

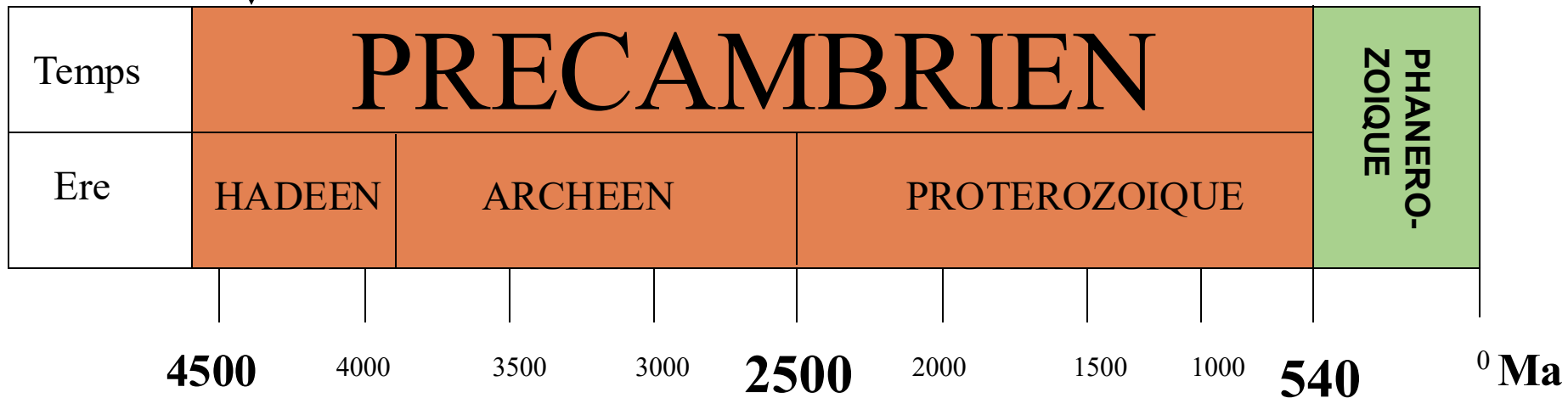
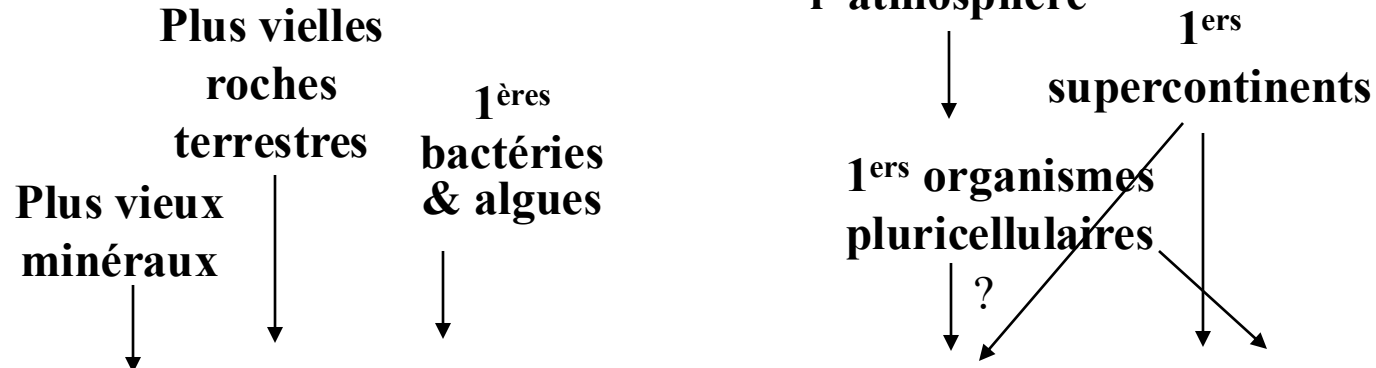
Le Phanérozoïque

- I. Introduction
- II. Le Paléozoïque (540-250 Ma)
- III. Le Mésozoïque (250-65 Ma)
- IV. Le Cénozoïque (65-0 Ma)
- V. Les glaciations Plio-Quaternaires (3-0 Ma)

I. Introduction

Origine de la vie ?

Oxygène dans
l'atmosphère

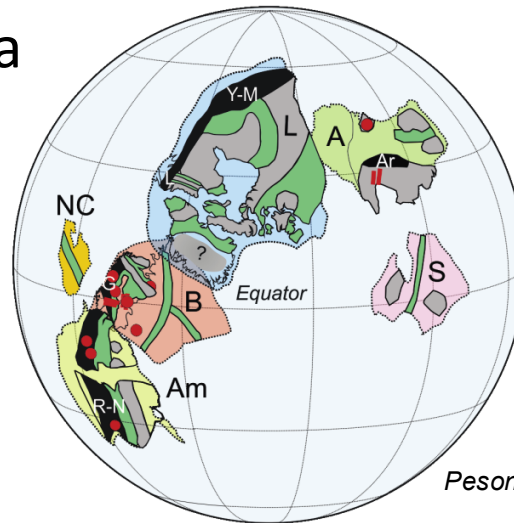


L'atmosphère s'enrichit en oxygène à mesure que les organismes photosynthétiques deviennent plus nombreux, plus actifs et que l'évolution vers des formes de vie plus complexe s'accélère.

I. Introduction

Les premiers « super-continents » du Précambrien

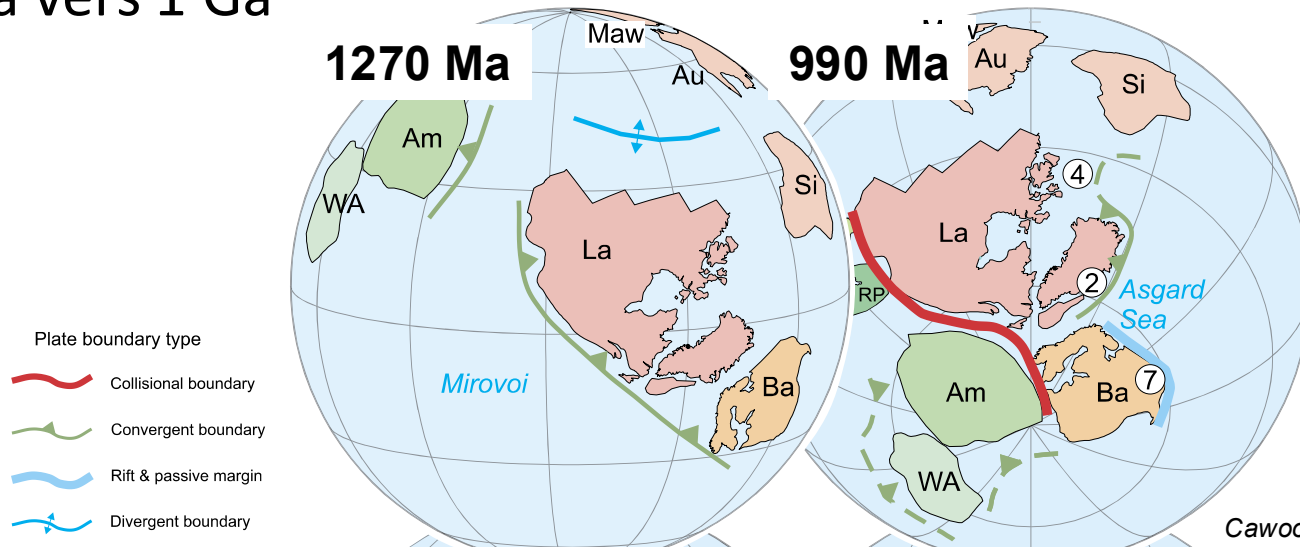
1) Columbia vers 1.5 Ga



L: Laurentia (La)
B: Baltica (Ba)
A: Australia (Au)
Am: Amazonia
WA: West Africa
S: Siberia (Si)
NC: North China

