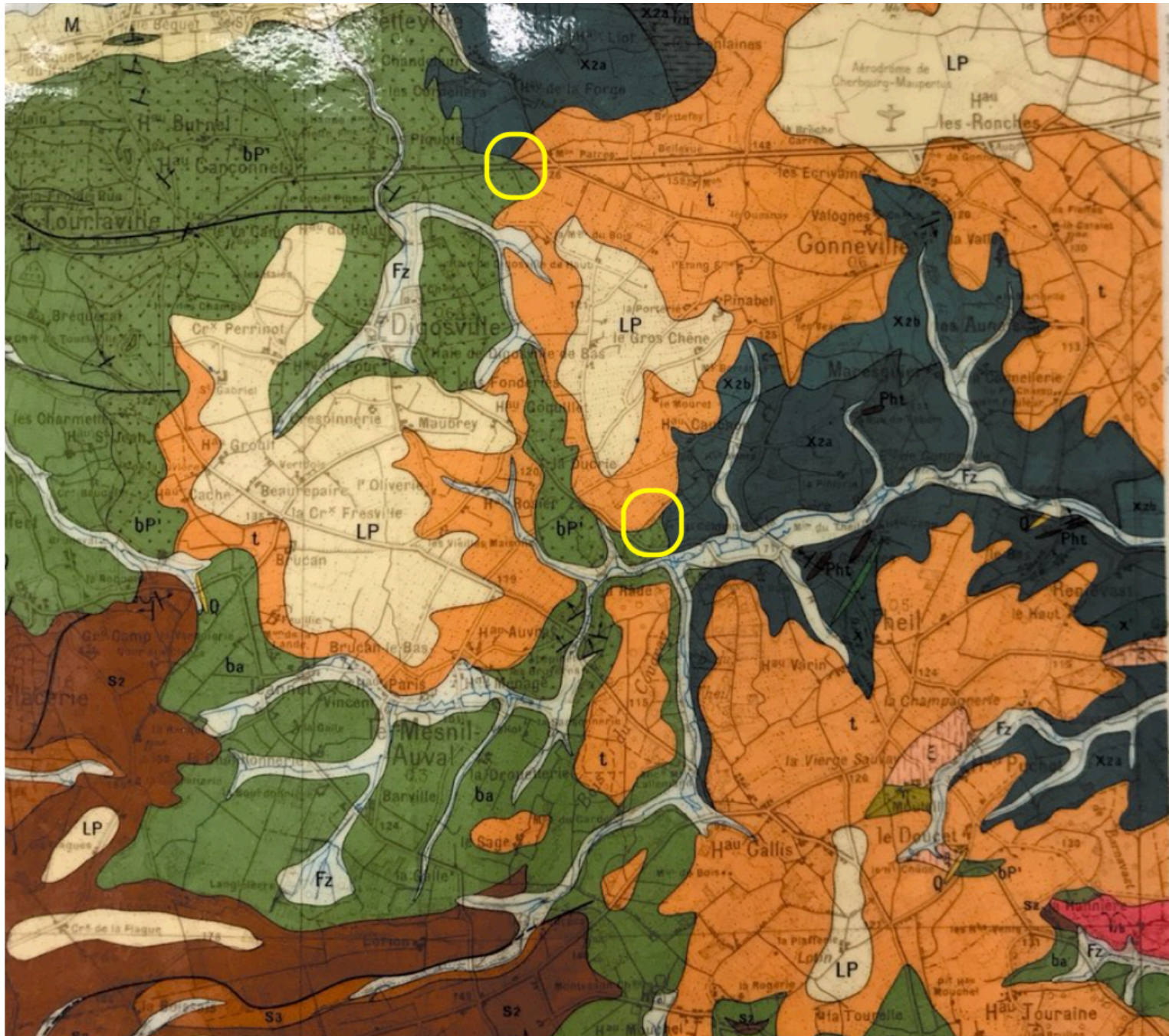


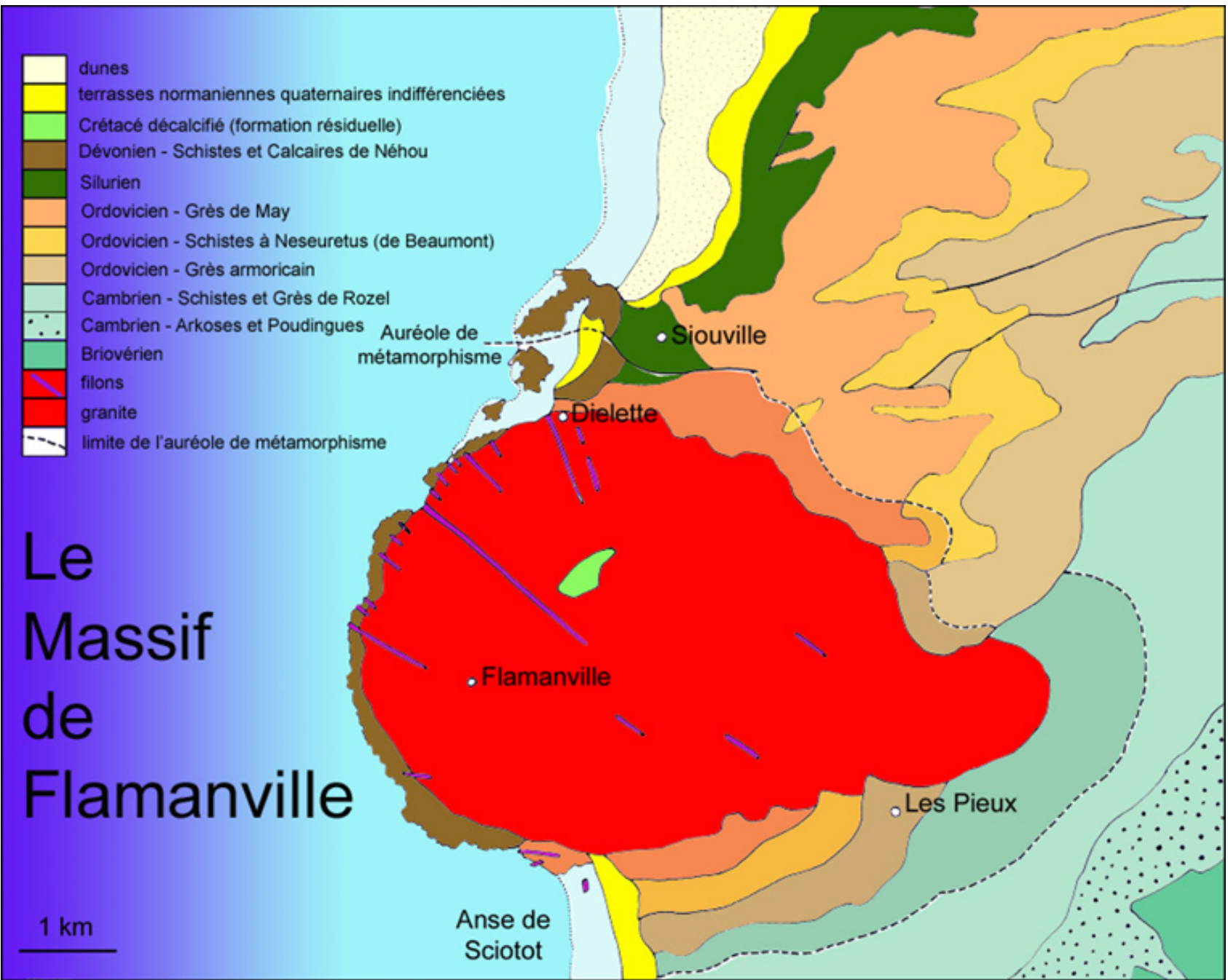
Extrait de la carte géologique de Cherbourg (1/50000<sup>ème</sup>)

↔ Axes de plis

□ Contact granite – roches sédimentaires

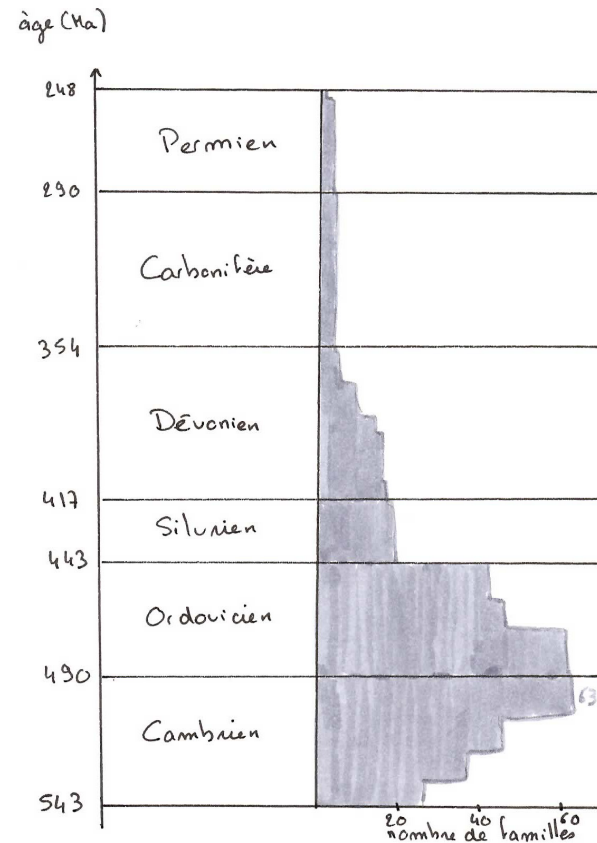
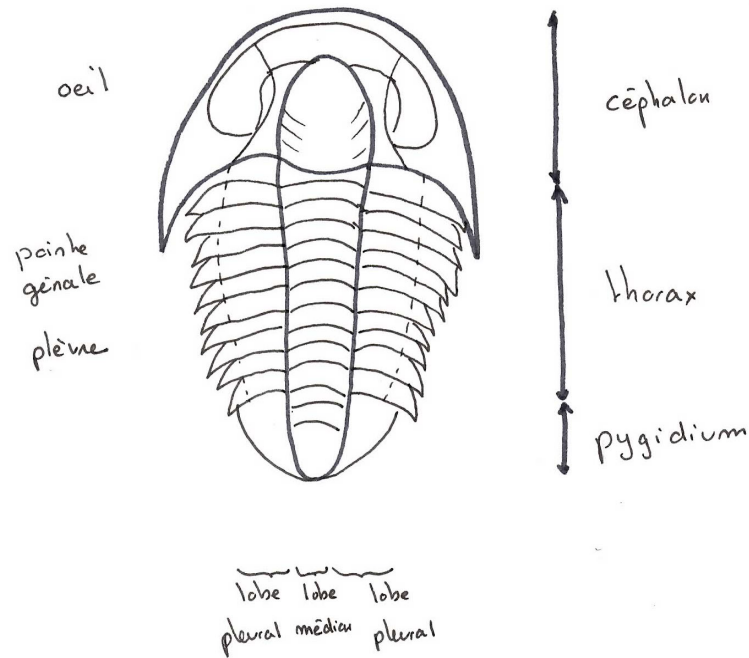






