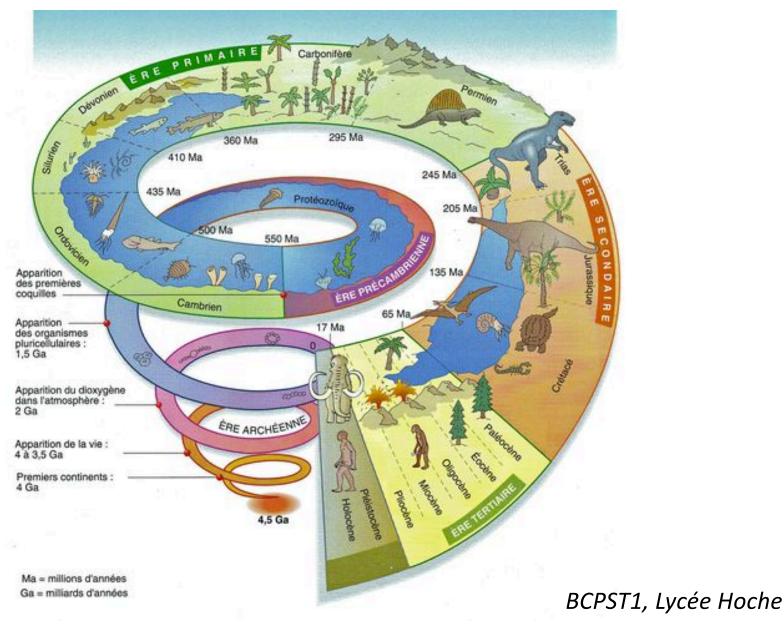
TP ST-H MESURE DU TEMPS EN GÉOLOGIE



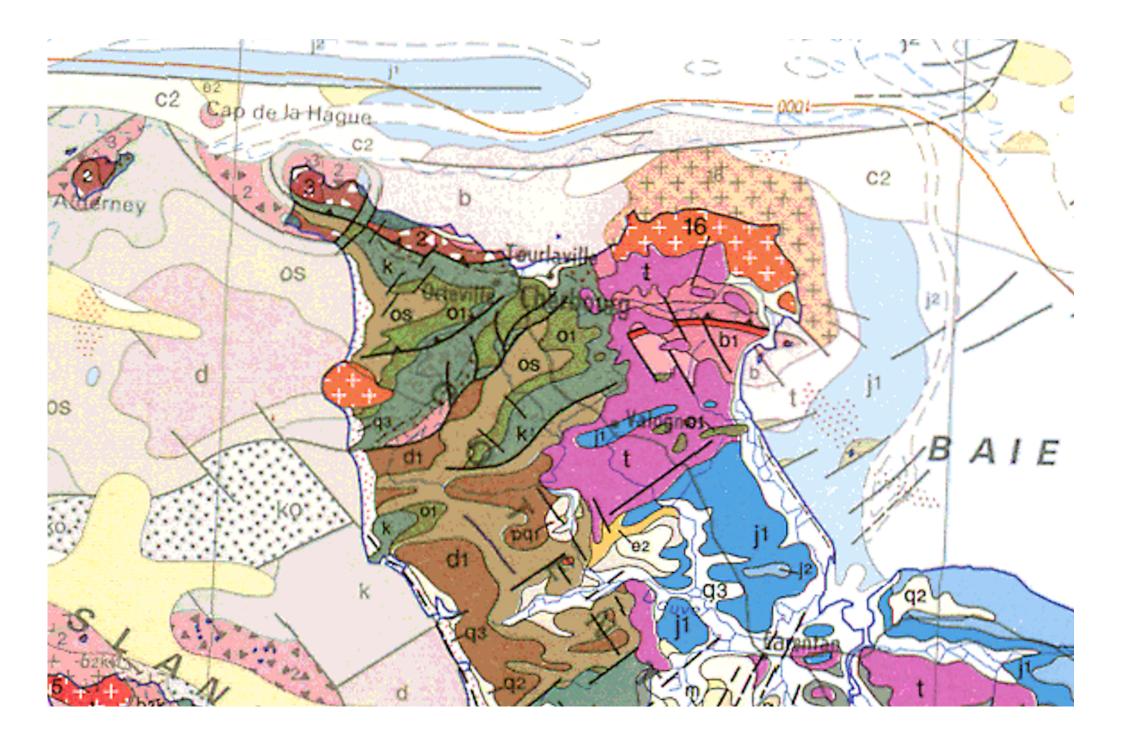
I. Reconstitution de l'histoire géologique de la région de Flamanville