Pesonen et al., 2012

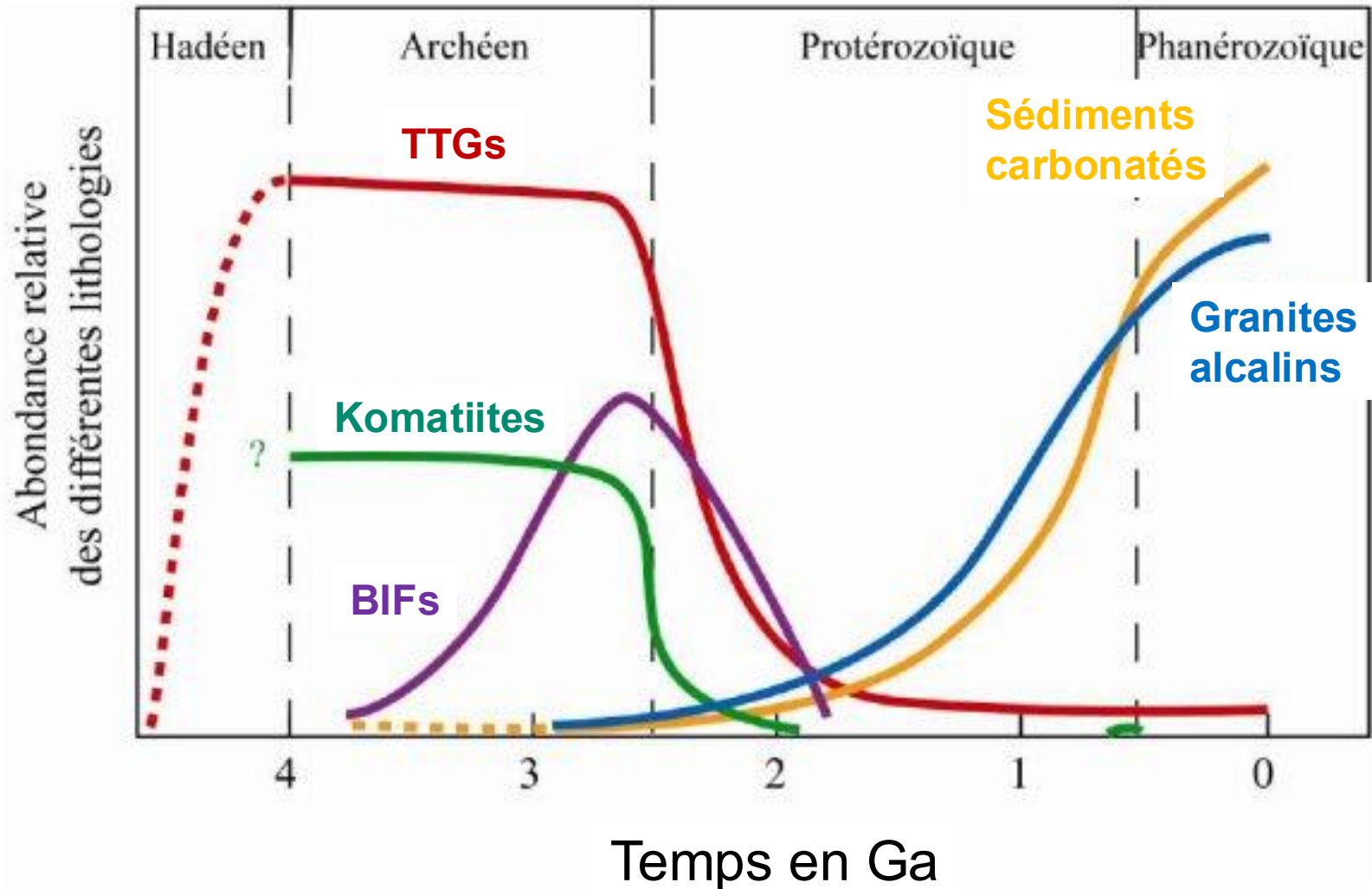
2) Rodinia vers 1 Ga



Cawood et al., 2016

I. Introduction

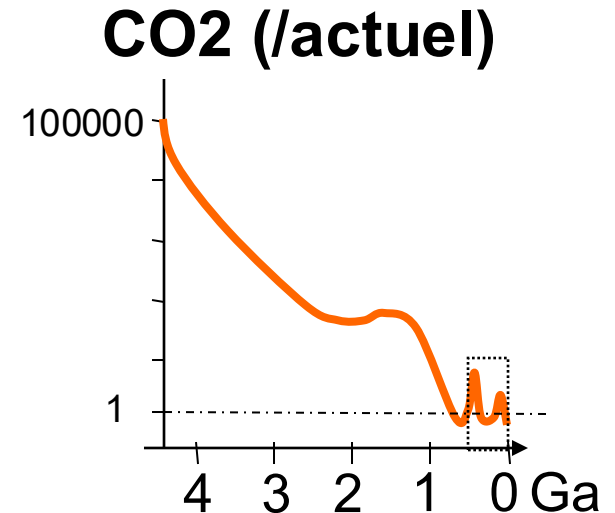
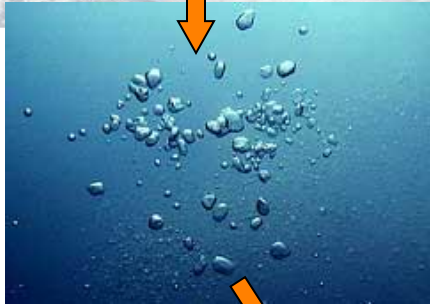
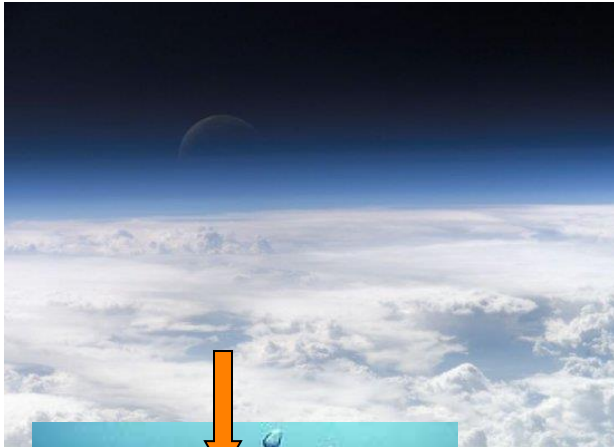
Abondance relative des différents types de roches



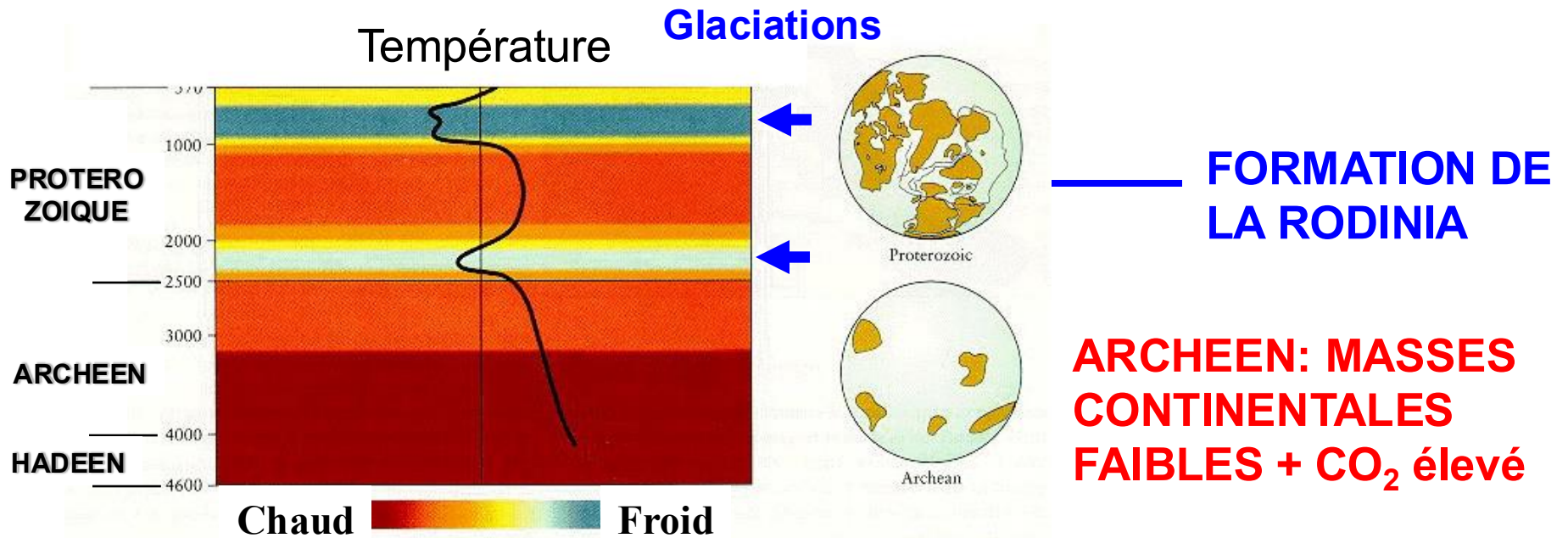
I. Introduction



Le CO_2 atmosphérique s'est transformé en CO_2 lithosphérique (calcaire) en 4 milliards d'années.