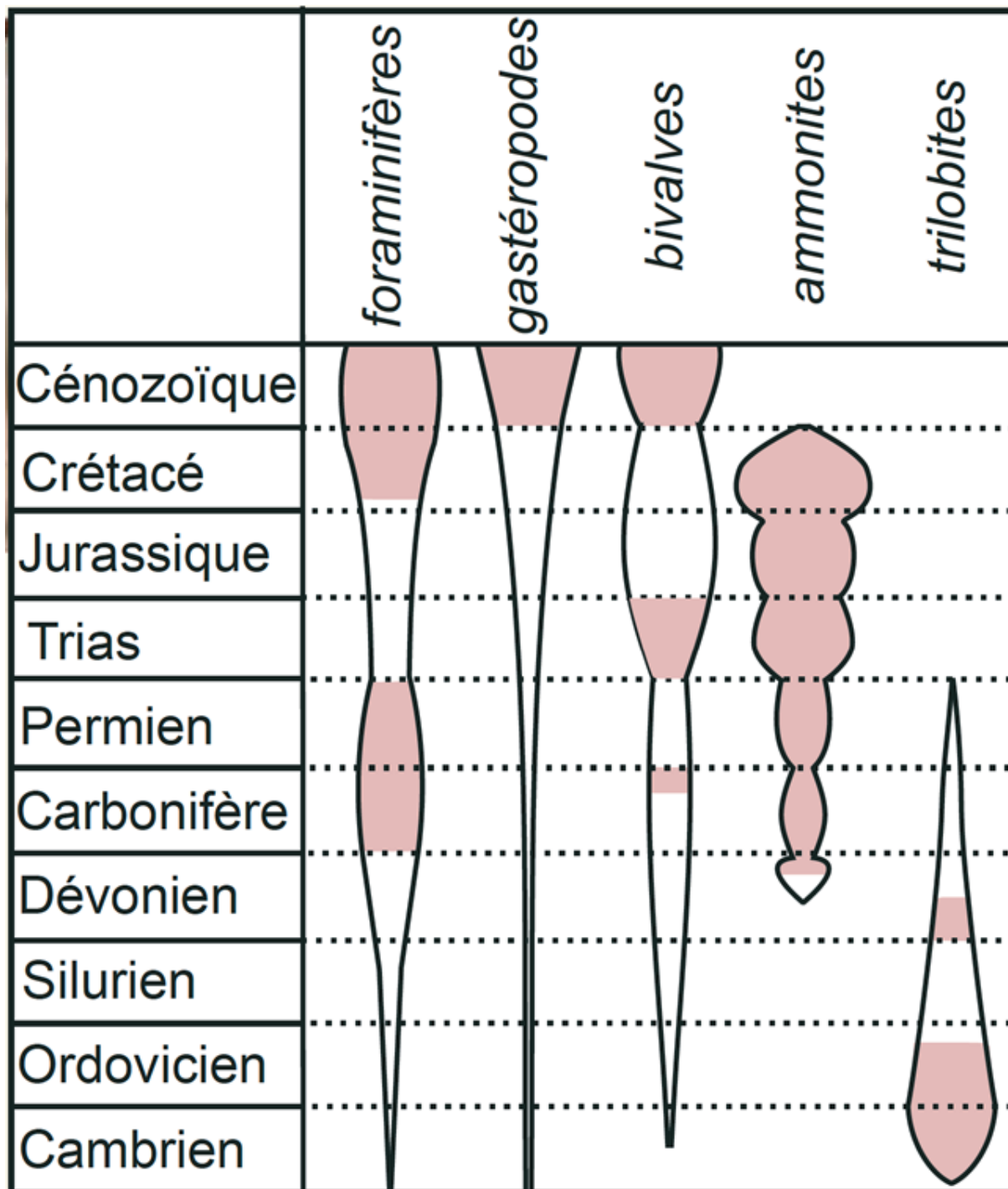



Les trilobites sont des athropodes trilobitomorphes dont la cuticule est divisée en 3 parties : **céphalon, thorax et pygidium**.



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).



 taxon d'intérêt chronostratigraphique



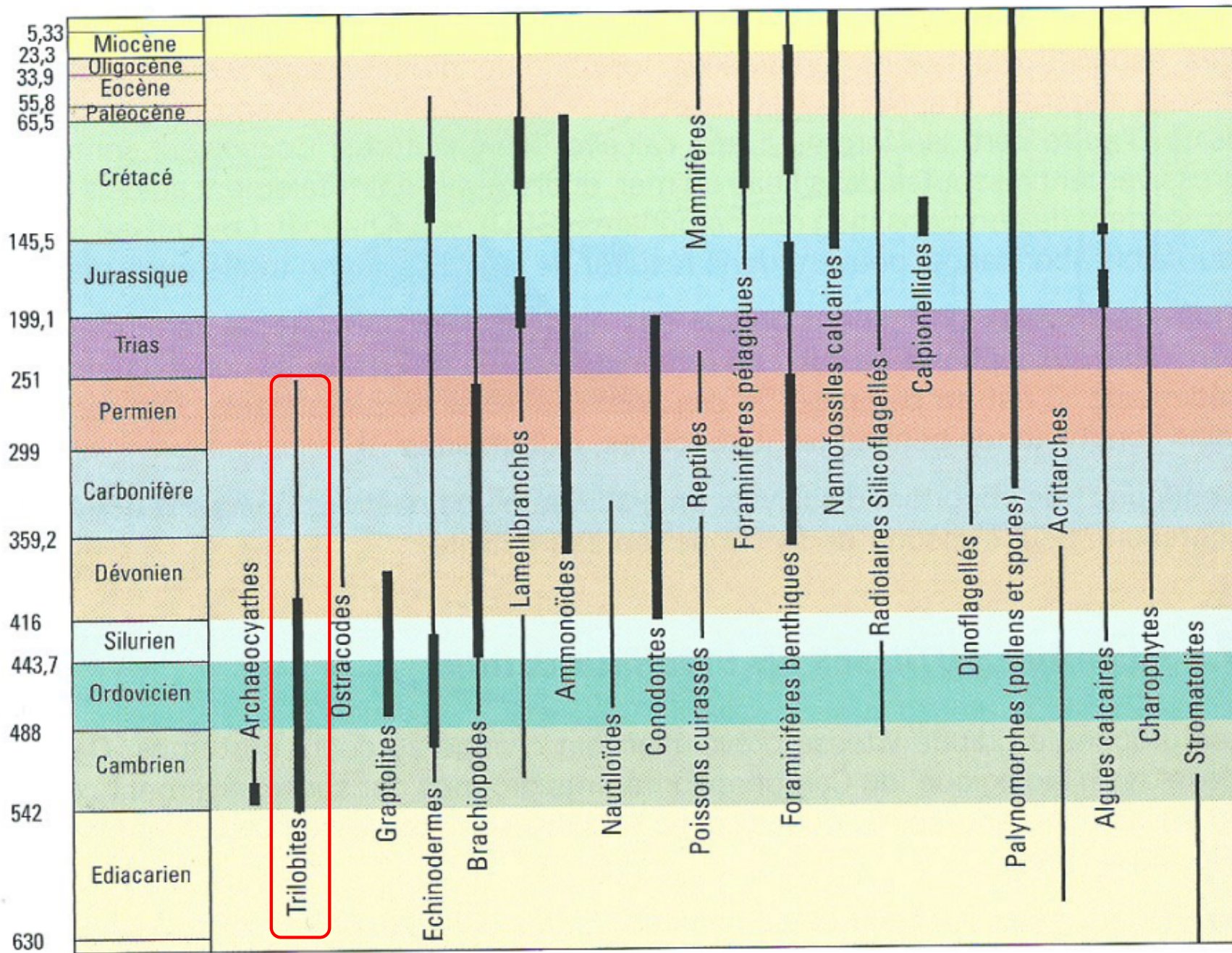


Fig. 7.8 - Principaux groupes de fossiles stratigraphiques

$${}^{235}\text{U}_t = {}^{235}\text{U}_0 e^{-\lambda_{235}t} \quad \text{et} \quad {}^{238}\text{U}_t = {}^{238}\text{U}_0 e^{-\lambda_{238}t}$$

---

On a :  $F_t = F^* + F_0$

avec  $F^* = P_0 - P_t$

comme (2)  $P_t = P_0 e^{-\lambda t}$  ou  $P_0 = P_t e^{\lambda t}$

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

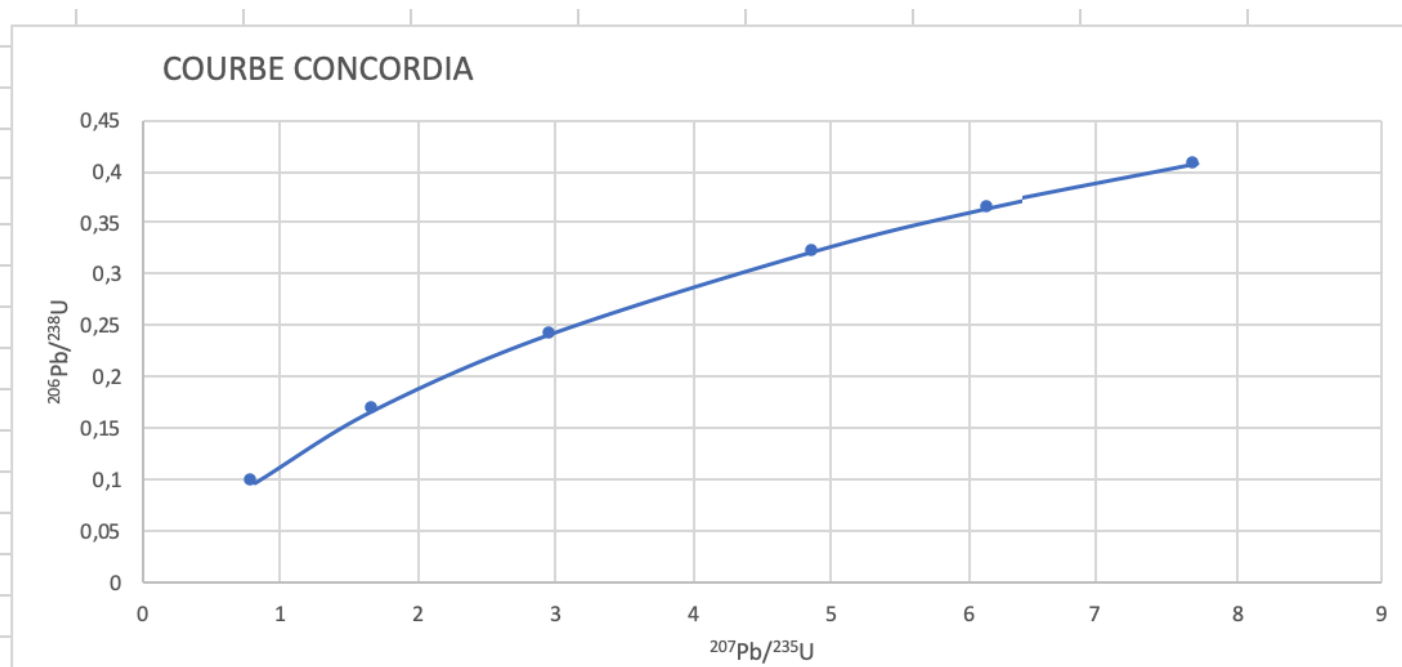
$$\mathbf{F_t = F_0 + P_t (e^{\lambda t} - 1)}$$

~~${}^{206}\text{Pb}_t = {}^{206}\text{Pb}_0 + {}^{238}\text{U}_t (e^{\lambda_{238}t} - 1)$~~  Pb initiale négligeable

~~${}^{207}\text{Pb}_t = {}^{207}\text{Pb}_0 + {}^{235}\text{U}_t (e^{\lambda_{238}t} - 1)$~~