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

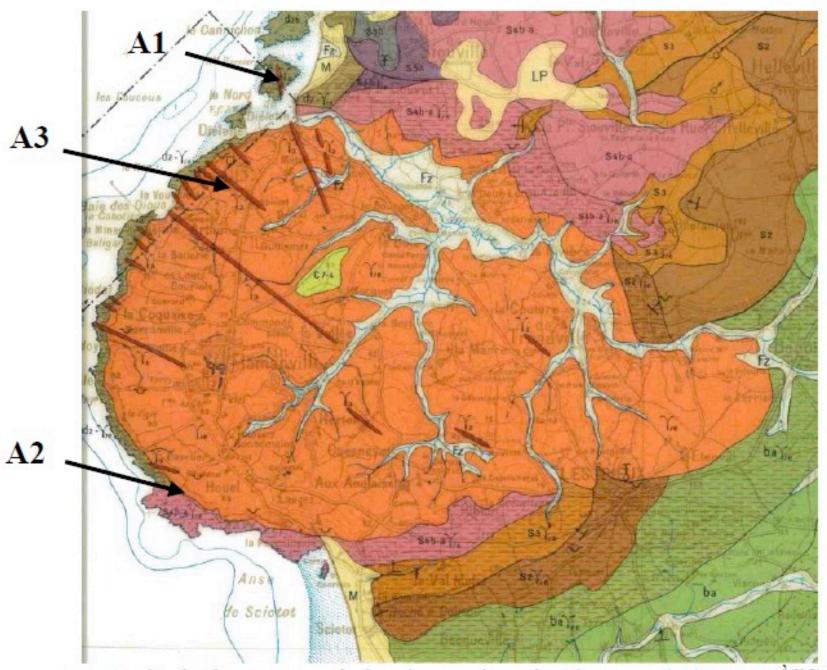
carte de Cherbourg



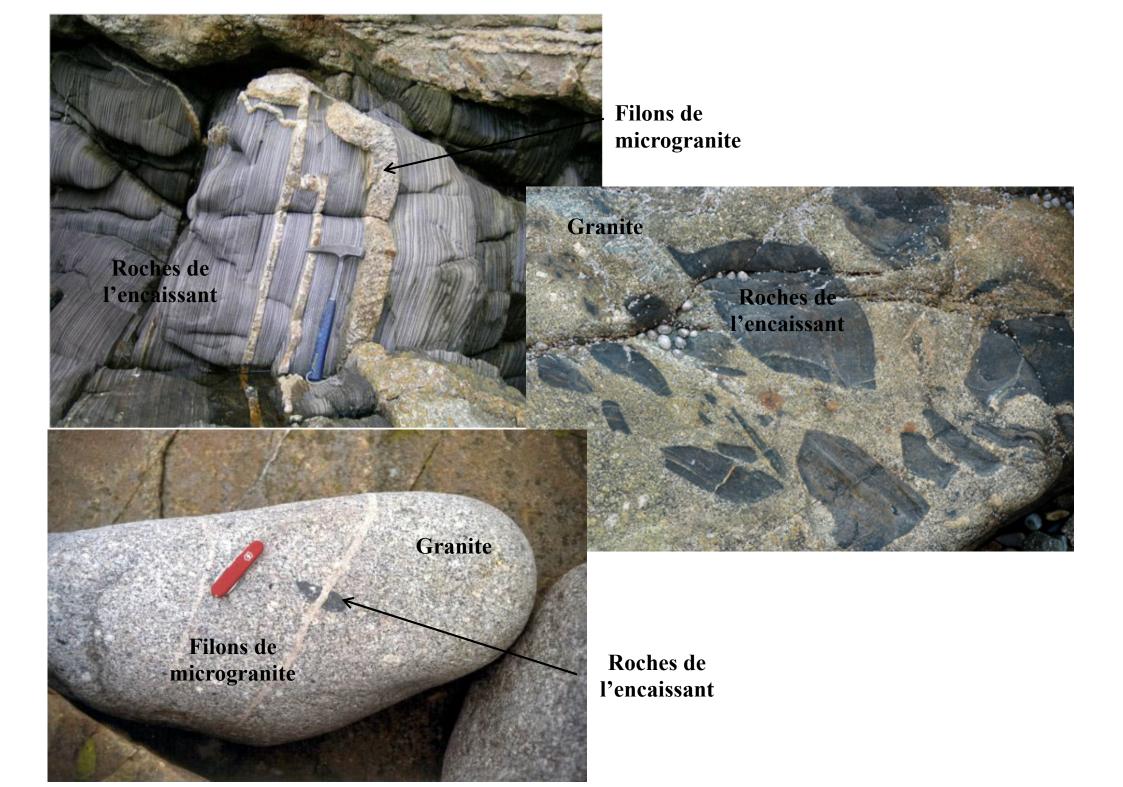


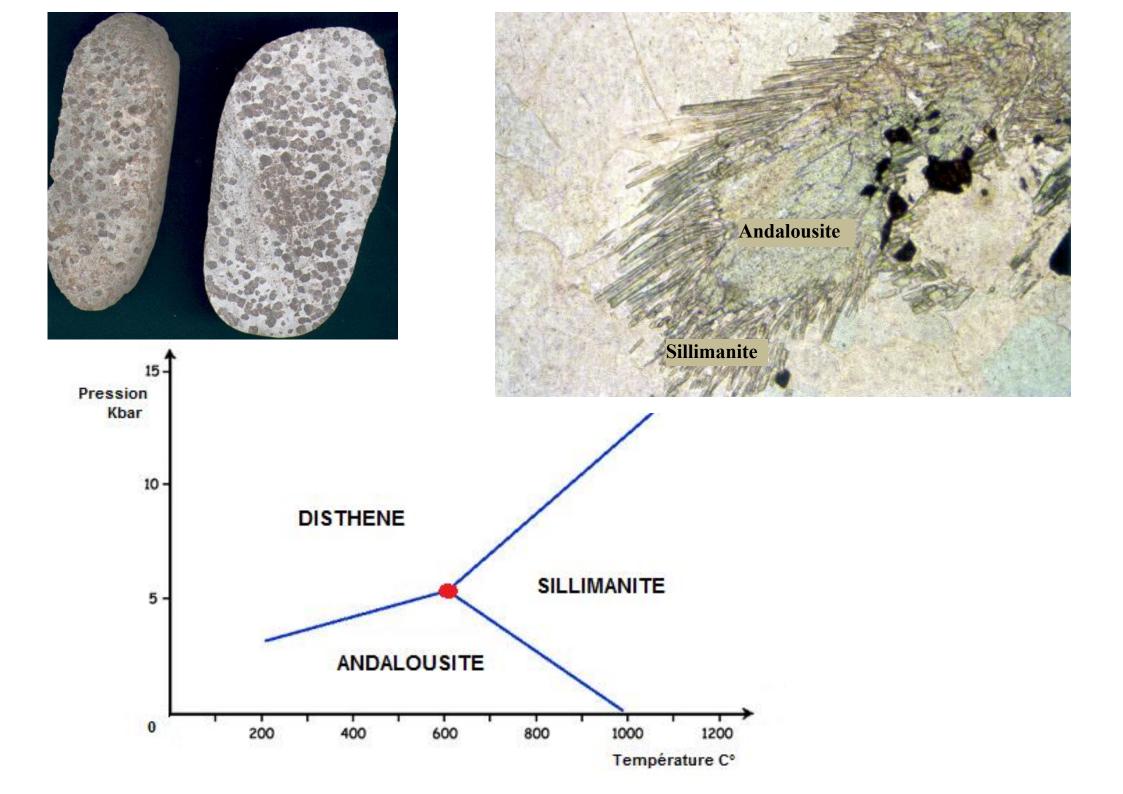


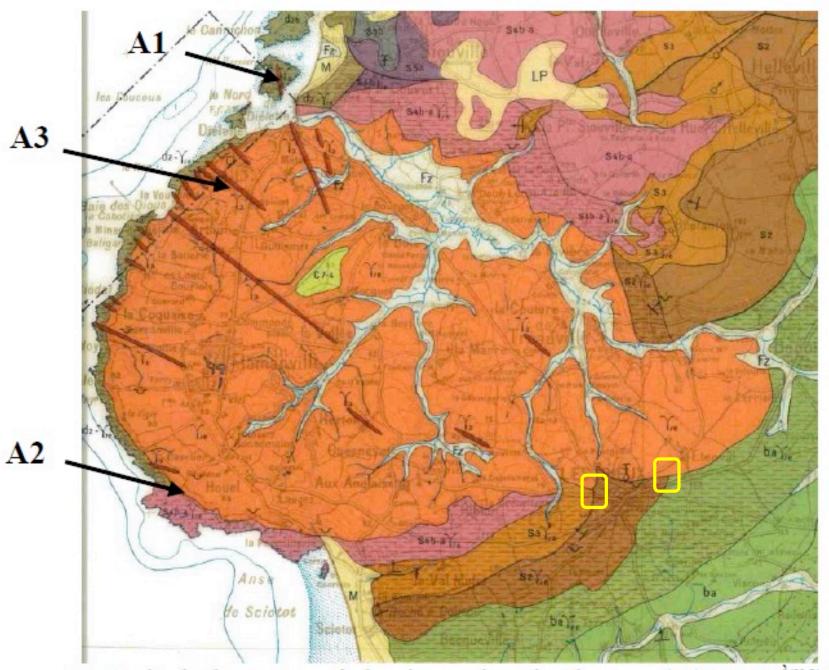




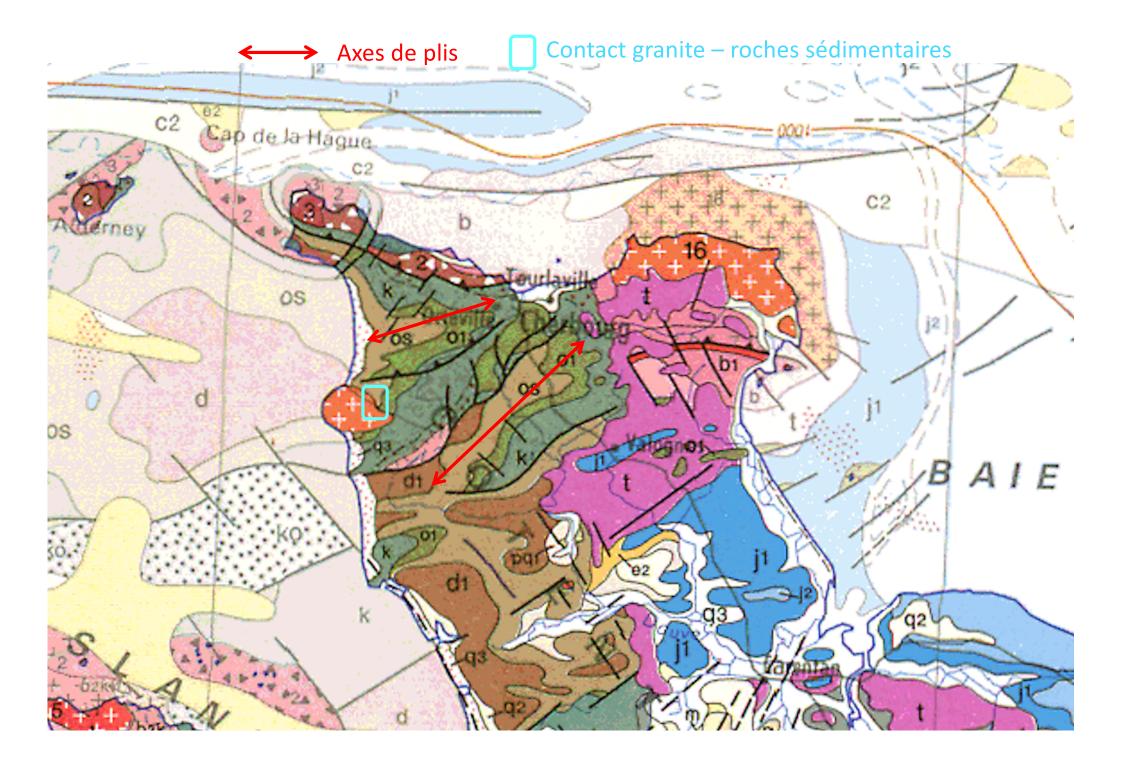
Extrait de la carte géologique de Cherbourg (1/50000ème)