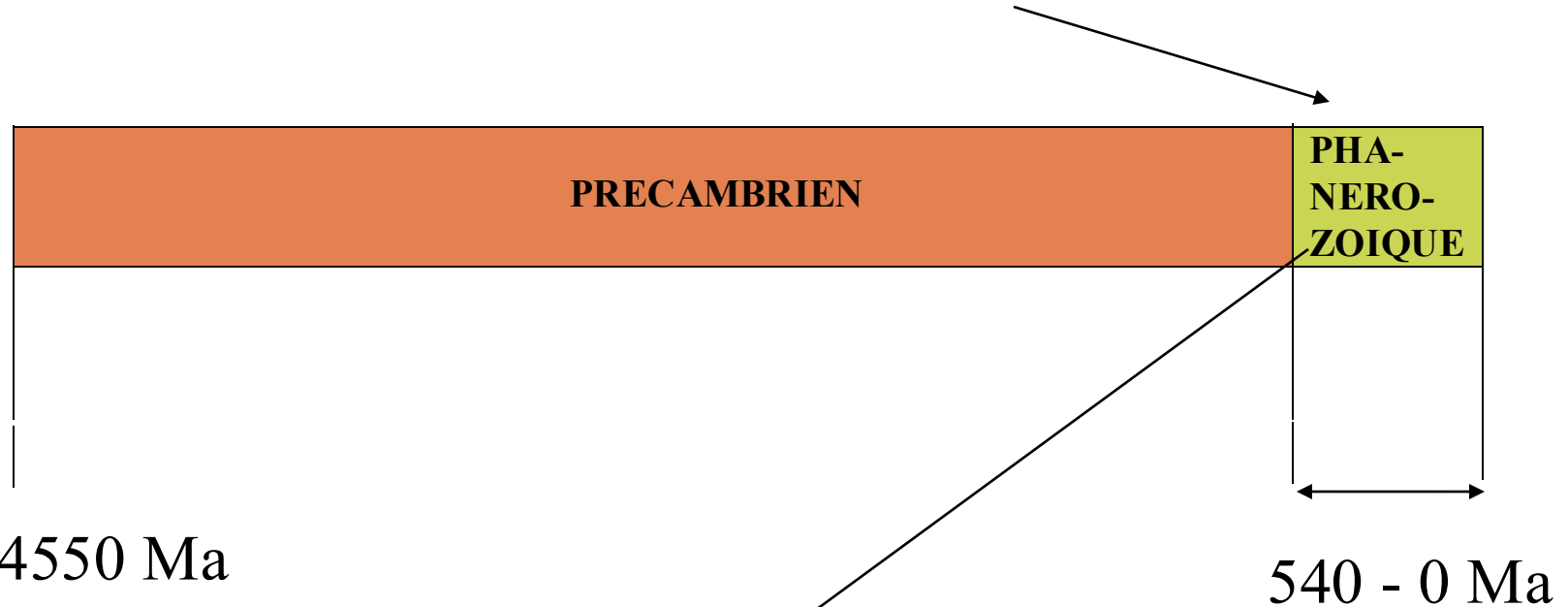


Evolution du climat au pré-Cambrien



A la fin du Précambrien, les conditions à la surface de la Terre sont favorables au développement rapide des organismes vivants.

Le Phanérozoïque ou début des temps fossilifères



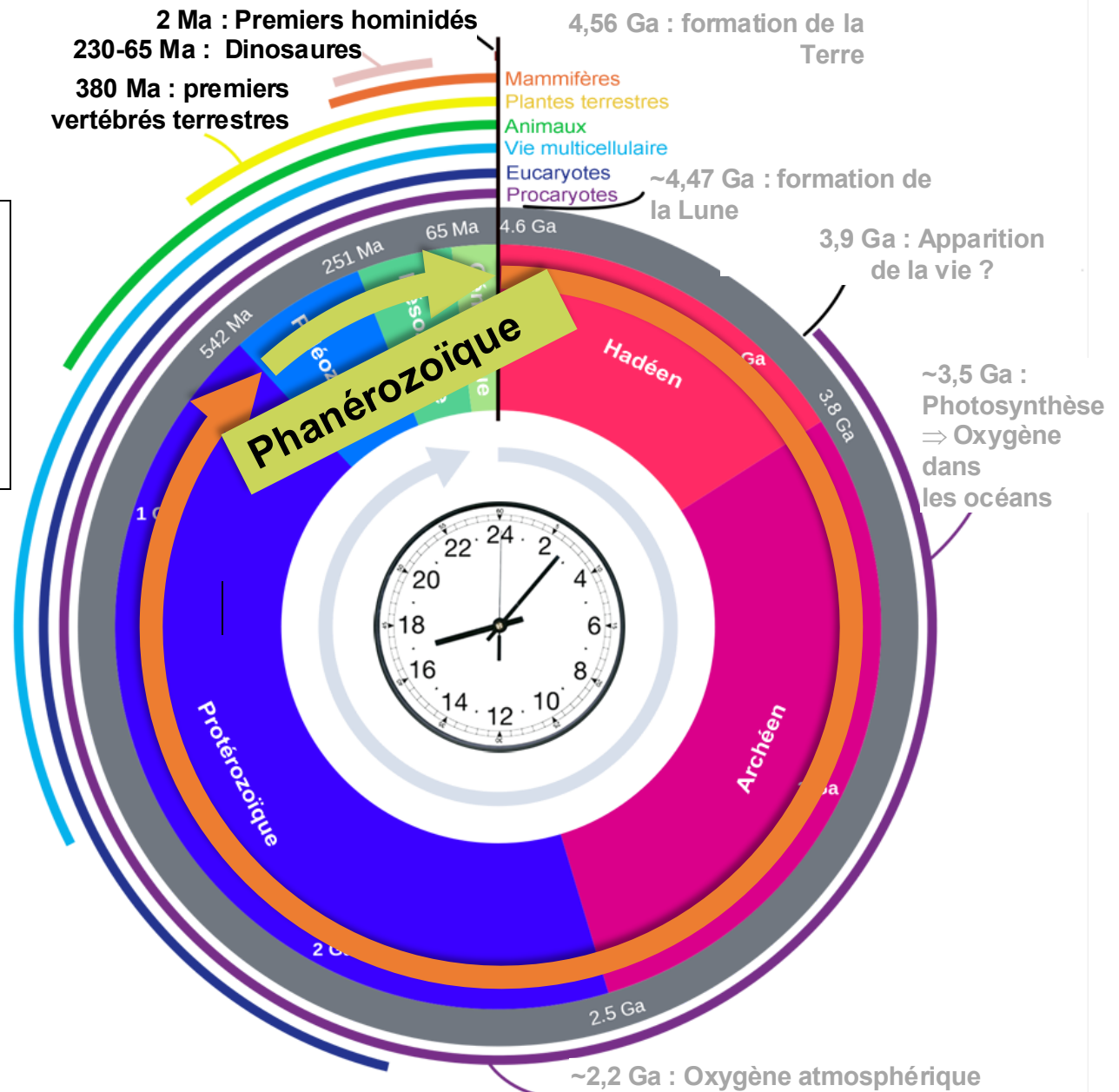
Phanérozoïque : « vie apparente ».

- les organismes ont, pour la plupart, des **tissus minéralisés**.
- forte **diversification** : « **explosion cambrienne** »

⇒ les fossiles deviennent communs dans les terrains sédimentaires

I. Introduction

Le Phanérozoïque :
début des temps
fossilifères



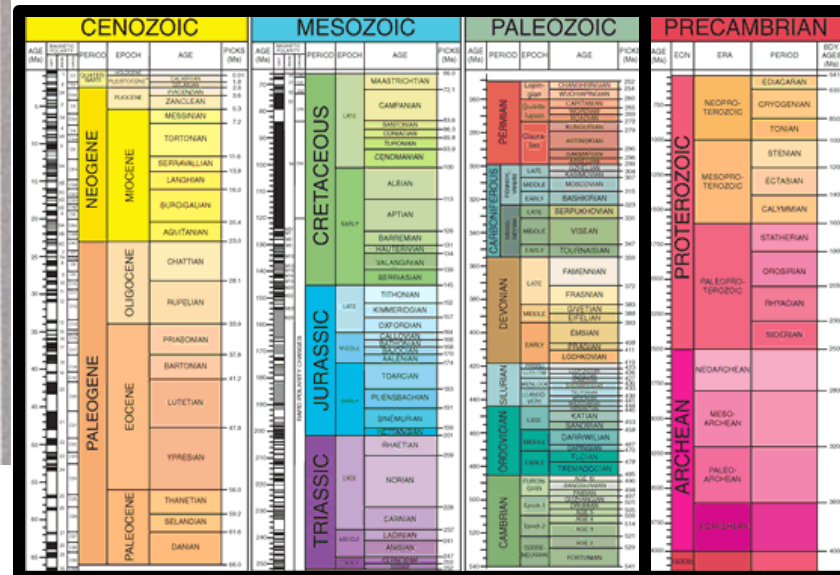
Le Phanérozoïque : début des temps fossilifères

Éon	Ère	Système	Série	Age (Ma)
P h a n é r o z o ï q u e	Cénozoïque	Quaternaire	Holocène	0.01
			Pléistocène	1.75
		Tertiaire	Pliocène	5.3
			Miocène	23.5
			Oligocène	33.7
			Eocène	53
			Paléocène	65
	Mésozoïque (Secondaire)	Crétacé		135
		Jurassique		203
		Trias		250
	Paléozoïque (Primaire)	Permien		295
		Carbonifère		355
		Dévonien		410
		Silurien		435
		Ordovicien		500
		Cambrien		540