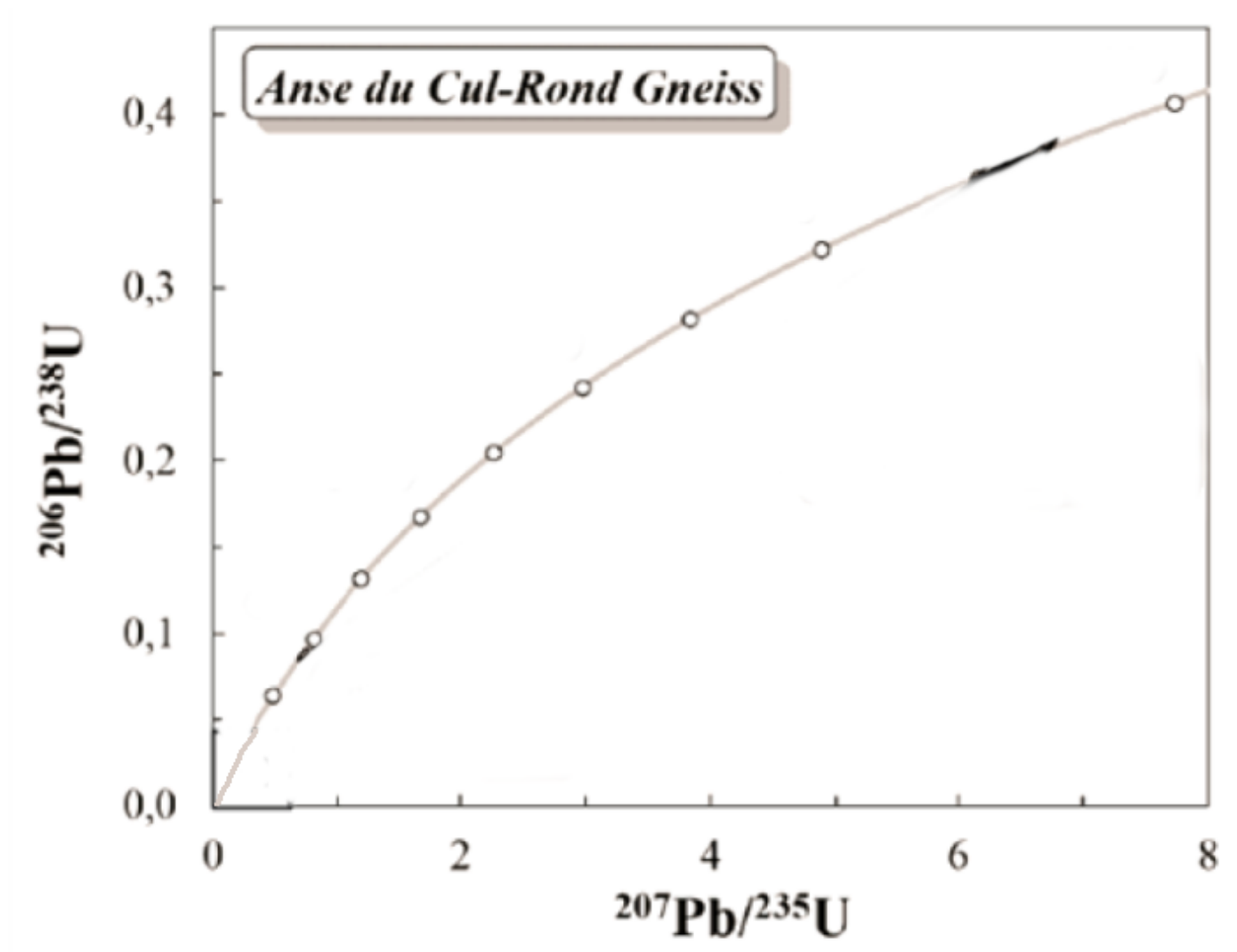
<b>Age en Ma</b>	<b>0</b>	<b>600</b>	<b>1000</b>	<b>1400</b>	<b>1800</b>	<b>2000</b>	<b>2200</b>
$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$							
$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$							

Age en Ma	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$
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

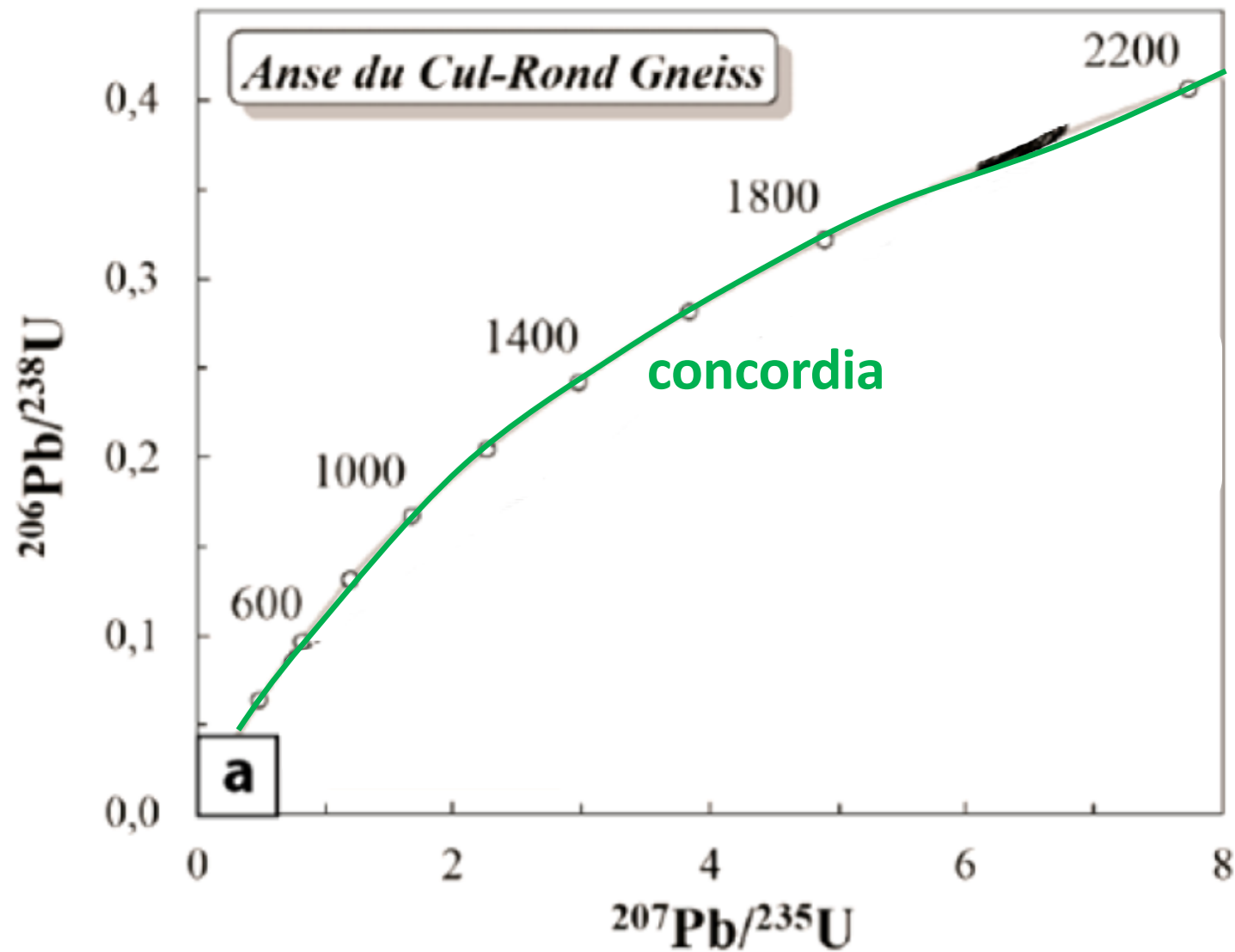


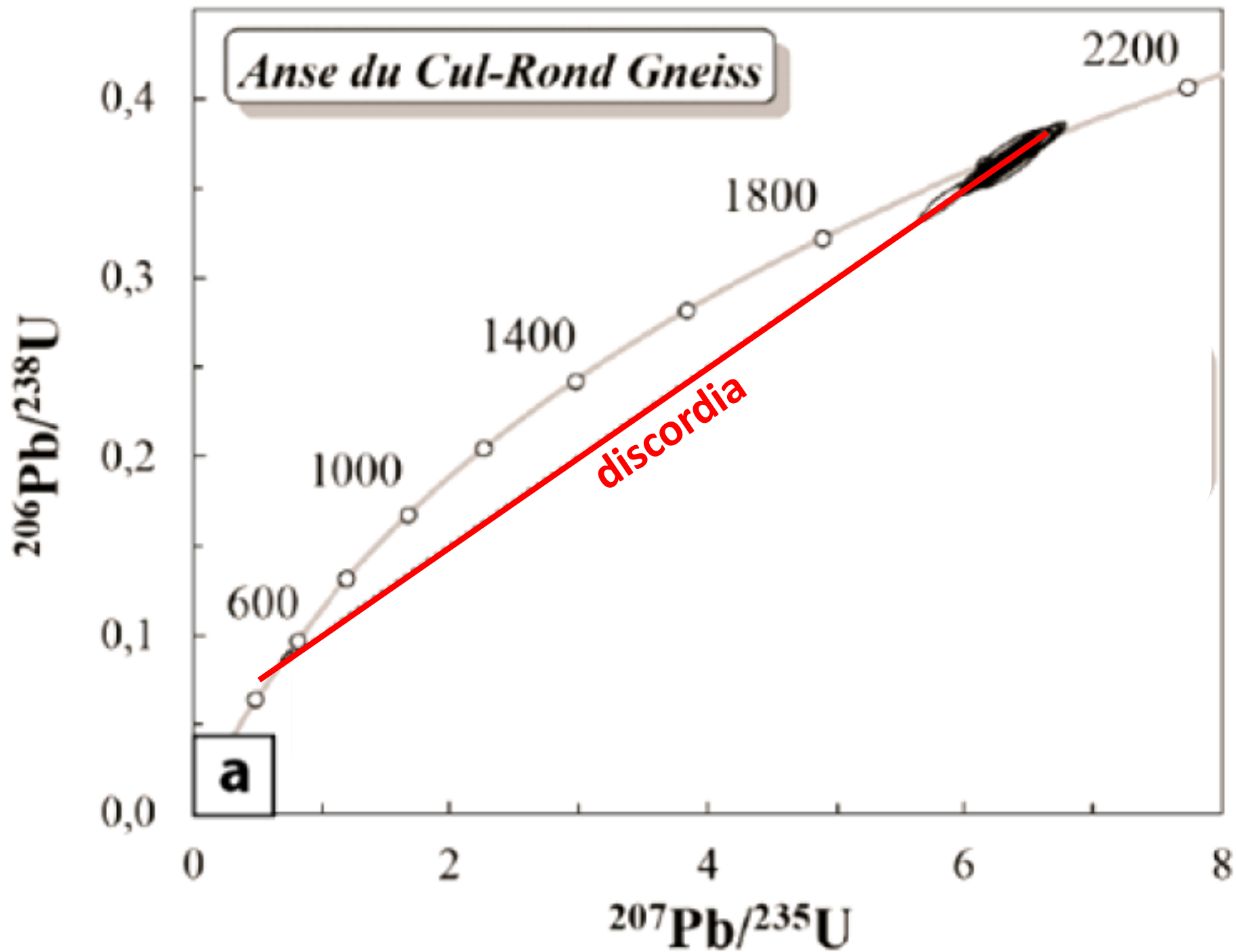
Age en Ma	0	600	1000	1400	1800	2000	2200
$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	0	0,097	0,168	0,242	0,322	0,364	0,407
$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	0	0,805	1,675	2,965	4,877	6,155	7,711