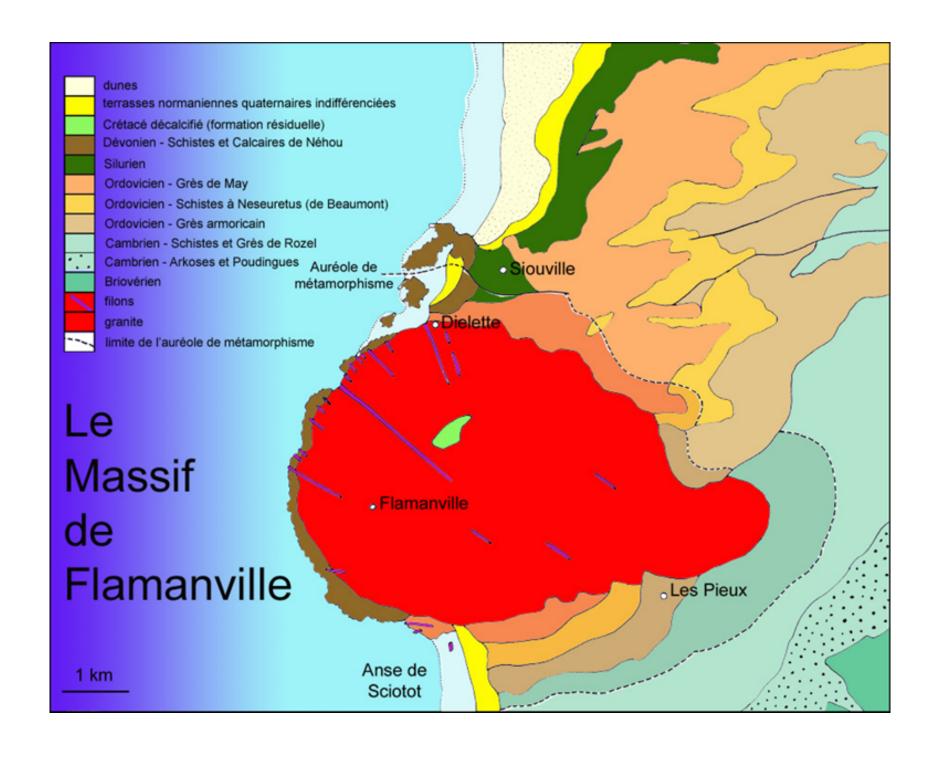




Extrait de la carte géologique de Cherbourg (1/50000ème)







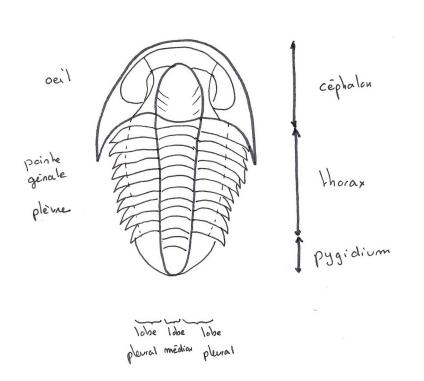


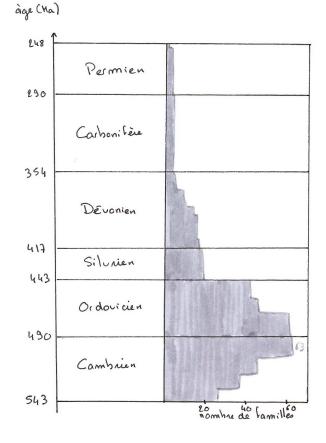




Les trilobites sont des athropodes trilobitomorphes dont la cuticule est divisée en 3 parties :

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	opodouorótaco	gasteropodes	bivalves	ammonites	trilobites
Cénozoïque				/		
Crétacé		/\		/···\		
Jurassique						
Trias]				
Permien		1				1
Carbonifère						
Dévonien	····]		17		
Silurien						
Ordovicien			[V		
Cambrien						

taxon d'intérêt chronostratigraphique

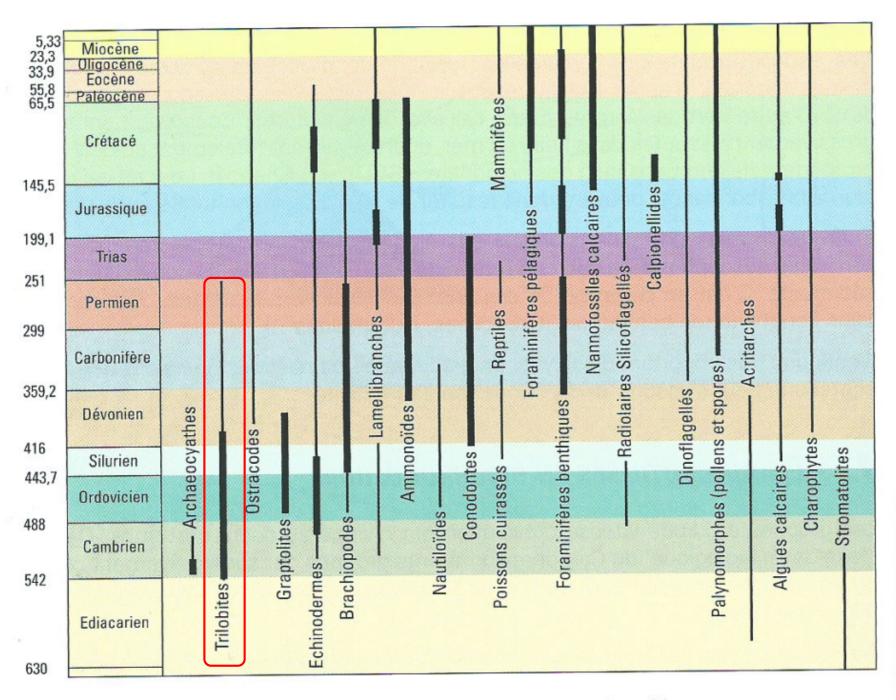


Fig. 7.8 - Principaux groupes de fossiles stratigraphiques

$$^{235}U_{t} = ^{235}U_{0}e^{-\lambda_{235}t} \ _{et} \ ^{238}U_{t} = ^{238}U_{0}e^{-\lambda_{238}t}$$

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

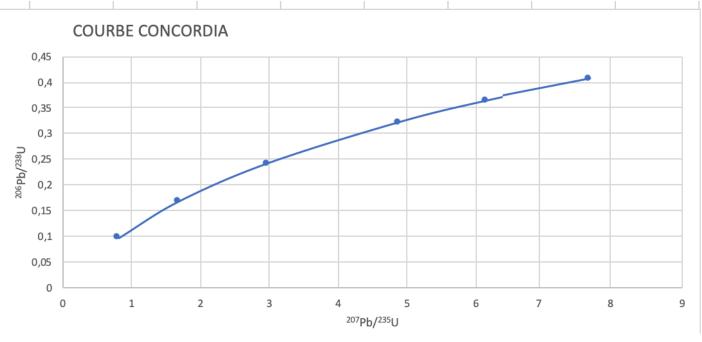
$$F_t = F_o + P_t (e^{\lambda t} - 1)$$

$$^{206}Pb_t = ^{206}Pb_0 + ^{238}U_t(e^{\lambda_{238}t}-1) \quad \text{Pb initiale négligeable}$$

$$^{207}\text{Pb}_{t}={}^{207}\text{Pb}_{0}+{}^{235}\text{U}_{t}\big(e^{\lambda_{238}t}-1\big)$$