**les fossiles deviennent courants
dans les terrains sédimentaires**



**Divisions de l'échelle des temps géologiques
beaucoup plus nombreuses et détaillées**



II. Le Paléozoïque (540-250 Ma)

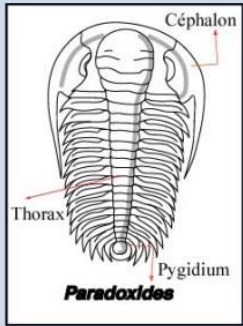
Éon	Ère	Système	Série	Age (Ma)
P h a n é r o z o ï q u e	Cénozoïque	Quaternaire	Holocène	— 0.01 —
			Pléistocène	— 1.75 —
		Tertiaire	Pliocène	— 5.3 —
			Miocène	— 23.5 —
			Oligocène	— 33.7 —
			Eocène	— 53 —
	Mésozoïque (Secondaire)	Crétacé	Paléocène	— 65 —
			Jurassique	— 135 —
			Trias	— 203 —
	Paléozoïque (Primaire)		Permien	— 250 —
			Carbonifère	— 295 —
			Dévonien	— 355 —
			Silurien	— 410 —
			Ordovicien	— 435 —
			Cambrien	— 500 —
				— 540 —



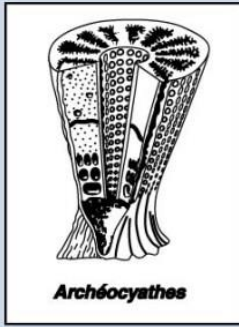
Paléozoïque (25 jours)
20/11 - 13/12

Evolution du vivant
Tectonique
Climat
Atmosphère

CAMBRIEN



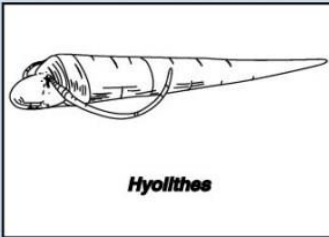
trilobites



éponges calcaires

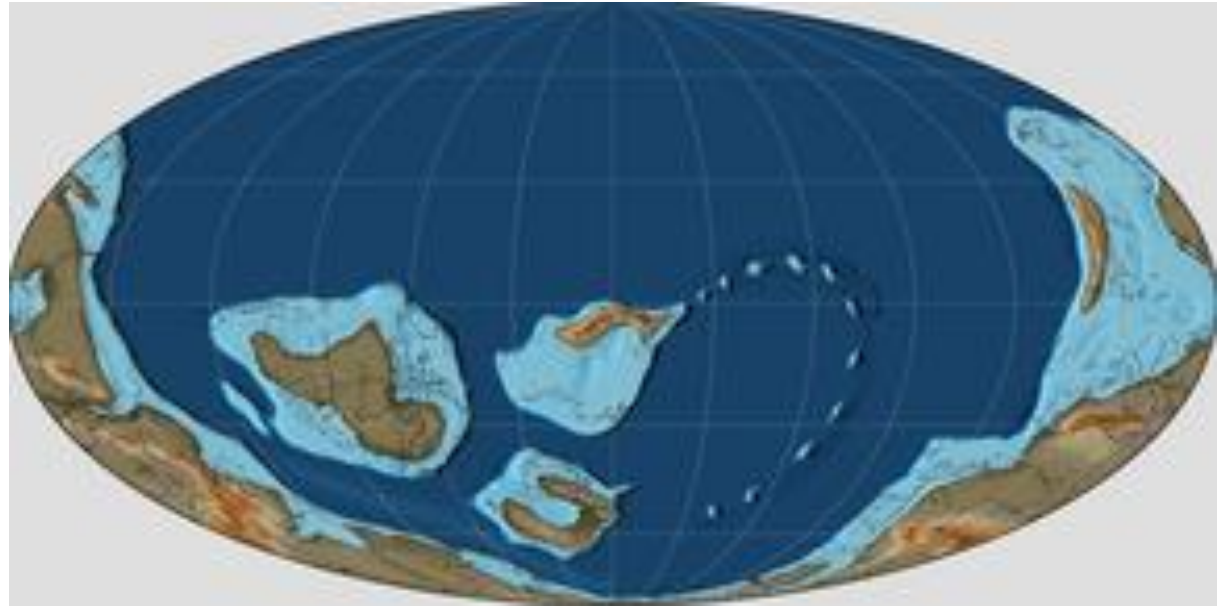


algues



mollusques

1^{ers} organismes à coquille
innovations les plus essentielles des
organismes vivants :
squelettes minéralisés, intestins,
branchies, yeux