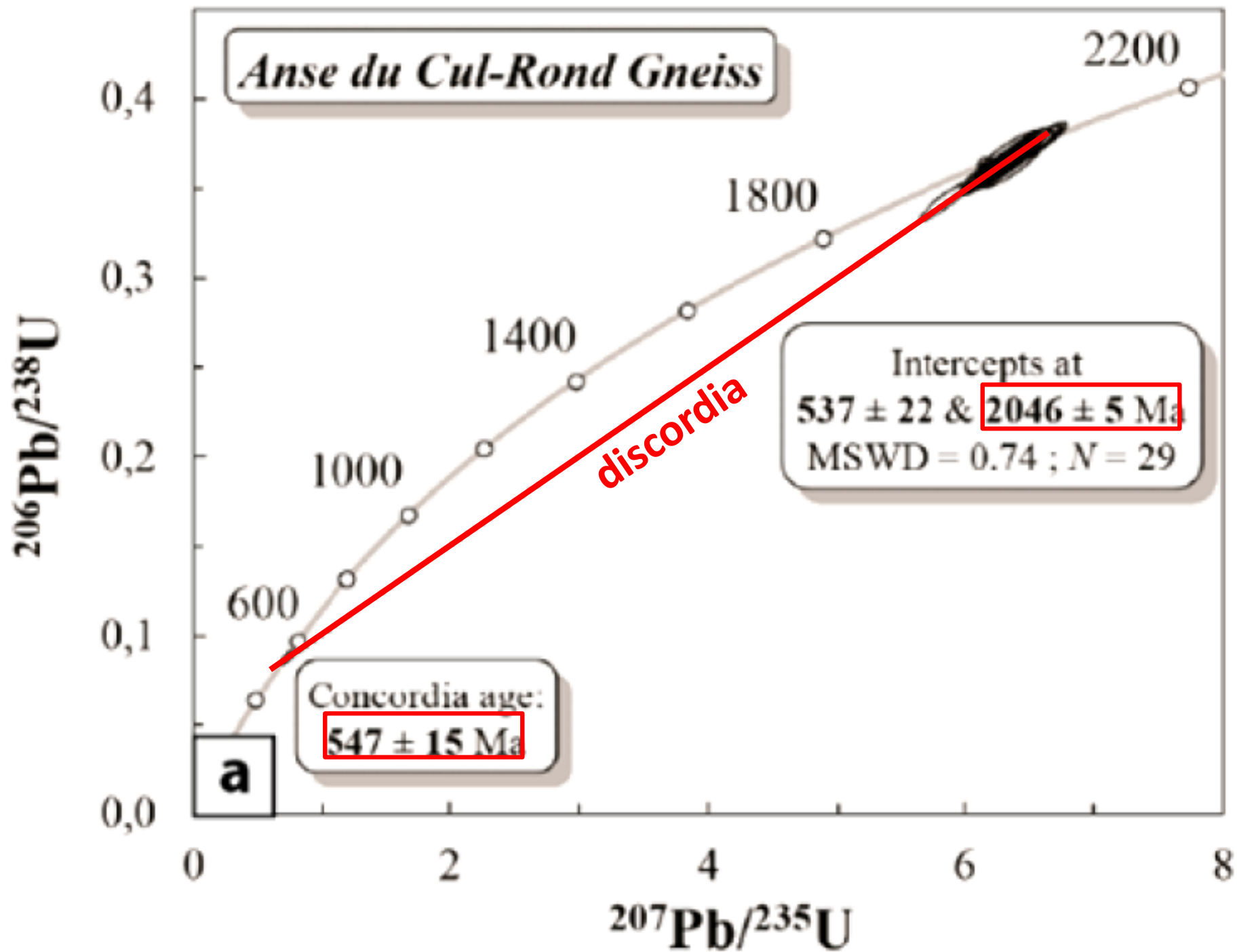
## Diagramme de Wetherhill



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

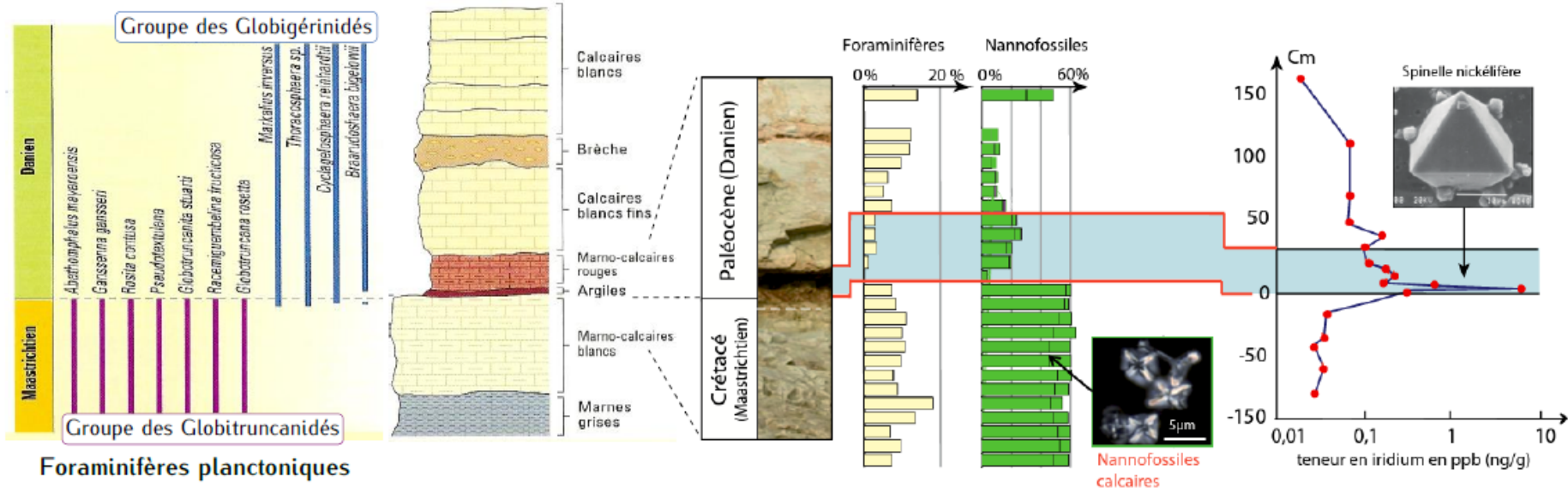




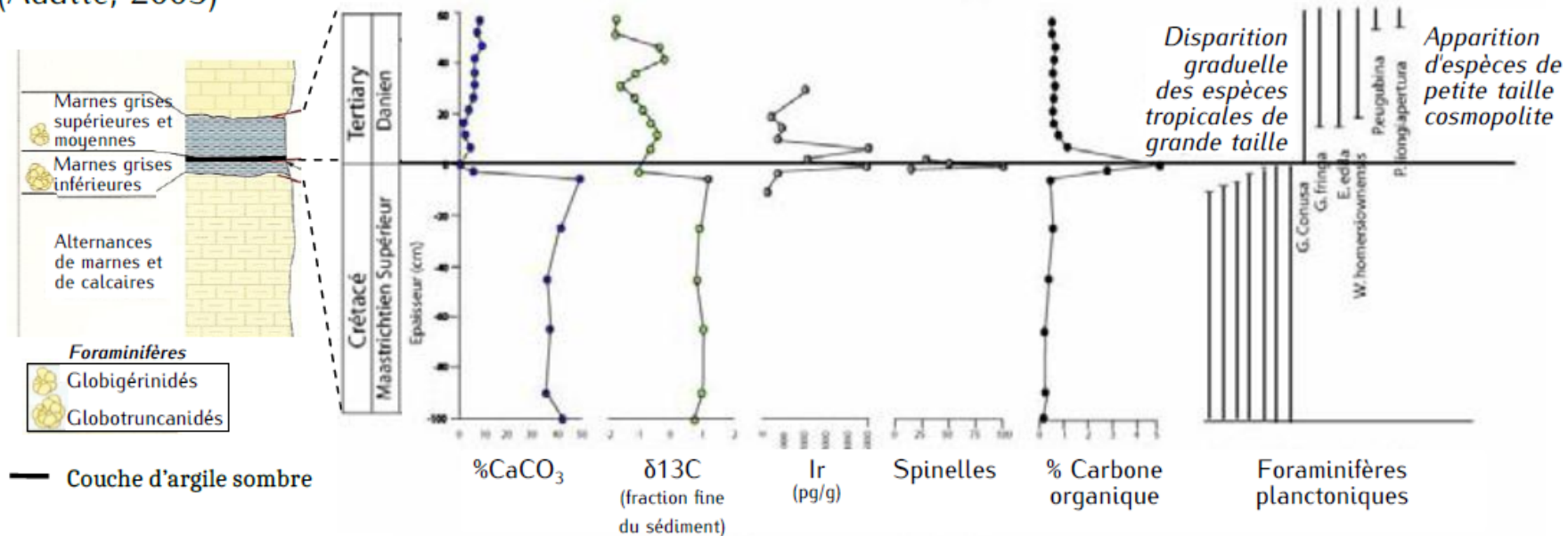


## II. Etude d'une crise biologique : la crise Crétacé-Paléogène

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)





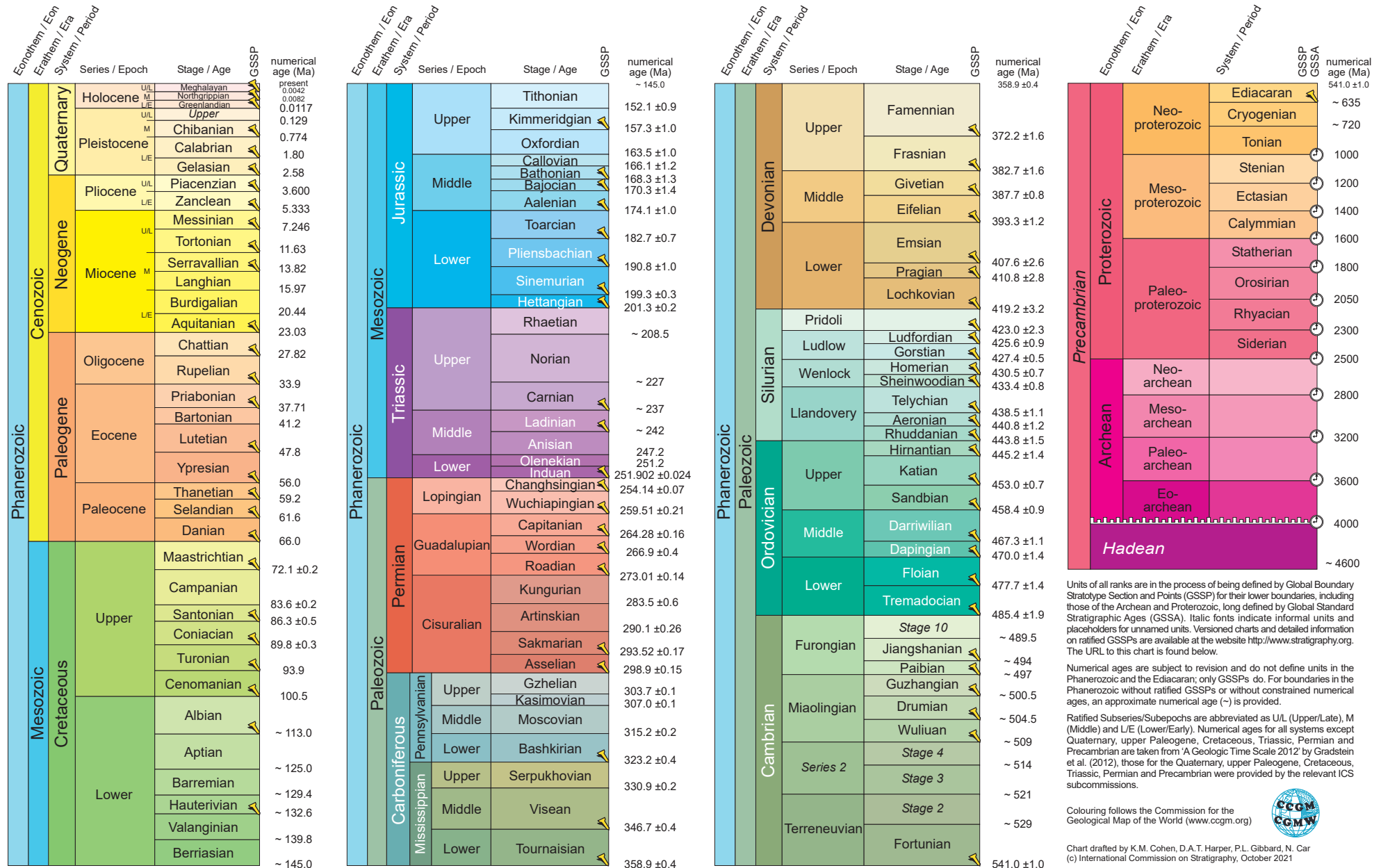


# INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

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.