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

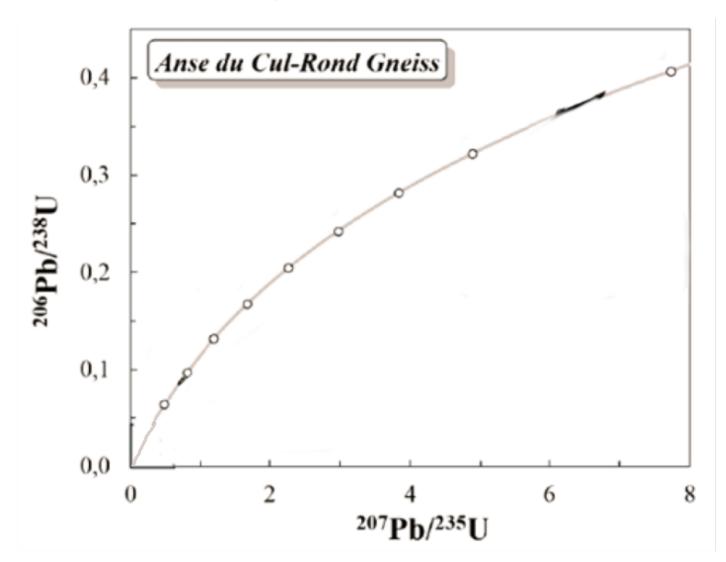
Age en Ma	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	
600	0,805	0,097	
1000	1,675	0,168	
1400	2,965	0,242	
1800	4,877	0,322	
2000	6,155	0,364	
2200	7,711	0,407	



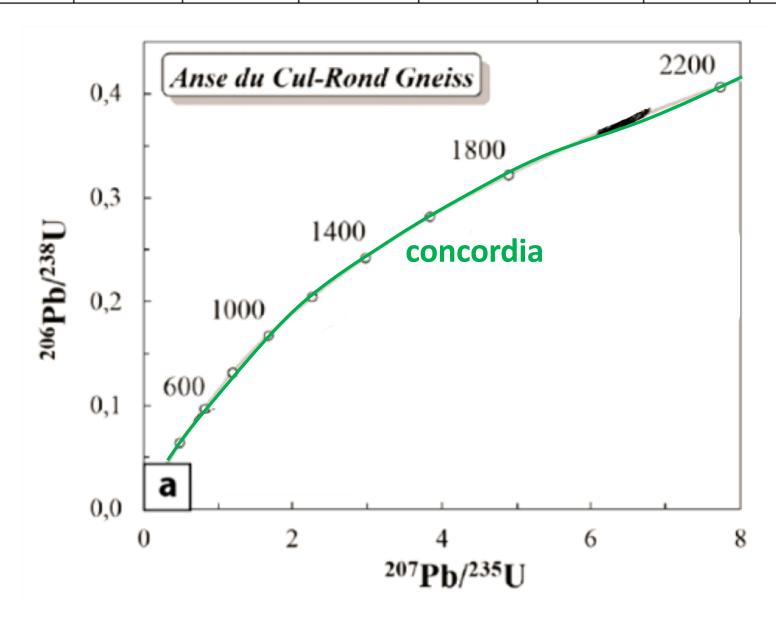
Age en · Ma¤	0 ¤	600 ¤	1000¤	1400∞	1800□	2000∞	2200¤
²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U¤	0 ⊠	0,097¤	0,168¤	0.242¤	0.322¤	0.364¤	0.407¤
²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U¤	0α	0.805¤	1,675¤	2.965¤	4.877¤	6,155¤	7.711¤