PALEOZOIQUE

Cambrien

Ordovicien

Silurien

Dévonien

Carbonifère

Permien

540 Ma

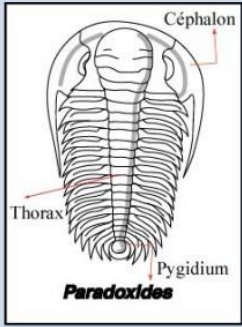
500 Ma

400 Ma

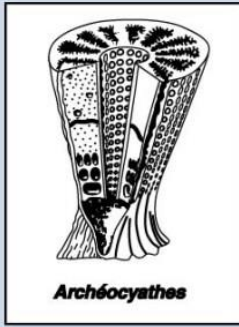
300 Ma

250 Ma

CAMBRIEN



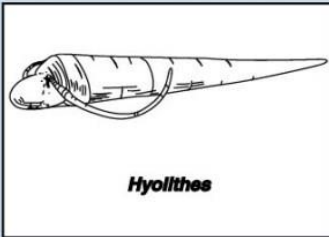
trilobites



éponges calcaires



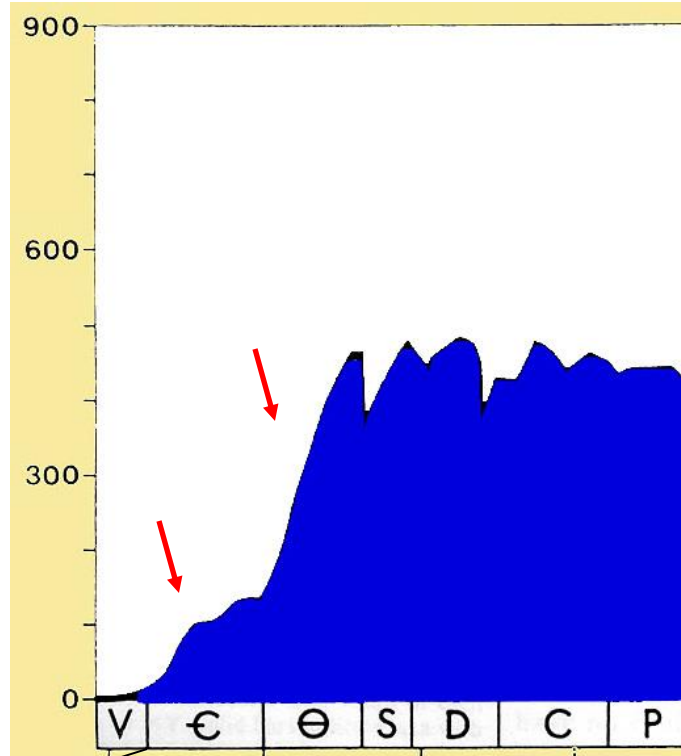
algues



mollusques

Nombre de familles

Explosion cambrienne



600
Ma

400
Ma

PALEOZOIQUE

Cambrien

Ordovicien

Silurien

Dévonien

Carbonifère

Permien

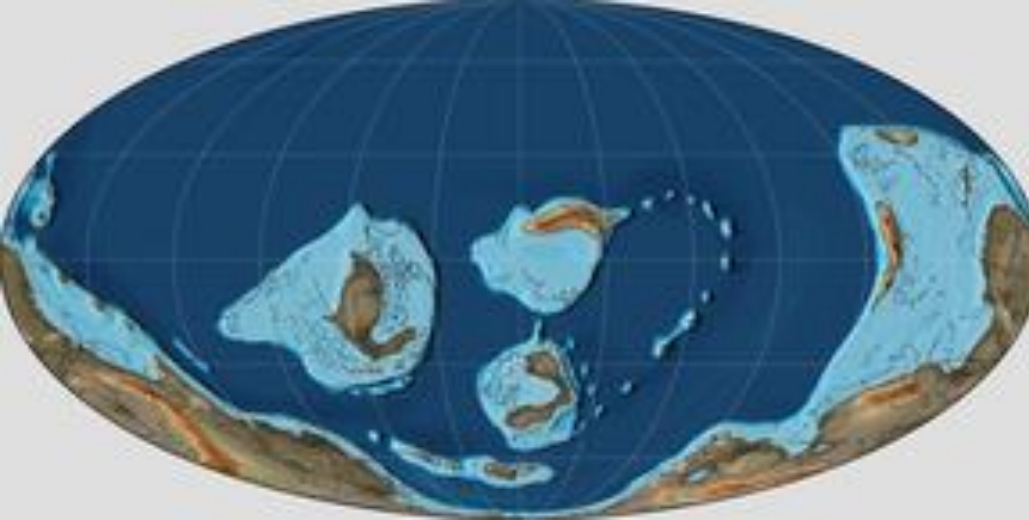
540 Ma

500 Ma

400 Ma

300 Ma

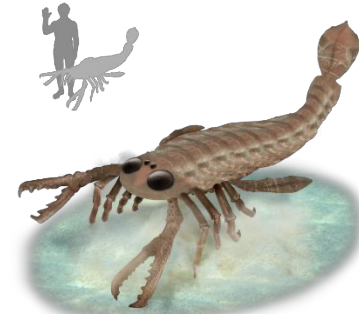
250 Ma



Appalaches

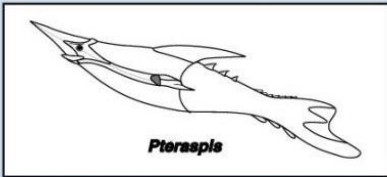


Arthropodes géants

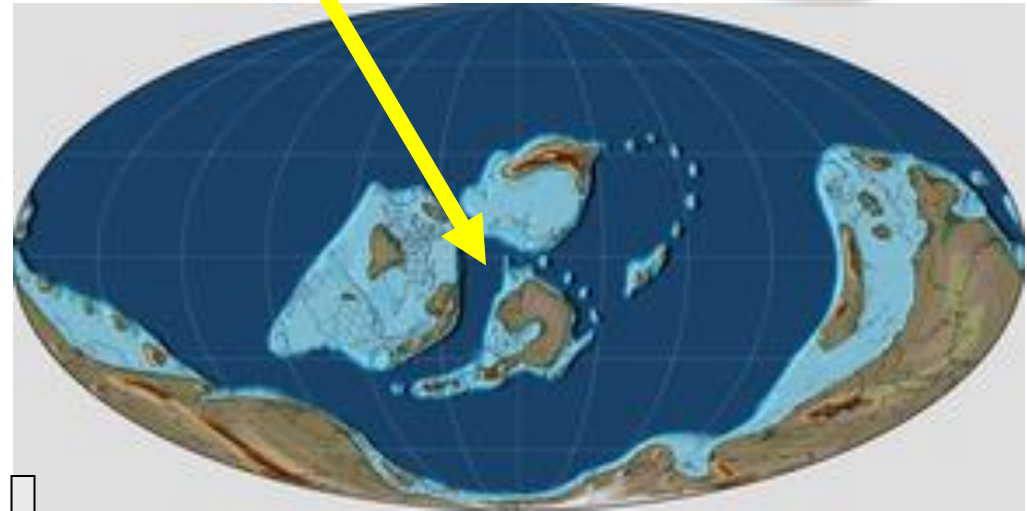


1^{ers} vertébrés : Mâchoires

ORDOVICIEN



Pteraspis



1^{ères} plantes terrestres

PALEOZOIQUE

Cambrien

Ordovicien

Silurien

Dévonien

Carbonifère

Permien

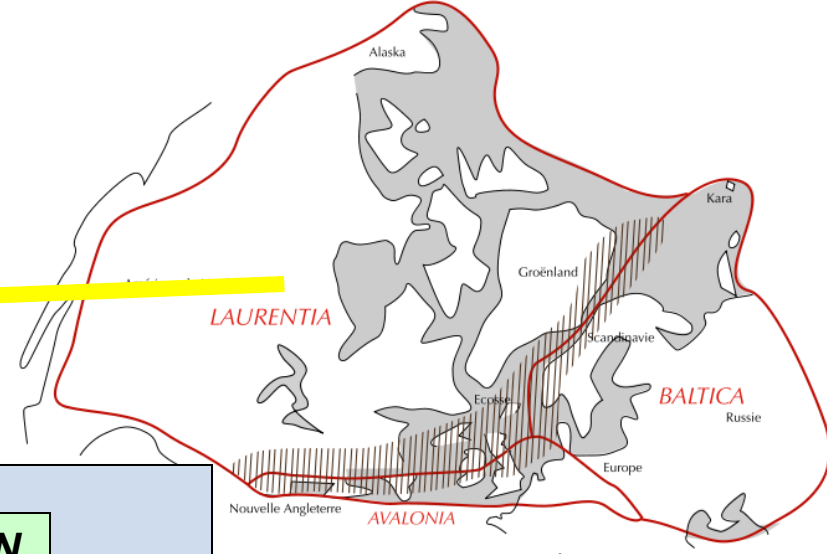
540 Ma

500 Ma

400 Ma

300 Ma


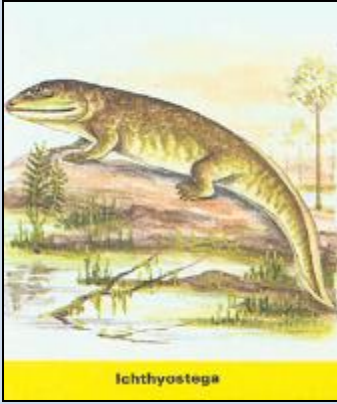
250 Ma



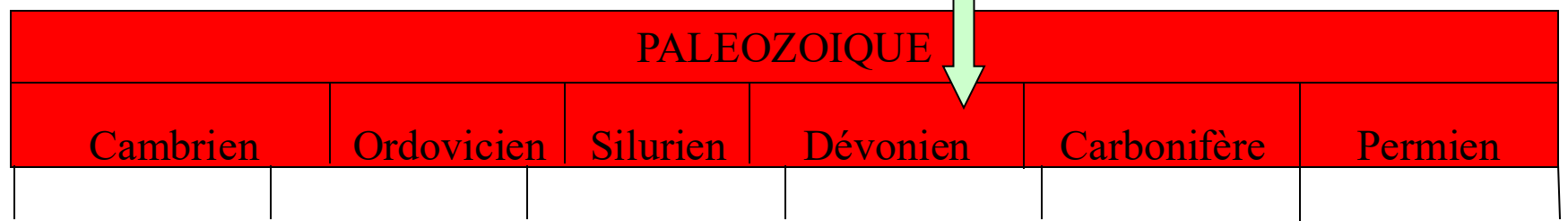
Formation
de la Laurussia

**1^{ers} animaux
terrestres
&
1^{ers} arbres**
(fougères géantes et
gymnospermes)

DEVONIEN

Conquête des terres émergées



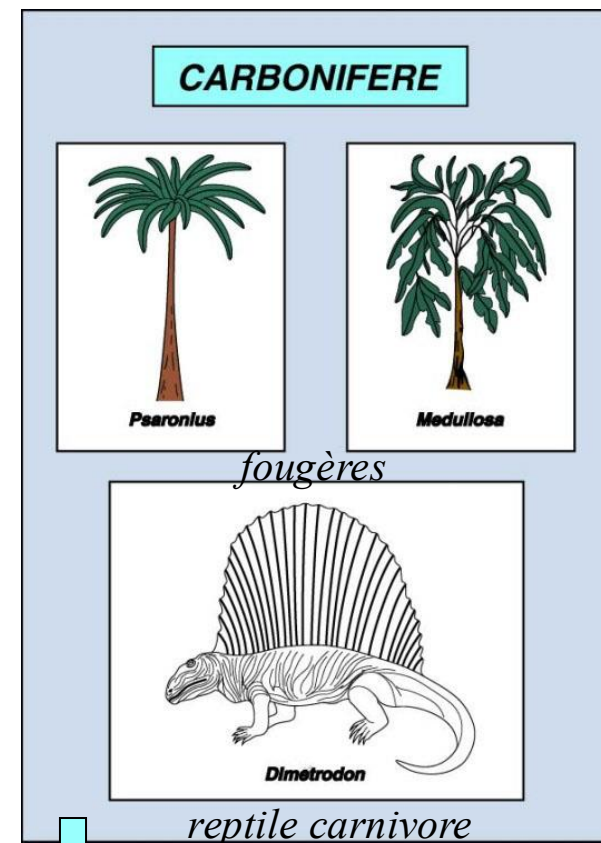
540 Ma 500 Ma 400 Ma 300 Ma 250 Ma



Orogénèse hercynienne (Am. Nord – Europe)

Formation de l' Oural (Europe + Asie)

⇒ **Vers la Pangée**



Invention de l'œuf

1^{ers} reptiles

PALEOZOIQUE

Cambrien

Ordovicien

Silurien

Dévonien

Carbonifère

Permien

540 Ma

500 Ma

400 Ma

300 Ma

250 Ma



Formation de la Pangée

⇒ supercontinent

⇒ forte variation diurne
(ΔT° jusqu' à 40° C)

⇒ voile
thermo-
régulatrice



**Ginkgo
plus vieil
arbre encore
existant**



1^{ère} bipédie

1^{ers} vertébrés volants

PALEOZOIQUE

Cambrien

Ordovicien

Silurien

Dévonien

Carbonifère

Permien



540 Ma

500 Ma

400 Ma

300 Ma

250 Ma

Paléozoïque :