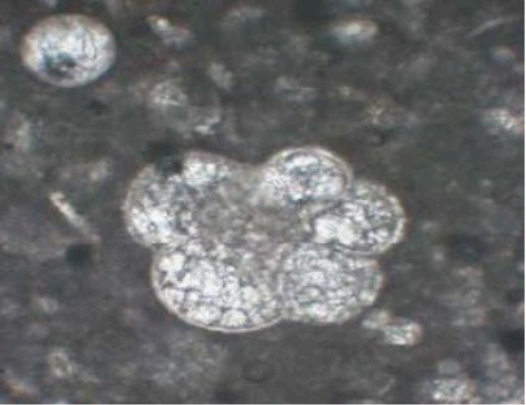
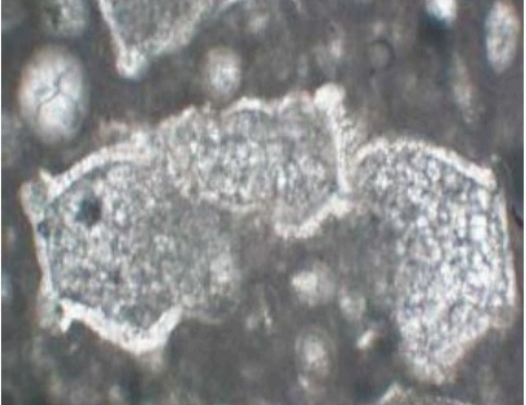

Colouring follows the Commission for the Geological Map of the World ([www.ccgw.org](http://www.ccgw.org))

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>

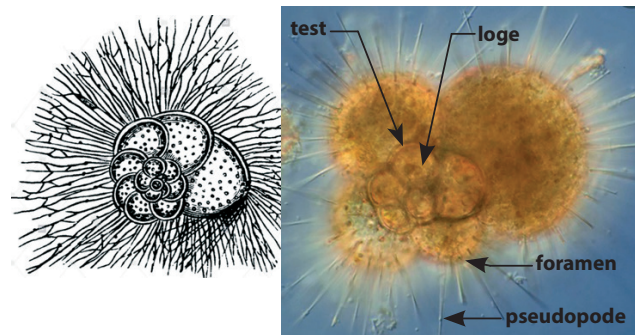
## Planche pour identification de foraminifères dans une roche sédimentaire

Globigérinidés	Globotruncanidés	Hétérohélicidés
		
 <p data-bbox="165 1034 743 1114">(X100) Coupe d'un individu observé au microscope</p>	 <p data-bbox="810 1034 1406 1114">(X100) Coupe transversale d'un individu observé au microscope</p>	 <p data-bbox="1464 1034 2069 1114">(X100) Coupe longitudinale d'un individu observé au microscope</p>
<p data-bbox="129 1189 770 1463">Les <b>Globigérinidés</b> 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.</p>	<p data-bbox="788 1189 1429 1463">Les <b>Globotruncanidés</b> présentent une face conique avec un sommet aplati, l'apex (angle <math>&gt;90^\circ</math>) 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</p>	<p data-bbox="1447 1189 2087 1431">Les <b>Hétérohélicidés</b> sont de forme conique avec un sommet, l'apex, faisant un angle inférieur à <math>90^\circ</math>. 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</p>

## 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

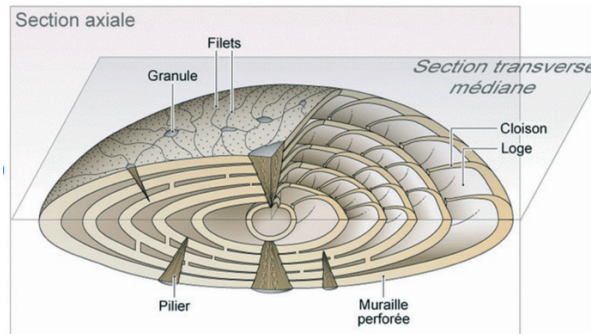


Un **test** diffère d'une coquille car il est en *position corticale* (ici sous la membrane plasmique) et non extérieure.

## ➔ Panphanérozoïque mais quelques espèces notables

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

Ex : Nummulites du Paléogène en forme de pièces de monnaie



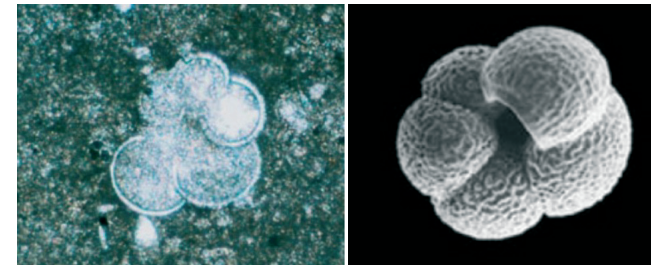
• **Foraminifères planctoniques** = en suspension dans la masse d'eau (< 1mm)

- *Globotruncanidés* à test caréné abondants au Mésozoïque

- *Globigérinidés* à test arrondi abondants au Cénozoïque

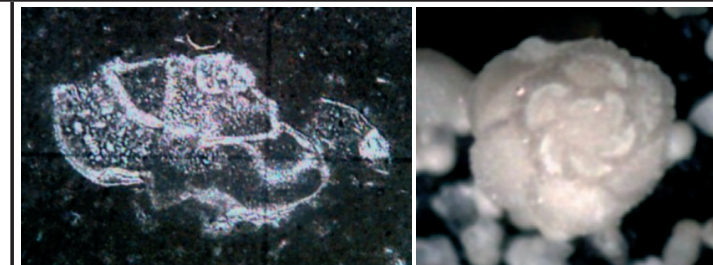
### Paléocène inférieur

**Globigérine** (20 µm)  
à test arrondi



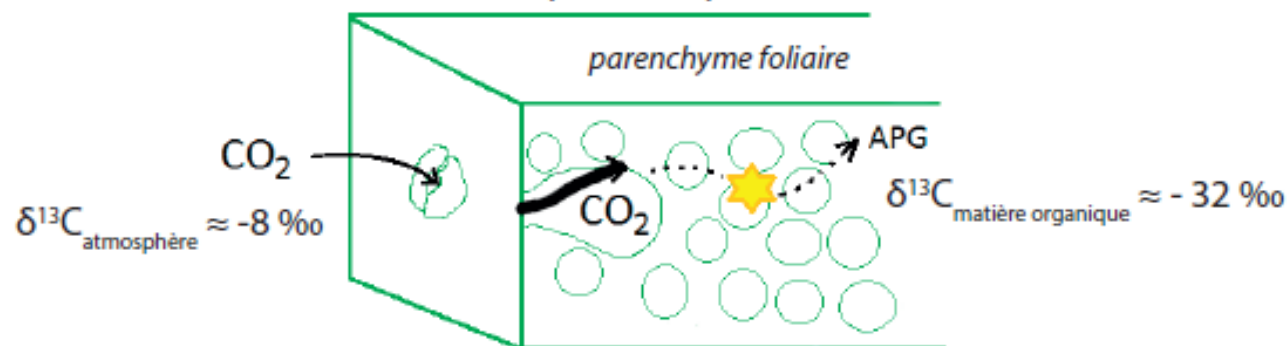
### Crétacé supérieur

**Globotruncana** (500 µm)  
à test caréné

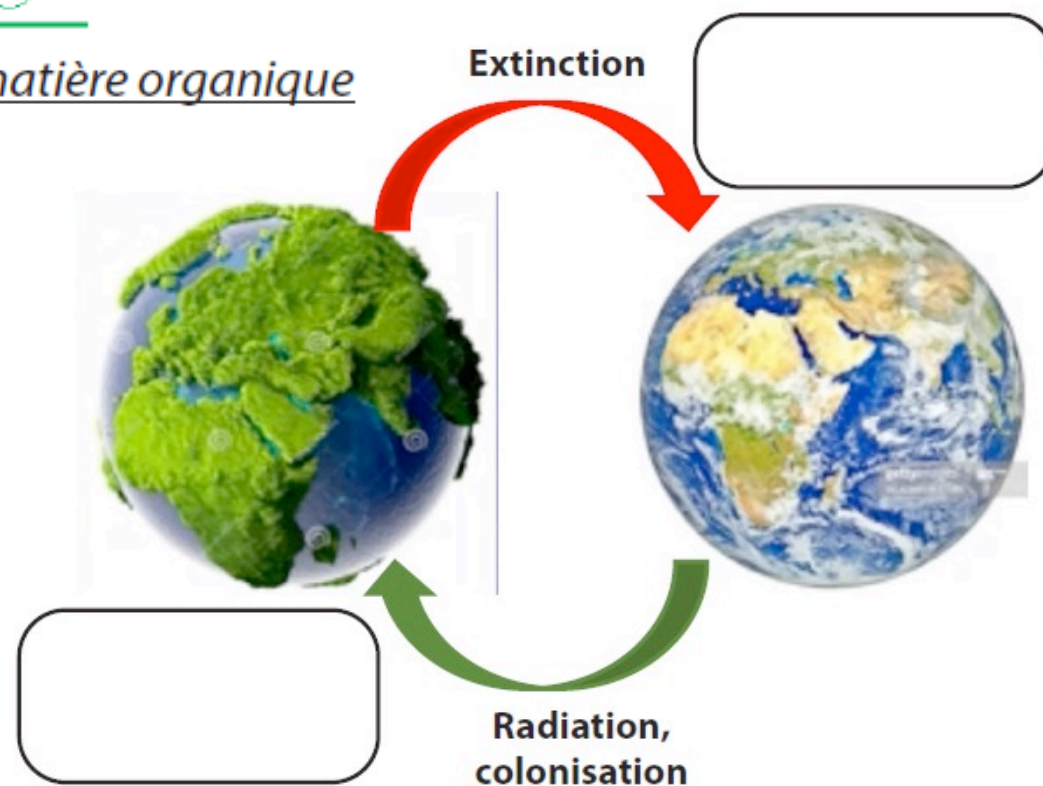


$$\delta^{13}\text{C} = \left[ \left( \frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_{\text{échantillon}} - \left( \frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_{\text{standard}} \right] / \left( \frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_{\text{standard}} \times 10^3$$

L'enzyme (Rubisco) fixant  
le carbone atmosphérique ( $\text{CO}_2$ )  
sur la matière organique (APG)  
**fractionne les isotopes du carbone :**  
le  $^{12}\text{C}$  est plus fixé que le  $^{13}\text{C}$