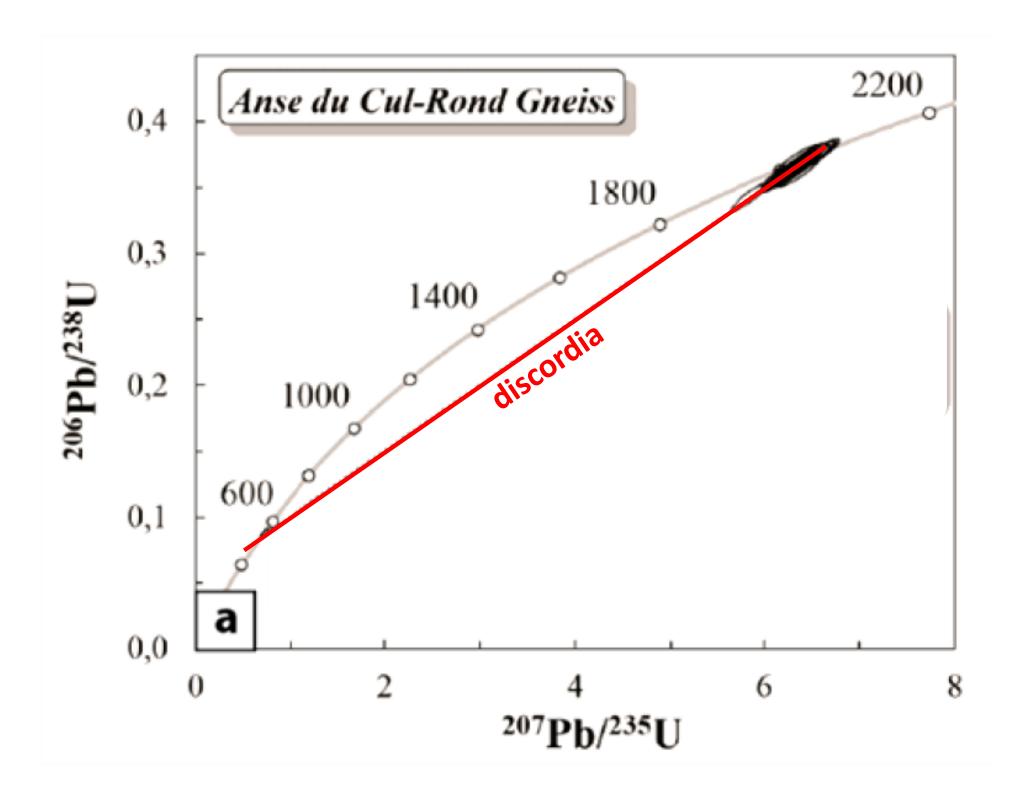
_

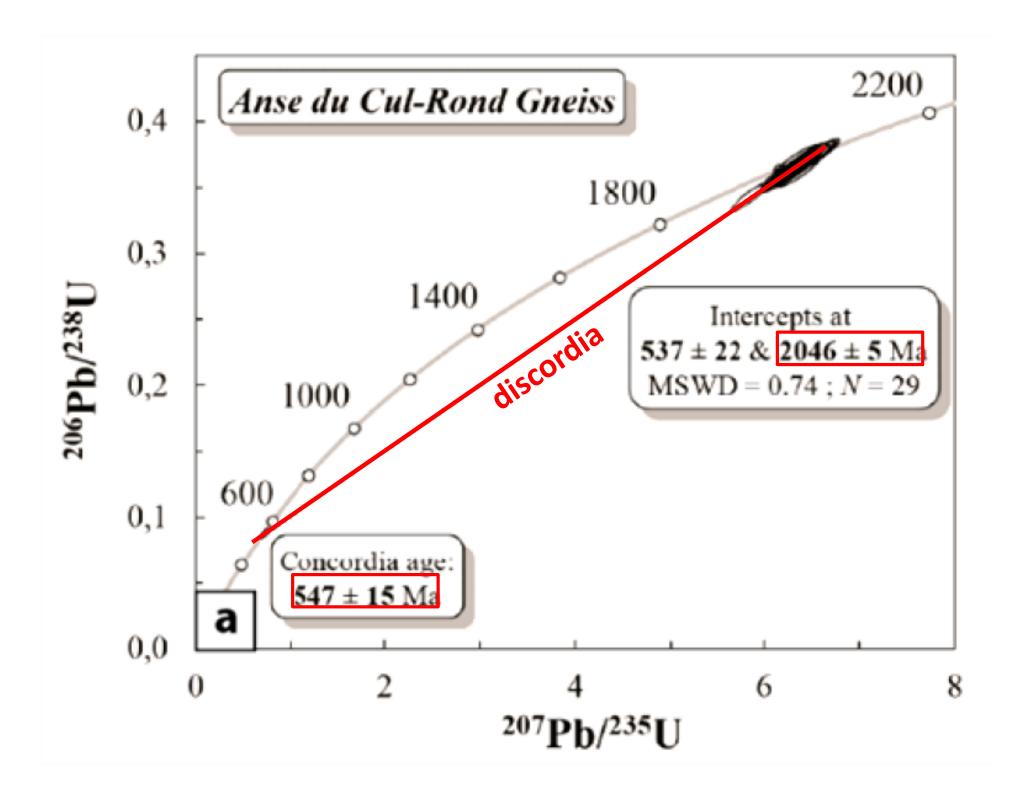
Diagramme de Wetherhill



Age en · Ma¤	0 ¤	600¤	1000¤	1400¤	1800¤	2000¤	2200¤
²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U¤	0α	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¤

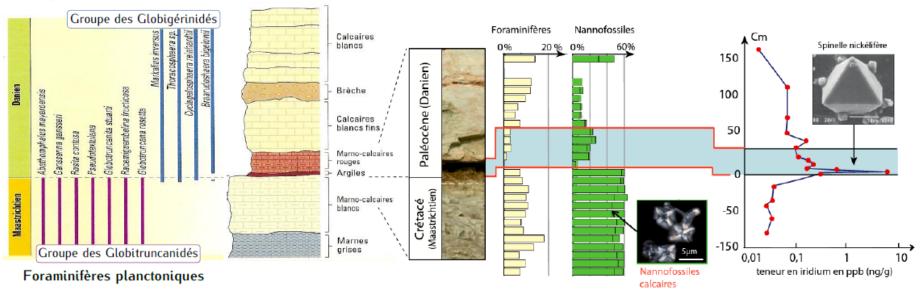




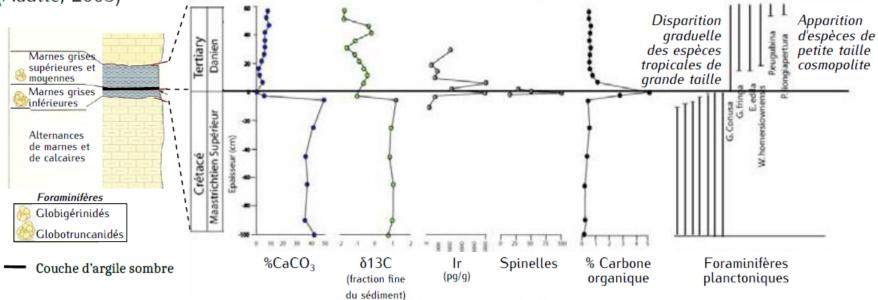


II. Etude d'une crise biologique : la crise Crétacé-Paléogène

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



	4/4		4			
4000	Eratt on /E	System Fra	Series / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)
		>	Holocene M	Meghalayan Northgrippian	3	present 0.0042 0.0082
	uaternar		U/L	Greenlandian Upper	36	0.0117
			M	Chibanian	<	0.129
		at	Pleistocene	Calabrian	4	0.774
		2	L/E	Gelasian	3	1.80
			U/L	Piacenzian	3	2.58
			Pliocene -	Zanclean	<	3.600
		4		Messinian	<	5.333
		Neogene	U/L	Tortonian	4	7.246
		g	_	Serravallian	4	11.63
	<u>.</u>	ě	Miocene [™]	Langhian		13.82
	Cenozoic	_	_	Burdigalian		15.97
	en		L/E	Aquitanian	4	20.44
	Ŏ			·	1	23.03
			Oligocene	Chattian	1	27.82
	٥		Rupelian	<	33.9	
			Priabonian	<	37.71	
		e		Bartonian		41.2
zoic	Si S	Eocene	Lutetian	<	47.8	
Phanerozoic		Paleogene		Ypresian	<	
ä				Thanetian	3	56.0
2			Paleocene	Selandian	<	59.2
-				Danian		61.6
					1	66.0
				Maastrichtian	1	72.1 ±0.2
				Campanian		00.0 : 0.5
			Upper	Santonian	<	83.6 ±0.2
			Ορροί	Coniacian	<	86.3 ±0.5
		(0		Turonian	<	89.8 ±0.3
	oic	ons		Cenomanian	<u> </u>	93.9
	Mesozoic	ce			1	100.5
		eta		Albian	<	~ 113.0
		Ö		Aptian		~ 113.0
				·		~ 125.0
			Lower	Barremian		~ 129.4
				Hauterivian	1	~ 132.6
				Valanginian		~ 139.8
				Berriasian		~ 145.0

Egnow,	te s	e e	5				
	~	Š	Se	ries / Epoch	Stage / Age	O numerical O age (Ma)	
					Tithonian	~ 145.0 152.1 ±0.9	
				Upper	Kimmeridgian	157.3 ±1.0	
					Oxfordian	163.5 ±1.0	
		<u>0</u>			Callovian Bathonian	166.1 ±1.2	
		388		Middle	Bajocian	168.3 ±1.3 170.3 ±1.4	
	u n				Aalenian -	174.1 ±1.0	
					Toarcian	182.7 ±0.7	
				Lower	Pliensbachian	190.8 ±1.0	
	Mesozoic	응	OIC				4
	302				Hettangian	199.3 ±0.3 201.3 ±0.2	
	ĕ∣				Rhaetian	~ 208.5	
		<u>.</u> 2	Upper		Norian		
		ass			Carnian	~ 227	
		듣			Ladinian	~ 237	
Phanerozoic				Middle	Anisian	~ 242	
roz				Lower	Olenekian Induan	247.2 251.2	
ane				opingion	Changhsingian	251.902 ±0.024 254.14 ±0.07	
Ph			L'	opingian	Wuchiapingian	259.51 ±0.21	
					Capitanian	264.28 ±0.16	
		an	Gu	adalupian	Wordian	266.9 ±0.4	
		Permian			Roadian	273.01 ±0.14	
		Pe			Kungurian	283.5 ±0.6	
			С	isuralian	Artinskian	290.1 ±0.26	
	OIC				Sakmarian	293.52 ±0.17	
	30Z		_		Asselian	298.9 ±0.15	
-	Paleozoic		ania	Upper	Gzhelian Kasimovian	303.7 ±0.1 307.0 ±0.1	
ľ	_	<u>S</u>	sylv	Middle	Moscovian		
		eror	Pennsylvanian	Lower	Bashkirian	315.2 ±0.2 323.2 ±0.4	
		Jiuc		Upper	Serpukhovian		
		Carbo	Mississippian	Middle	Visean	330.9 ±0.2	
			Miss	Lower	Tournaisian	346.7 ±0.4 358.9 ±0.4	

	em/E	m/E ₁₃	Series / Epoch					
\$00°	#6. 4 **E-13	9) S	Series / Epoch	Stage / Age	numerical age (Ma) 358.9 ±0.4			
			Upper	Famennian	3			
		_		Frasnian	372.2 ±1.6 382.7 ±1.6			
		Devoniar	NA: al all a	Givetian 🕻	302.7 11.0			
		evc	Middle	Eifelian				
				Emsian	393.3 ±1.2 407.6 ±2.6			
			Lower	Pragian ⁴	410.8 ±2.8			
				Lochkovian	1400.00			
			Pridoli	4	419.2 ±3.2			
		_	Ludlow	Ludfordian 4	423.0 ±2.3 425.6 ±0.9			
		a	Ludiow	Gorstian	427.4 ±0.5			
		i.	Wenlock	Homerian Sheinwoodian	430.5 ±0.7			
		S		Telychian s	433.4 ±0.8			
			Llandovery	Aeronian	438.5 ±1.1			
<u>.</u>				Rhuddanian	440.8 ±1.2			
20	ЫĊ			Hirnantian 4	443.8 ±1.5			
Phanerozoic	Paleozoic	an	Upper	Katian	445.2 ±1.4			
har	Pal		an	an	lan	ian		Sandbian _s
Δ.		ovici	Middle	Darriwilian	400.4 20.0			
		<u>p</u>		Dapingian	467.3 ±1.1 470.0 ±1.4			
		0	Lower	Floian	11 0.0 = 11 1			
			_55.	Tremadocian				
				Stage 10	~ 489.5			
			Furongian	Jiangshanian 🛭	3			
				Paibian §	~ 494 ~ 497			
				Guzhangian s	~ 500.5			
		Ę	Miaolingian	Drumian _s	3			
	Cambria	bris		Wuliuan 💃	~ 504.5			
		an E		Stage 4	~ 509			
		Ö	Series 2	Stage 3	~ 514			
				Stage 2	~ 521			
			Terreneuvian	Fortunian	~ 529			
					541.0 ±1.0			