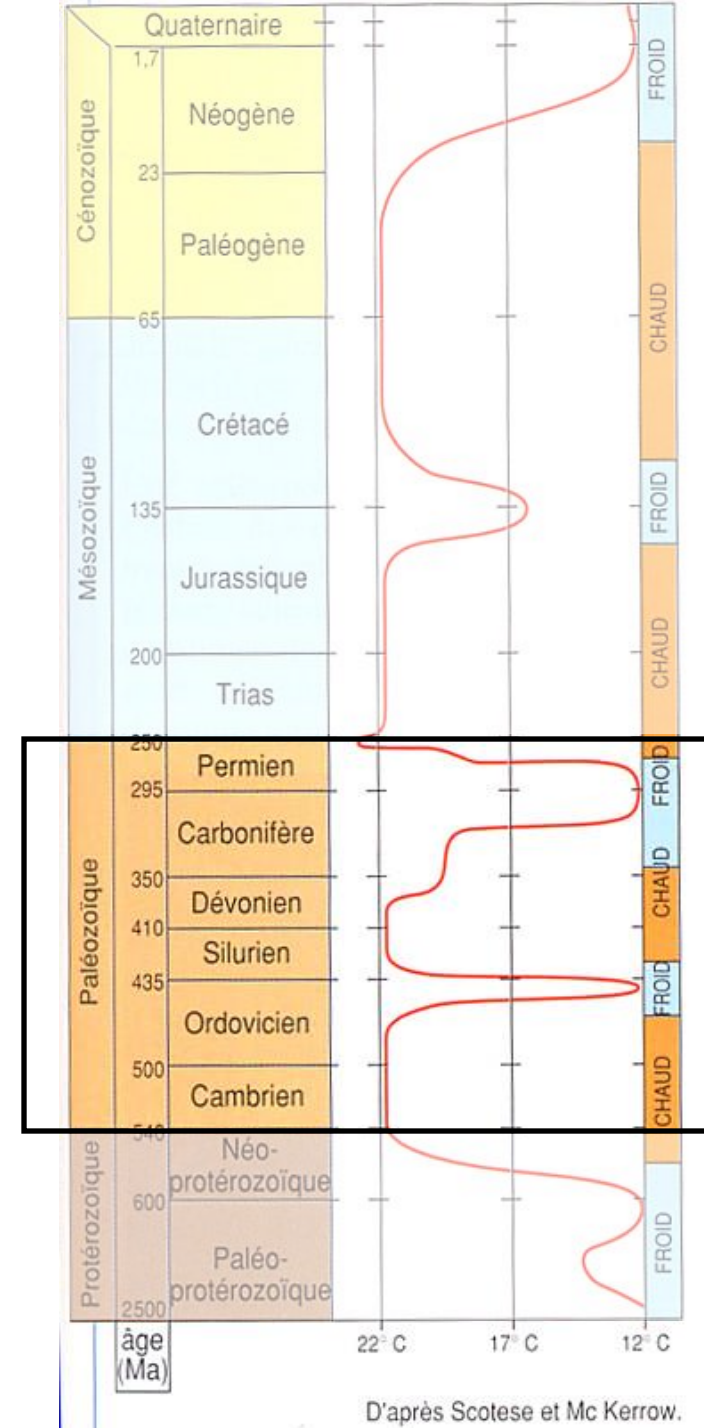
variations climatiques importantes

Climat chaud au Paléozoïque, mais deux épisodes froids marqués:

- Fin Ordovicien (450 Ma)
- Fin Carbonifère - Permien (330 à 250 Ma)



Stries glaciaires en Oman (300 Ma)

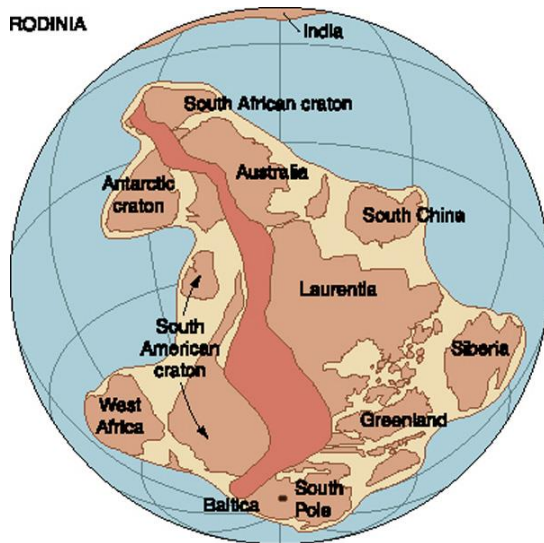


Paléozoïque : une partie d'un cycle de Wilson

Début du Paléozoïque marqué par la fragmentation de la « *Rodinia* » : vaste supercontinent entouré d'une surface océanique immense.

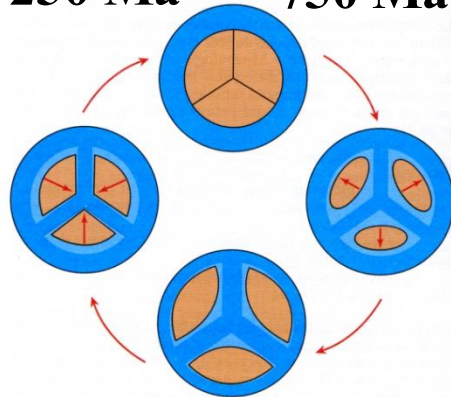
Puis, de 500 à 250 Ma, **formation d'un nouveau super continent : La Pangée.**

Rodinia



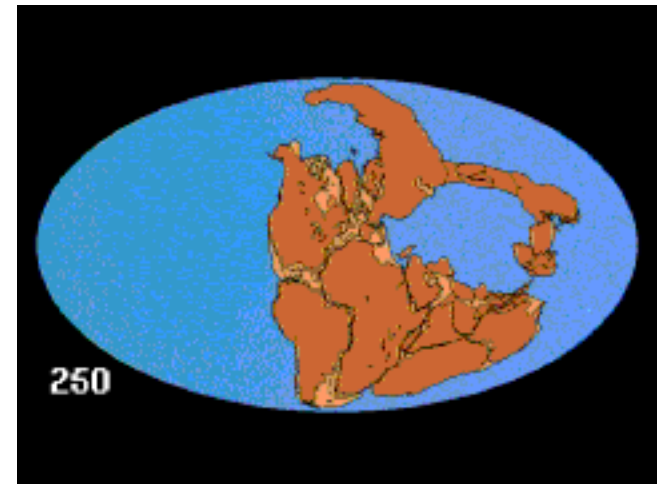
750 Ma

250 Ma & 750 Ma



500 Ma

La Pangée



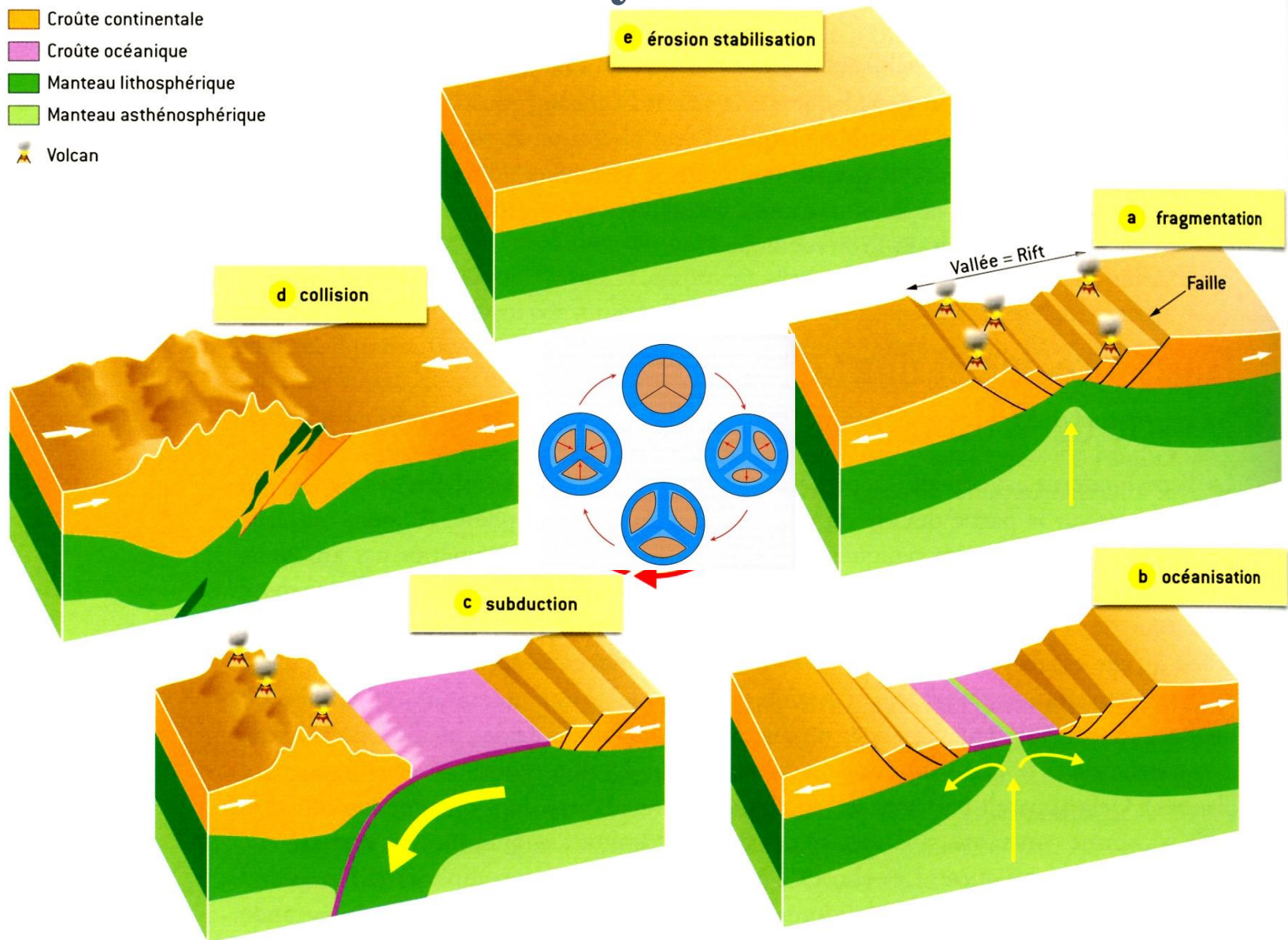
250 Ma

Evénements dominant chaque stade d'un cycle de Wilson

- Croûte continentale
- Croûte océanique
- Manteau lithosphérique
- Manteau asthénosphérique