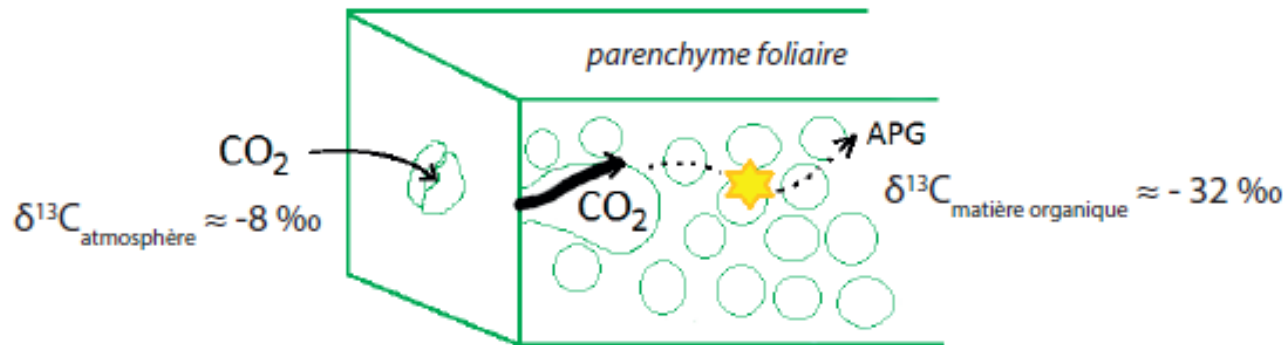


Fractionnement isotopique dans la matière organique

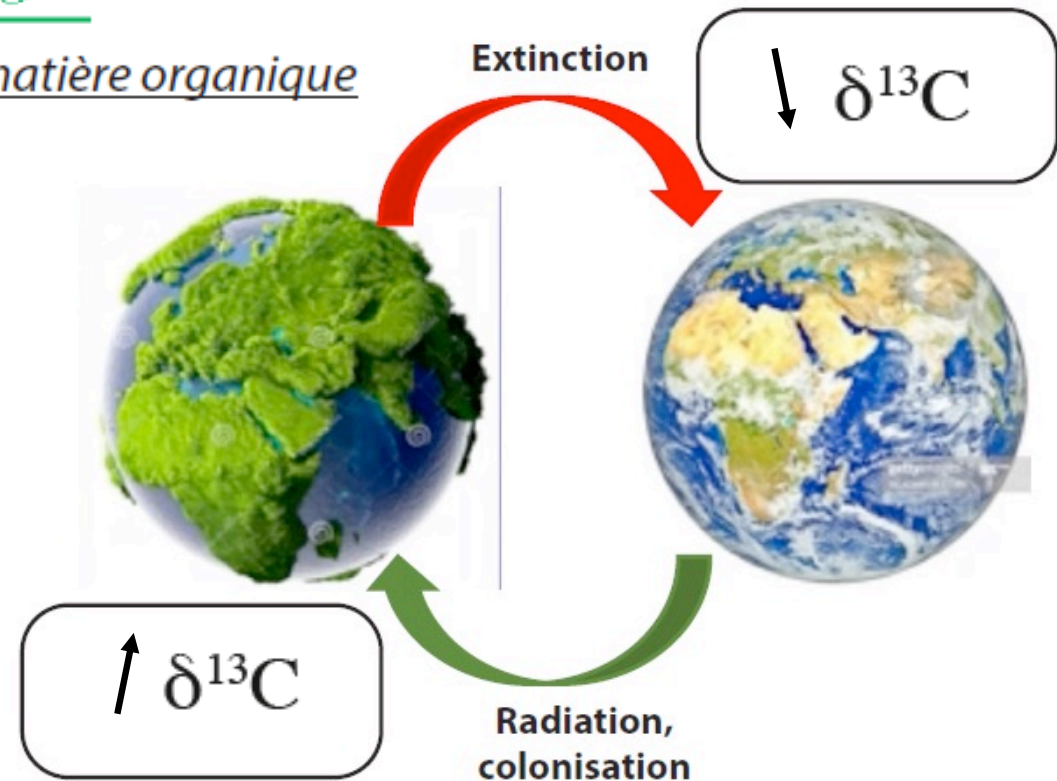


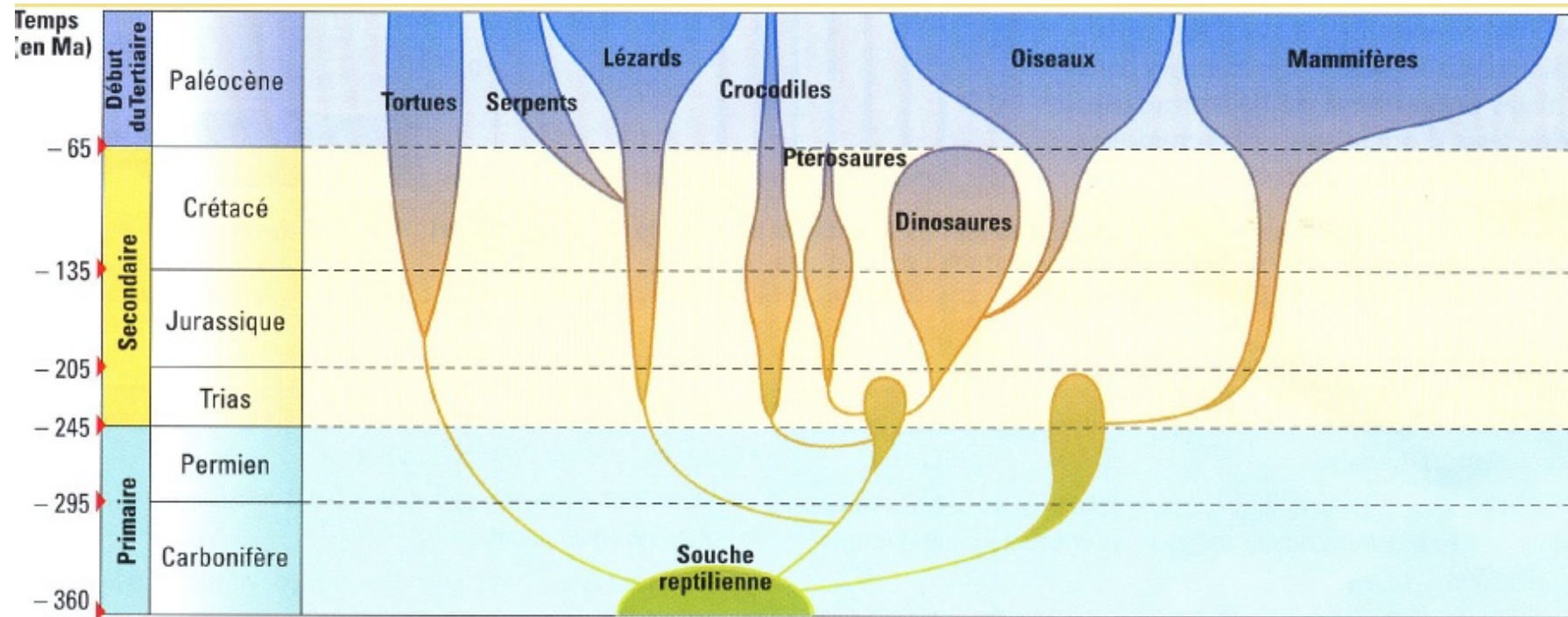
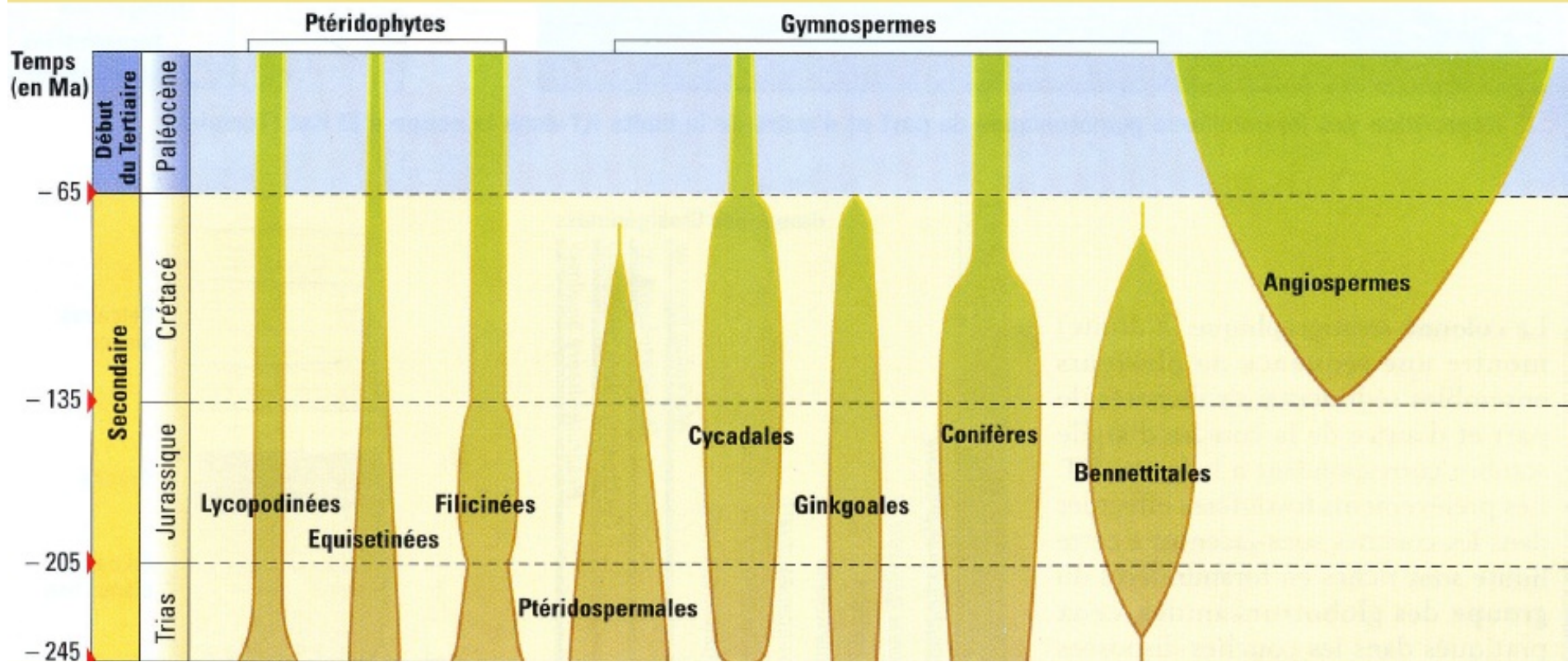
$$\delta^{13}\text{C} = \left[ \left( \frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_{\text{échantillon}} - \left( \frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_{\text{standard}} \right] / \left( \frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_{\text{standard}} \times 10^3$$