Paleo-proterozoic Neo-archean Neso-proterozoic Paleo-proterozoic Neo-archean Paleo-archean		Eonothe	Neces Property (Fig.	Systy / Prico	GSSP	numerica age (Ma 541.0 ±1.
Paleo-proterozoic Neo-archean Neso-proterozoic Paleo-proterozoic Neo-archean Paleo-archean				Ediacaran		
Mesoproterozoic Paleoproterozoic Rhyacian Neoproterozoic Rhyacian Neoproterozoic Rhyacian Neoproterozoic Rhyacian Neoproterozoic Rhyacian Siderian Neoproterozoic Rhyacian Siderian Neoproterozoic Rhyacian Siderian Mesoproterozoic Rhyacian Siderian Mesoproterozoic Acceptable A			1400	Cryogeniar	1	~ 720
Mesoproterozoic Paleoproterozoic Rhyacian Neoarchean Nesoarchean Paleoproterozoic Paleoproterozoic Rhyacian 2000 2050 Rhyacian 2000 Acchean 2000 2000 Acchean Acc				Tonian		1000
Paleo-proterozoic Neo-proterozoic Paleo-proterozoic Rhyacian Neo-archean Neo-archean Paleo-proterozoic Rhyacian 2500 Siderian 2800 Paleo-archean				Stenian	Ĭ	
Calymmian 1600 Statherian 1800 Orosirian Paleo-proterozoic Rhyacian 2500 Siderian Neo-archean Meso-archean Paleo-archean Paleo-archean Paleo-archean Paleo-archean Paleo-archean Paleo-archean Paleo-archean A000 Hadean		O		Ectasian	- 9	
Paleoproterozoic Rhyacian 2050 Rhyacian 2050 Siderian 2500 Siderian 2500 According to the protection of the protection o		zoi	p. 010.020.0	Calymmian		1400
Paleoproterozoic Rhyacian 2050 Rhyacian 2050 Siderian 2500 Siderian 2500 According to the protection of the protection o		ero		Statherian	<u> </u>	1600
Paleoproterozoic Rhyacian 2050 Rhyacian 2050 Siderian 2500 Siderian 2500 According to the protection of the protection o	u	Prof		Oroginian	- ø	1800
Neo-archean Meso-archean Paleo-archean Paleo-archean Eo-archean Hadean	bria			Olosiliali	— Ø	2050
Neo-archean Meso-archean Paleo-archean Paleo-archean Eo-archean Hadean	am		proterozoic	Rhyacian		2200
Neo-archean Meso-archean Paleo-archean Paleo-archean Eo-archean Hadean	rec			Siderian		
Meso-archean Paleo-archean Eo-archean Hadean	F				Ĭ	
Eo- archean Hadean		<u>_</u>	Meso-		<u>—</u> 0	2800
Eo- archean Hadean		hea	archean		_	3200
Eo- archean Hadean		Arc			Ĭ	0200
archean Hadean						3600
Hadean		ادادا	archean	la fa fa fa fa fa fa fa fa	<u>тг</u> Ф	4000
		Ha	ndean			
~ 4000		7 10	idodir			~ 4600

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 Archaen 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)

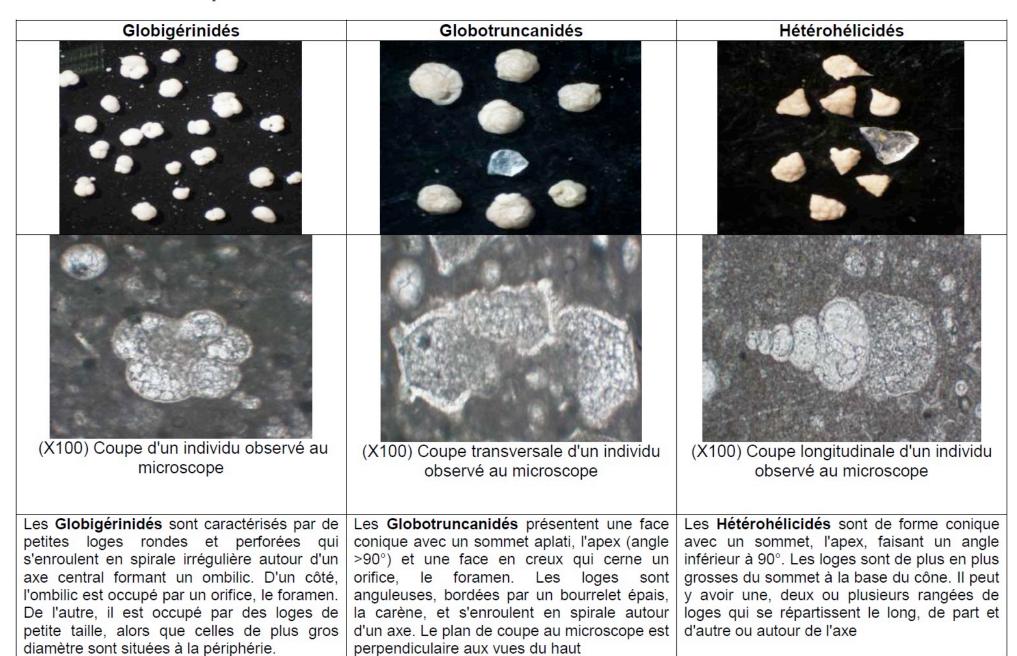


Chart drafted by K.M. Cohen, D.A.T. Harper, P.L. Gibbard, N. Car (c) International Commission on Stratigraphy, October 2021

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

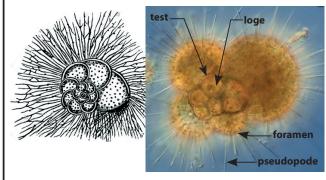
Planche pour identification de foraminifères dans une roche sédimentaire



Foraminifères

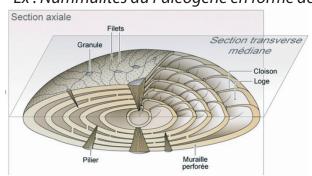
Unicellulaires marins caractérisés par un <u>test</u> à <u>plusieurs loges</u> percé de nombreuses <u>perforations</u> (= foramen) d'où sortent des expansions cellulaires nommées pseudopodes à rôle variés (phagocytose, suspension...)