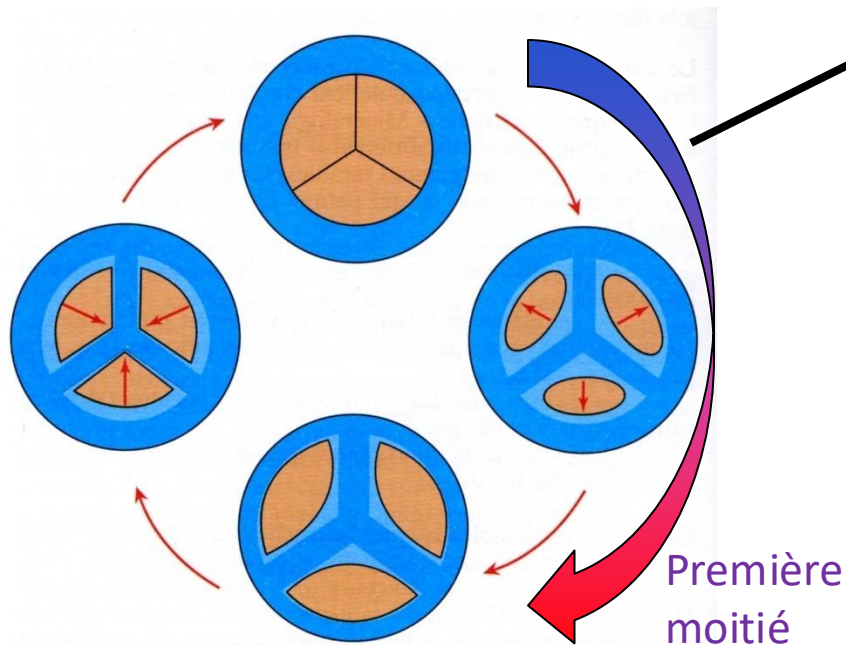


Volcan



Relation tectonique - climat - biosphère (1/2)

La croissance et la géométrie de la lithosphère continentale ont eu des effets importants sur la biosphère, sur l'atmosphère et sur l'hydrosphère



Cycle de Wilson

Fragmentation d'un supercontinent:

Création de coôte océanique jeune
(convection active: gonflement des dorsales océaniques)

-> émission de CO_2

-> Élévation du niveau marin

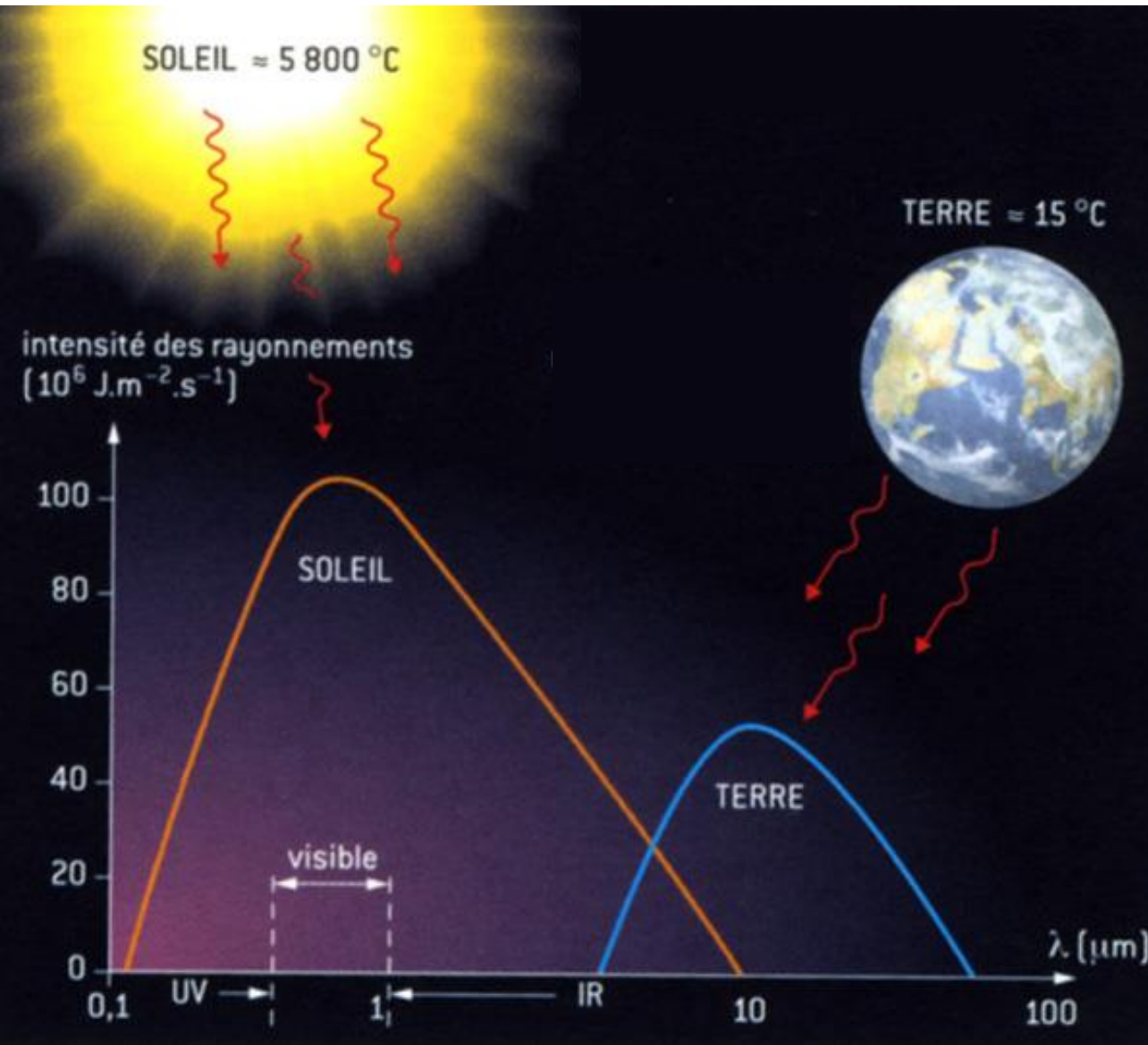
-> climat doux voire chaud

Multiplication des niches écologiques
(>50% de marges continentales en plus)



La vie se développe

(L'effet de serre)



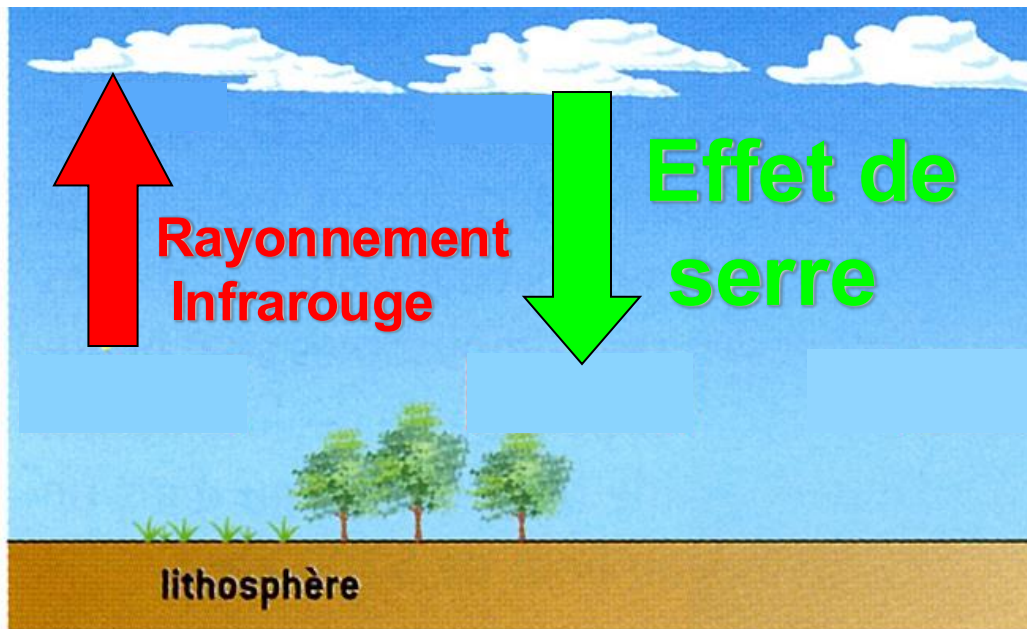
La Terre est chauffée par le rayonnement solaire.