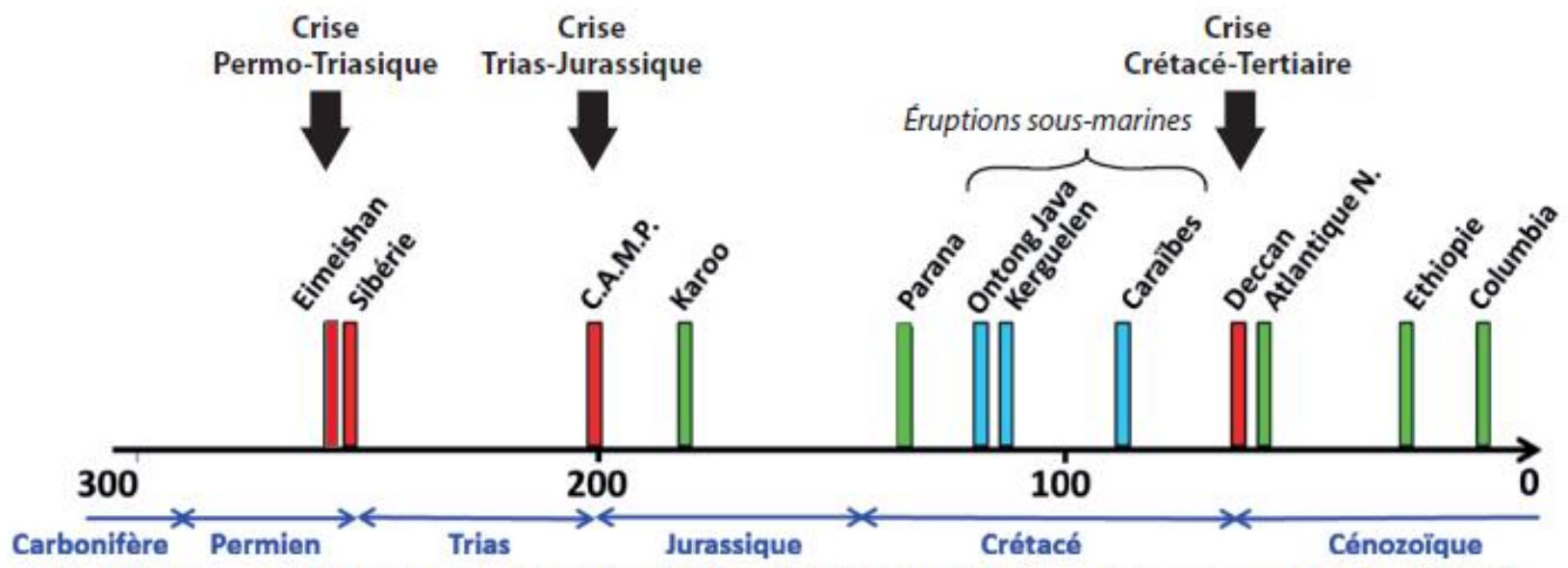
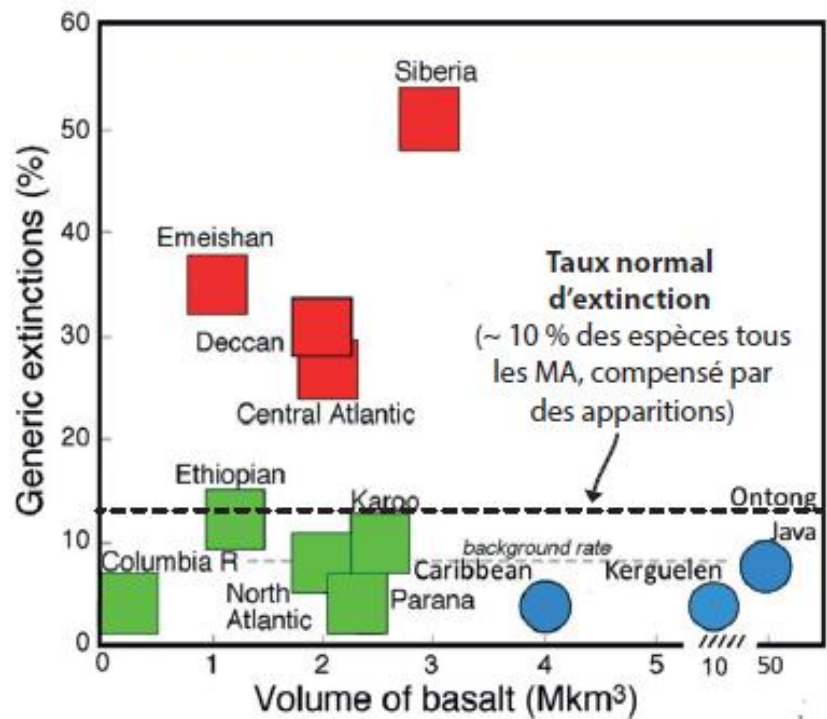
L'enzyme (Rubisco) fixant  
le carbone atmosphérique ( $\text{CO}_2$ )  
sur la matière organique (APG)  
**fractionne les isotopes du carbone :**  
le  $^{12}\text{C}$  est plus fixé que le  $^{13}\text{C}$



Fractionnement isotopique dans la matière organique







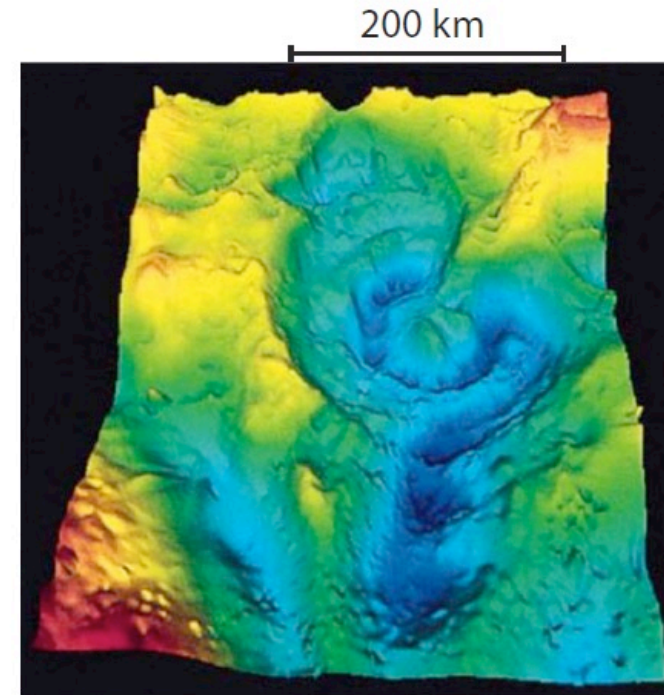
*Datation, pourcentage d'extinction et volume de basaltes enregistrés lors de 12 épisodes de volcanisme paroxysmal des 300 derniers Ma*



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

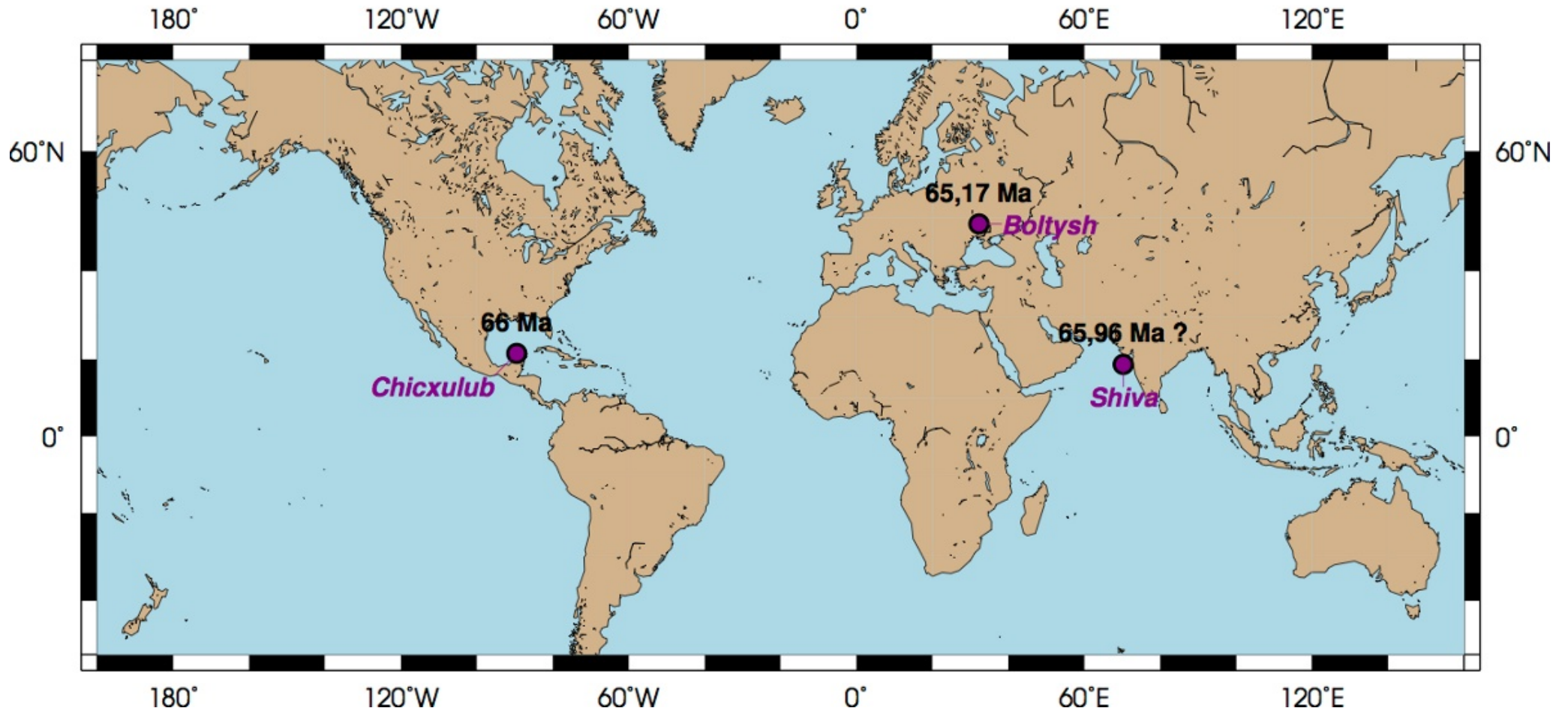
+50 mGal  
 Anomalie positive de gravité  
 → excès de masse en profondeur

### 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



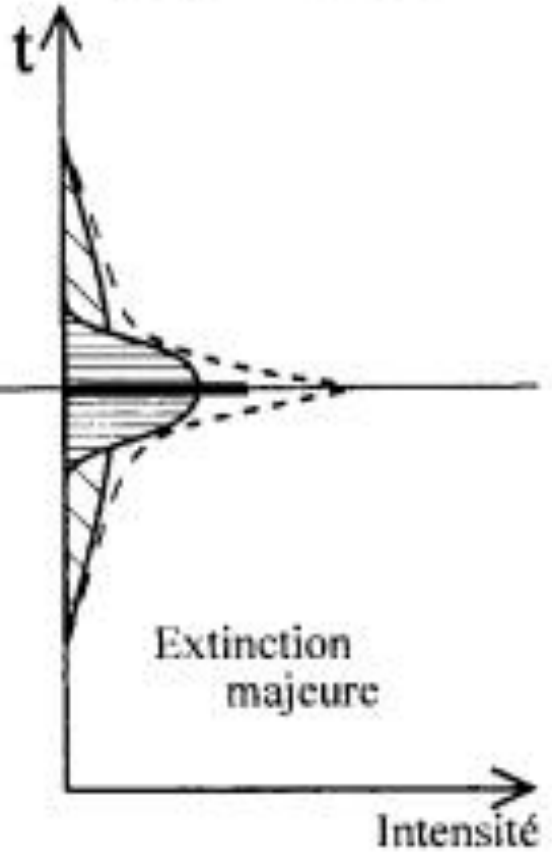
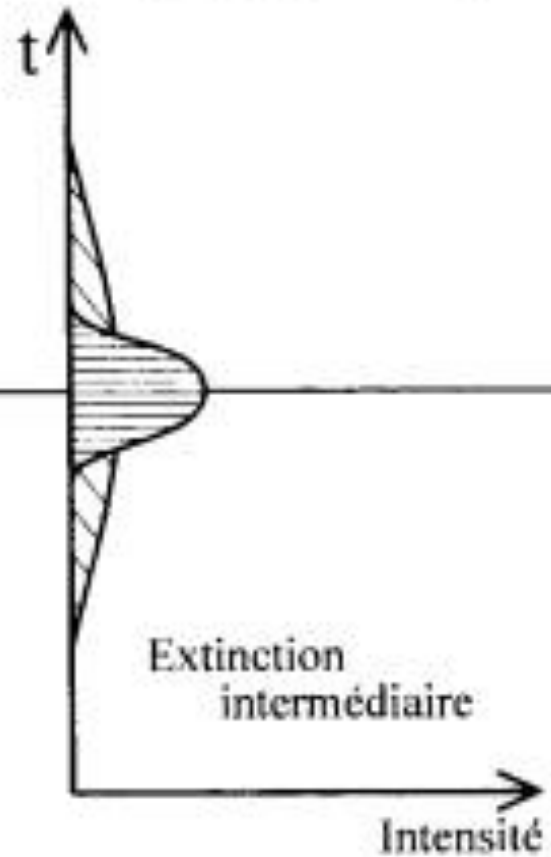
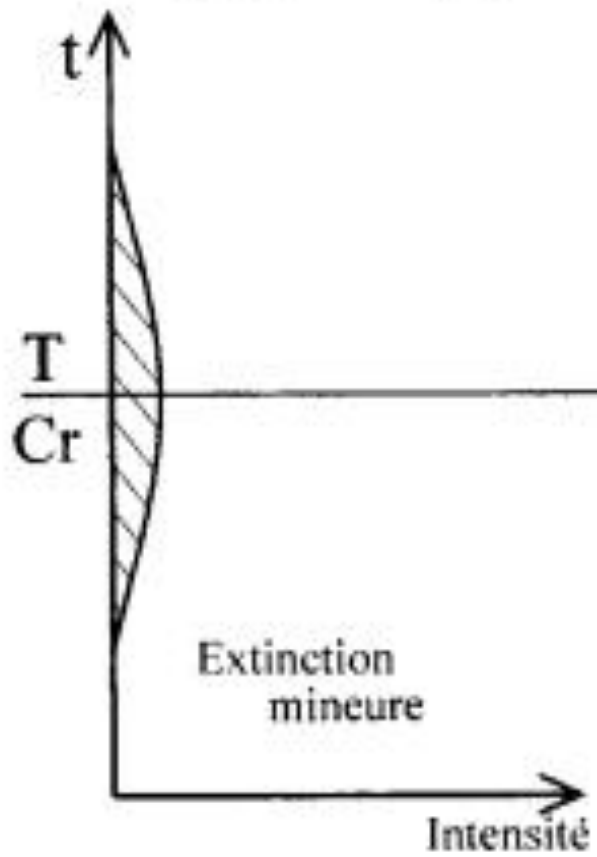
Régression  
Refroidissement