Globigérine actuelle



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

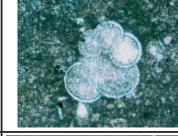
- **⇒** Panphanérozoïque mais quelques espèces notables
- Foraminifères benthiques = vivant sur le fond (milli à centimétriques) Ex : Nummulites du Paléogène en forme de pièces de monnaie

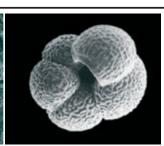




- Foraminifères planctoniques = en suspension dans la masse d'eau (< 1mm)
- Globotruncanidés à test caréné abondants au Mésozoïque
- Globigérinidés à test arrondi abondants au Cénozoïque

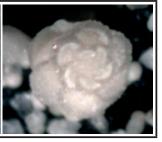
Paléocène inférieur Globigérine (20 μm) à test arrondi





Crétacé supérieur Globotruncana (500 μm) à test caréné



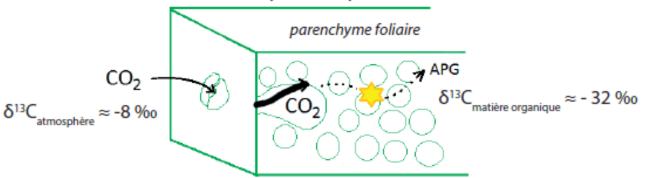


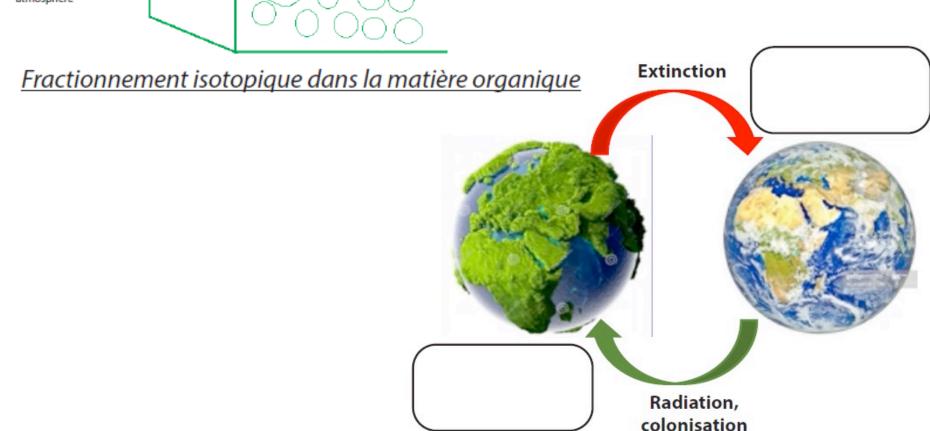
$$\delta^{13}C = \left[\left[(^{13}C/^{12}C)_{\text{\'echantillon}} - (^{13}C/^{12}C)_{\text{standard}} \right] / \left(^{13}C/^{12}C\right)_{\text{standard}} \right] \times 10^{3}$$

L'enzyme (Rubisco) fixant le carbone atmosphérique (CO₂) sur la matière organique (APG)

fractionne les isotopes du carbone :

le ¹²C est plus fixé que le ¹³C



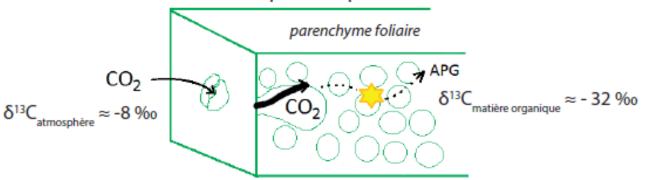


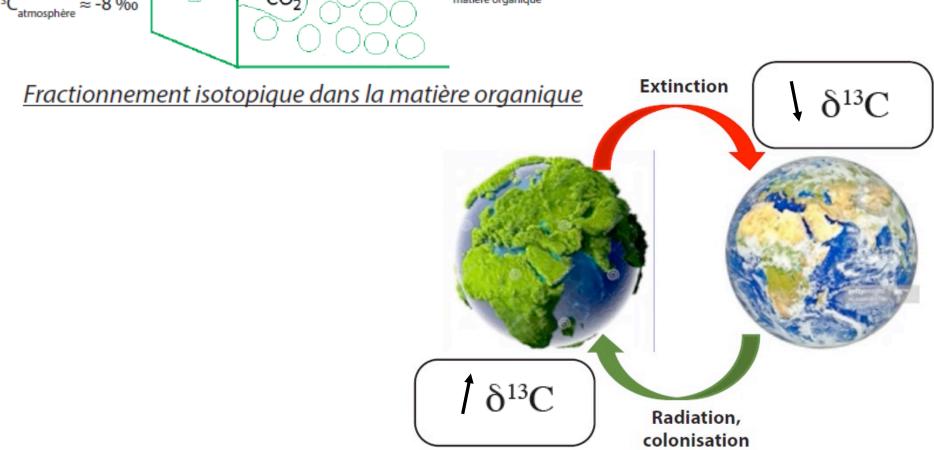
$$\delta^{13}C = \left[\left[(^{13}C/^{12}C)_{\text{\'echantillon}} - (^{13}C/^{12}C)_{\text{standard}} \right] / \left(^{13}C/^{12}C\right)_{\text{standard}} \right] \times 10^{3}$$

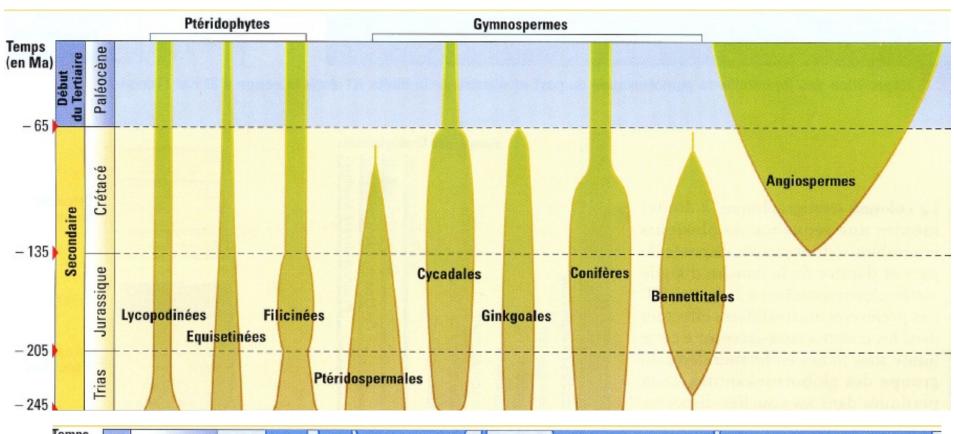
L'enzyme (Rubisco) fixant le carbone atmosphérique (CO₂) sur la matière organique (APG)

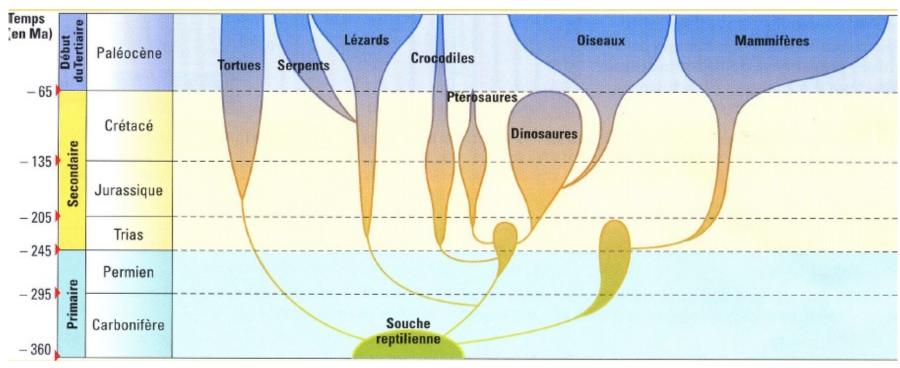
fractionne les isotopes du carbone :