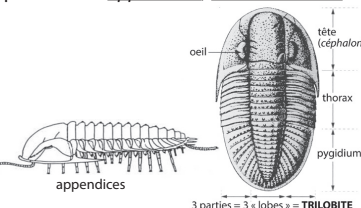



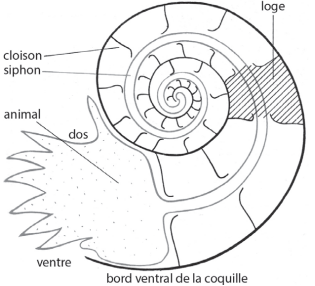

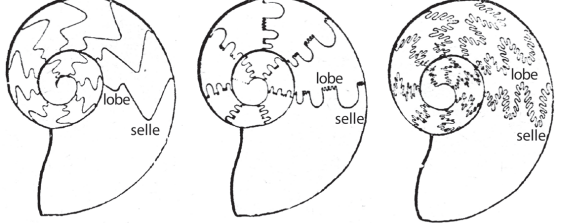
+

Volcanisme

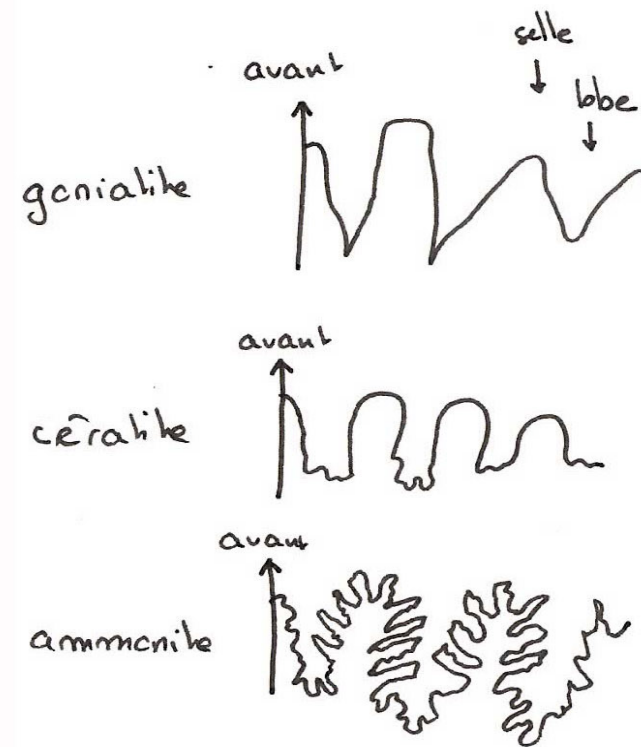
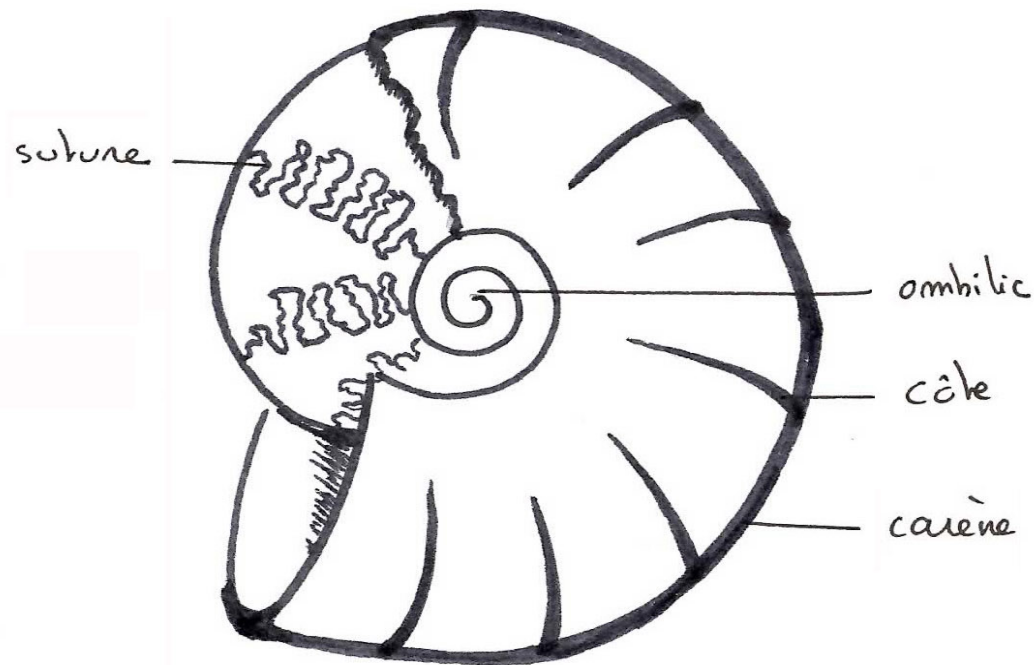
+



Impact



NOM DU GROUPE, CARACTÉRISTIQUES	EXEMPLES DE FOSSILE STRATIGRAPHIQUE ET ÂGE																																																																			
<p><b>Arthropodes TRILOBITES :</b> corps <i>métamérisé</i> (= découpé en segments portant des <i>appendices</i>) <i>divisé en 3 lobes</i>.</p> 	<p>⇒ <b>Panpaléozoïque</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apparaissent dès le début du phanérozoïque</li> <li>• Disparaissent à la crise PT</li> </ul>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>foraminifères</th> <th>gastéropodes</th> <th>bivalves</th> <th>ammonites</th> <th>trilobites</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cénozoïque</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Crétacé</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Jurassique</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Trias</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Permien</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Carbonifère</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dévonien</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Silurien</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ordovicien</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cambrien</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>■ taxon d'intérêt chronostratigraphique</p>		foraminifères	gastéropodes	bivalves	ammonites	trilobites	Cénozoïque						Crétacé						Jurassique						Trias						Permien						Carbonifère						Dévonien						Silurien						Ordovicien						Cambrien					
	foraminifères		gastéropodes	bivalves	ammonites	trilobites																																																														
Cénozoïque																																																																				
Crétacé																																																																				
Jurassique																																																																				
Trias																																																																				
Permien																																																																				
Carbonifère																																																																				
Dévonien																																																																				
Silurien																																																																				
Ordovicien																																																																				
Cambrien																																																																				
<p><b>Mollusques GASTÉROPODES :</b> <i>Coquille univalve dorsale torsadée</i></p> <p>Ex : <i>Bigorneau, Escargot, Limnée d'eau douce</i></p> 	<p>⇒ <b>Panphanérozoïque</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu de fossiles stratigraphiques</li> <li>• Nombreux fossiles de faciès</li> </ul> <p>Ex : <i>Planorbes + Limnées</i> → eau douce <i>Escargot</i> → milieu continental</p>																																																																			
<p><b>Mollusques BIVALVES</b> <i>Coquille à 2 valves</i> (Ex : <i>Moule, Huitre, Pecten...</i>)</p> 	<p>⇒ <b>Panphanérozoïque</b></p> <p>Les <b>Rudistes</b> (= <i>Hippurites</i>), bivalves récifaux asymétriques à coquille épaisse, sont plus des <b>fossiles de faciès</b> témoignant d'un milieu marin chaud peu profond que des fossiles stratigraphiques.</p> <p>Leur existence s'étale du Jurassique supérieur à la crise Crétacé-Tertiaire qui les voit disparaître avec Ammonites et Dinosaures.</p> 																																																																			
<p><b>Mollusques Céphalopodes AMMONOÏDES</b> (= <b>AMMONITES</b> au sens large), apparentés aux Nautilés actuels.</p>  <p><i>Coquille univalve plus ou moins enroulée dont seule la dernière loge était occupée par l'animal</i> (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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Goniatites</b> (<i>gone = angle, ex polygone</i>) du <b>Paléozoïque</b> : sutures droites ou courbes nommées <b>selles</b> (vers l'avant) et <b>lobes</b> (vers l'arrière),</li> <li>• <b>Cératites</b> du <b>Trias</b> : suture à <b>selles</b> non divisés et <b>lobes</b> divisés,</li> <li>• <b>Ammonites</b> (au sens strict) du <b>Jurassique</b> et du <b>Crétacé</b> : lobes + selles persillées.</li> </ul>   <p><b>Goniatites</b>      <b>Cératites</b>      <b>Ammonites</b></p>																																																																			

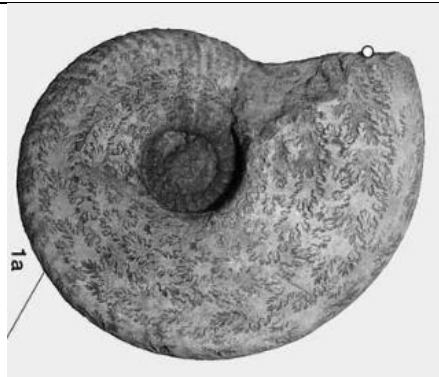
- **les goniatites** : les sutures sont simples et présentent des angles aigus.
- **les cératites** : les selles sont lisses alors que les lobes sont découpés.
- **les ammonites** : les selles et les lobes ont un aspect persillé.



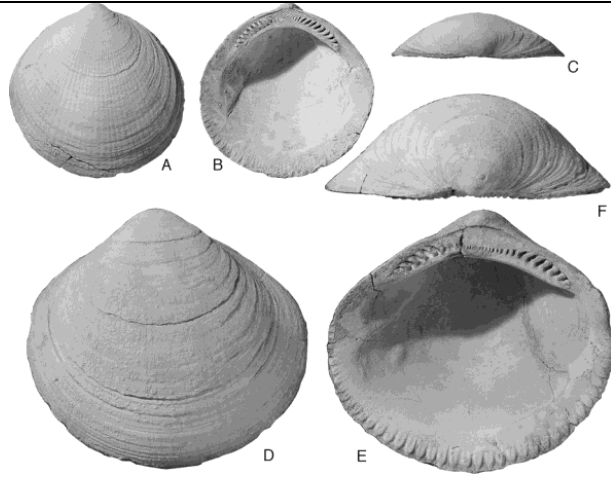
Exemplaire du fossile (à légènder) et nom du taxon	Informations stratigraphiques	Informations paléoenvironnementales
 <p data-bbox="365 837 454 869">Nom :</p>		
 <p data-bbox="365 1260 454 1292">Nom :</p>		



Nom :



Nom :



Nom :



Nom :



Nom :