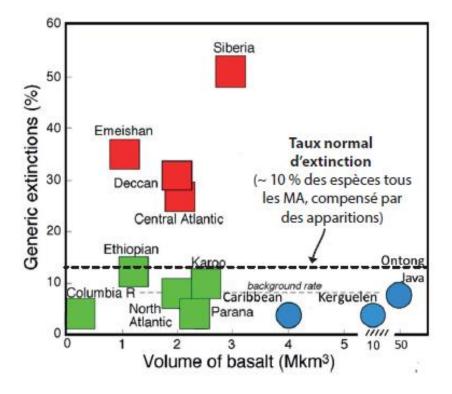
le 12C est plus fixé que le 13C

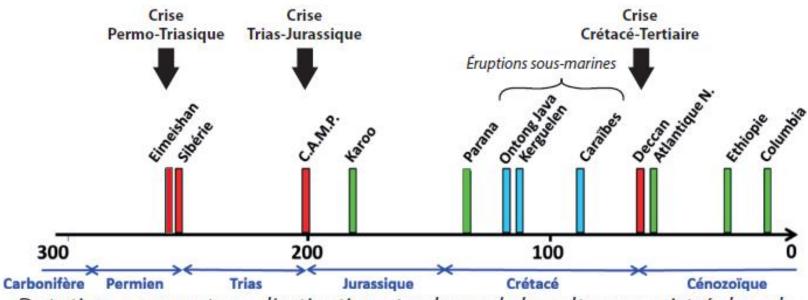












Datation, pourcentage d'extinction et volume de basaltes enregistrés lors de 12 épisodes de volcanisme paroxysmal des 300 derniers Ma



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

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

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

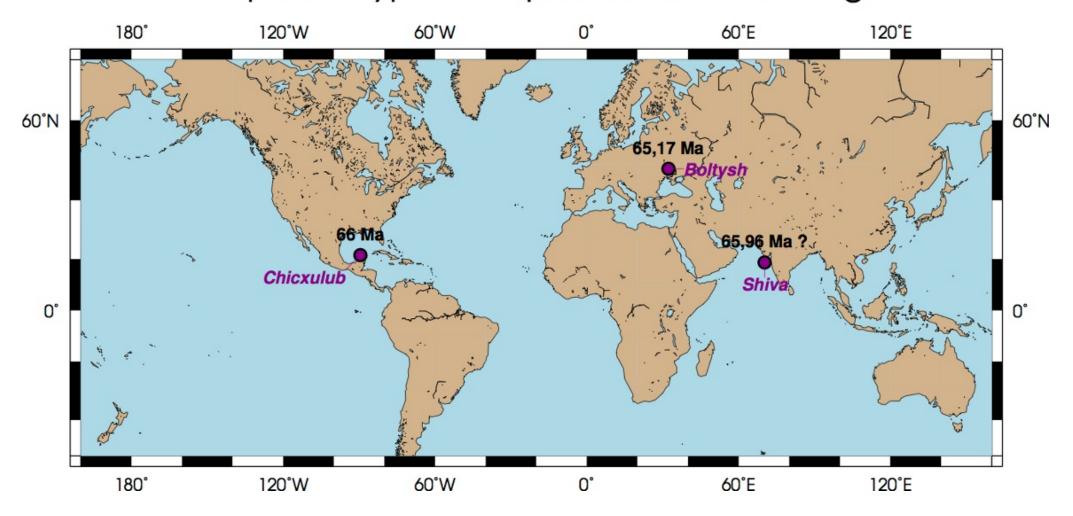
-21 mGal Anomalie négative de gravité → Déficit de masse en profondeur +50 mGal Anomalie positive de gravité → exces de masse en profondeur

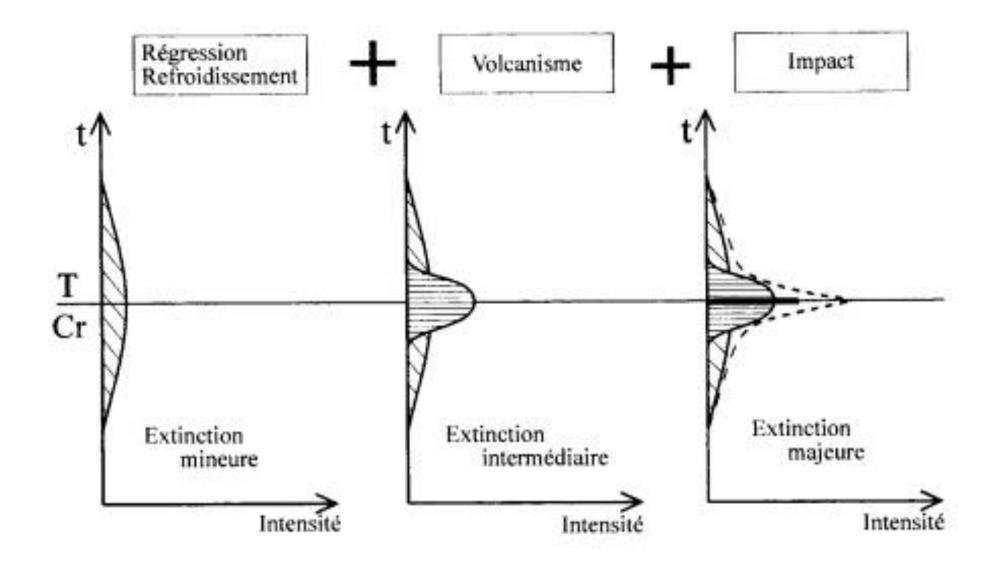
200 km

Anomalie gravimétrique de Bouquer 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



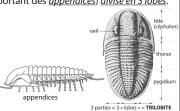


NOM DU GROUPE, CARACTÉRISTIQUES

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

	foraminifères		Sanodolaised	bivalves	ammonites	trilobites
Cénozoïque					/	
Crétacé		/\	Ι			
Jurassique]				
Trias			I			
Permien						\
Carbonifère						
Dévonien		l				
Silurien		[$I \setminus I$
Ordovicien			I	V		
Cambrien				T		
taxon d'intérêt chronostratigraphique						

Mollusques GASTÉROPODES:

Coquille univalve dorsale torsadée

Ex: Bigorneau, Escargot, Limnée d'eau douce



⇒ Panphanérozoïque

- Peu de fossiles stratigraphiques
- Nombreux fossiles de faciès

Planorbes + *Limnées* → eau douce *Escargot* → milieu continental

Mollusques BIVALVES

Coquille à 2 valves (Ex : Moule, Huitre, Pecten...)

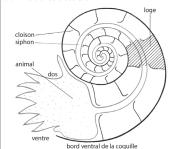


⇒ Panphanérozoïque

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.

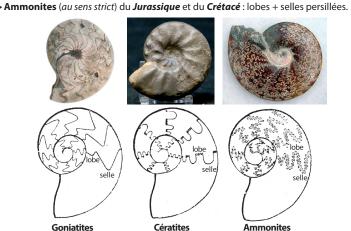


Mollusques Céphalopodes AMMONOÏDES (= Ammonites au sens large), apparentés aux Nautiles actuels.

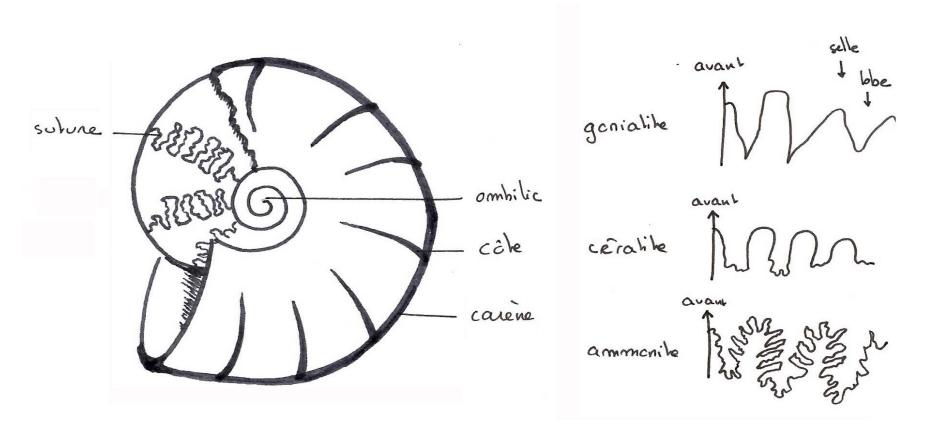


Coquille univalve plus ou moins enroulée dont seule la dernière loge était occupée par l'animal (les autres assuraient la flottaison), les sutures (prolongements externes des cloisons entre les loges) montrent une géométrie qui se complique avec le temps et renforce la coquille.

- 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,



- 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	Informations
	stratigraphiques	paléoenvironnementales
Nom:		
Nom:		