-> elle rayonne dans l'infrarouge (IR) entre 4 et 80 μm

(L'effet de serre)

Ce rayonnement I.R. est absorbé en partie par les gaz à effet de serre (CO_2 , ...), ce qui réchauffe l'atmosphère.

Puis, cette chaleur est réémise dans toutes les directions, notamment vers la Terre.

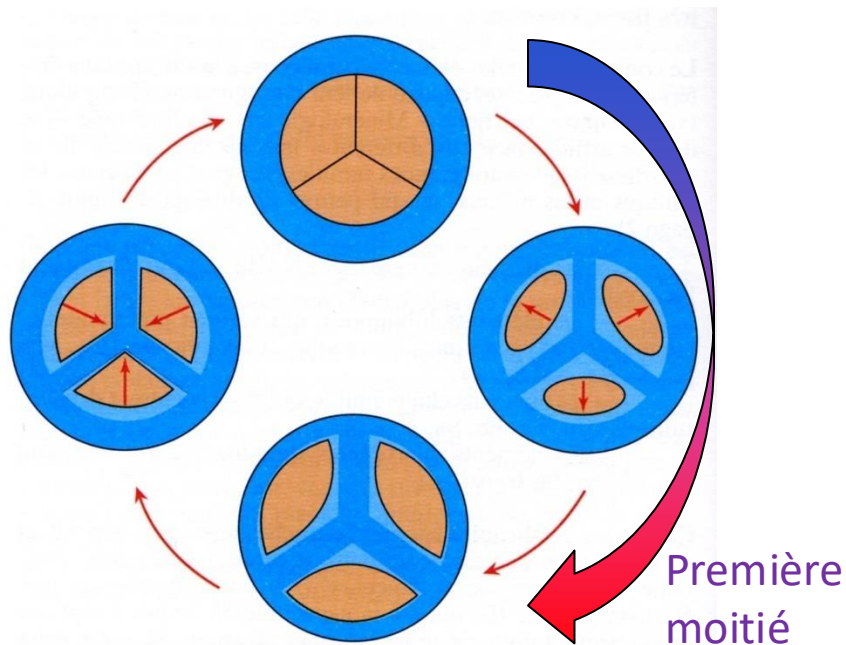


T_{surface} moyenne:
 $\sim +15^{\circ}\text{C}$

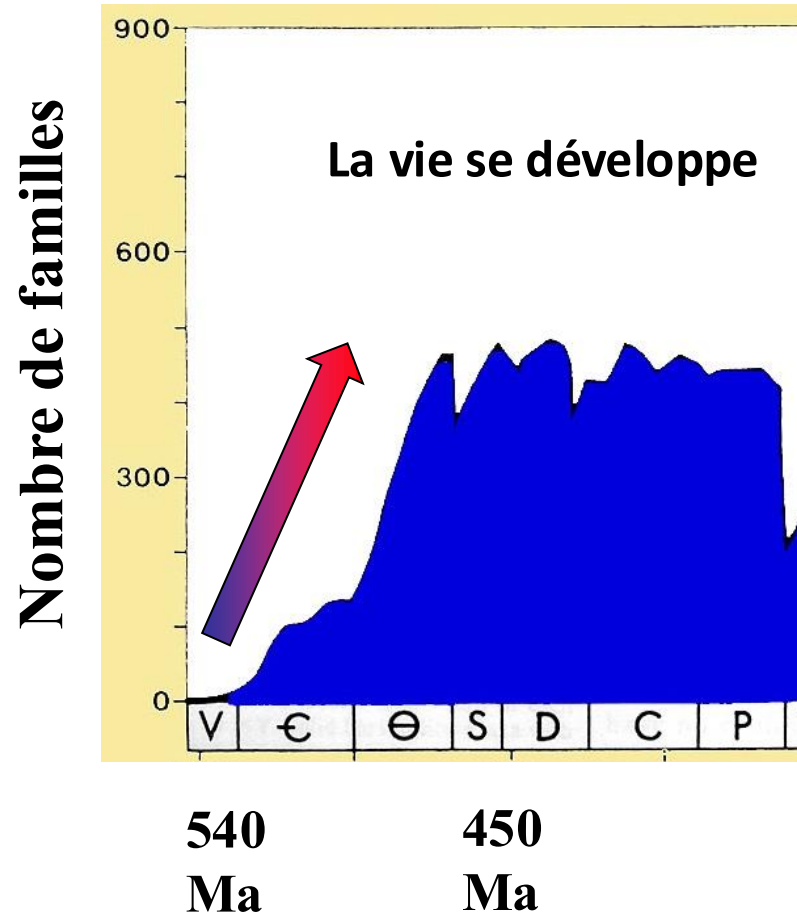
Sans l'effet de serre, T_{surface} serait de -18°C !

Relation tectonique - climat - biosphère (1/2)

La croissance et la géométrie de la lithosphère continentale ont eu des effets importants sur la biosphère, sur l'atmosphère et sur l'hydrosphère



Cycle de Wilson



Relation tectonique - climat - biosphère (2/2)

Vers la formation d' un supercontinent:

Orogénèses (formation des chaînes de montagne)

-> Erosion des silicates
et piégeage du CO₂

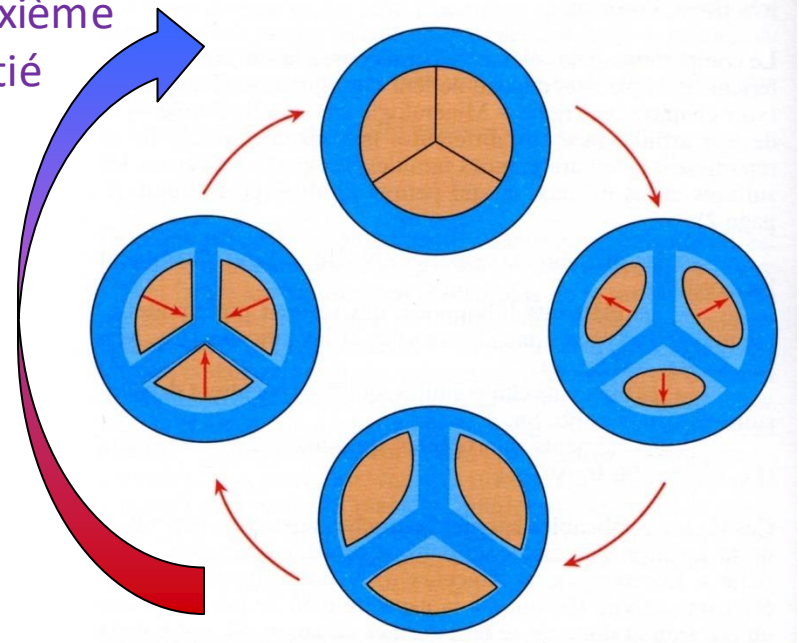
Effet de serre diminue



Climat froid (glaciation)

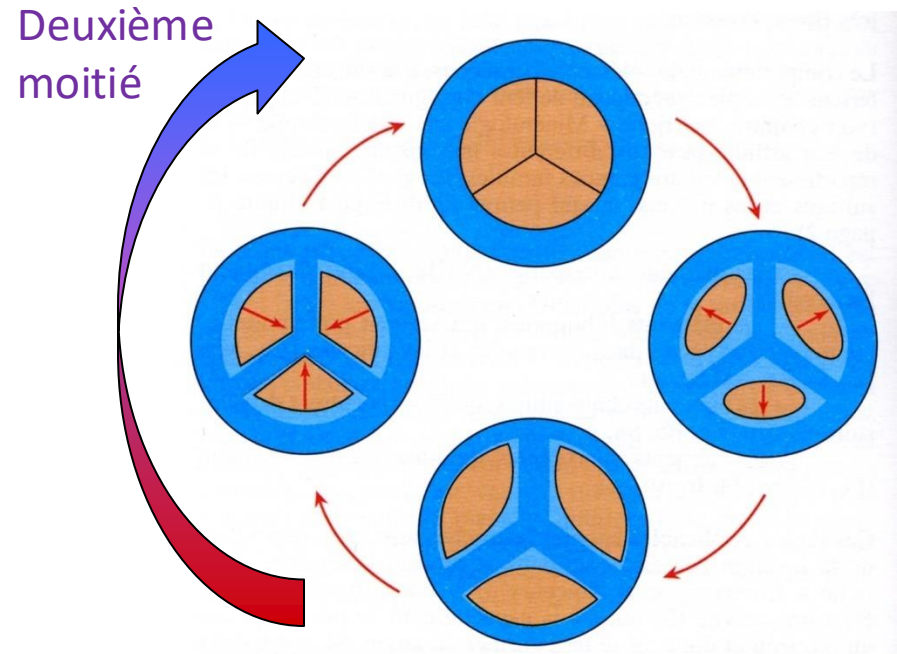
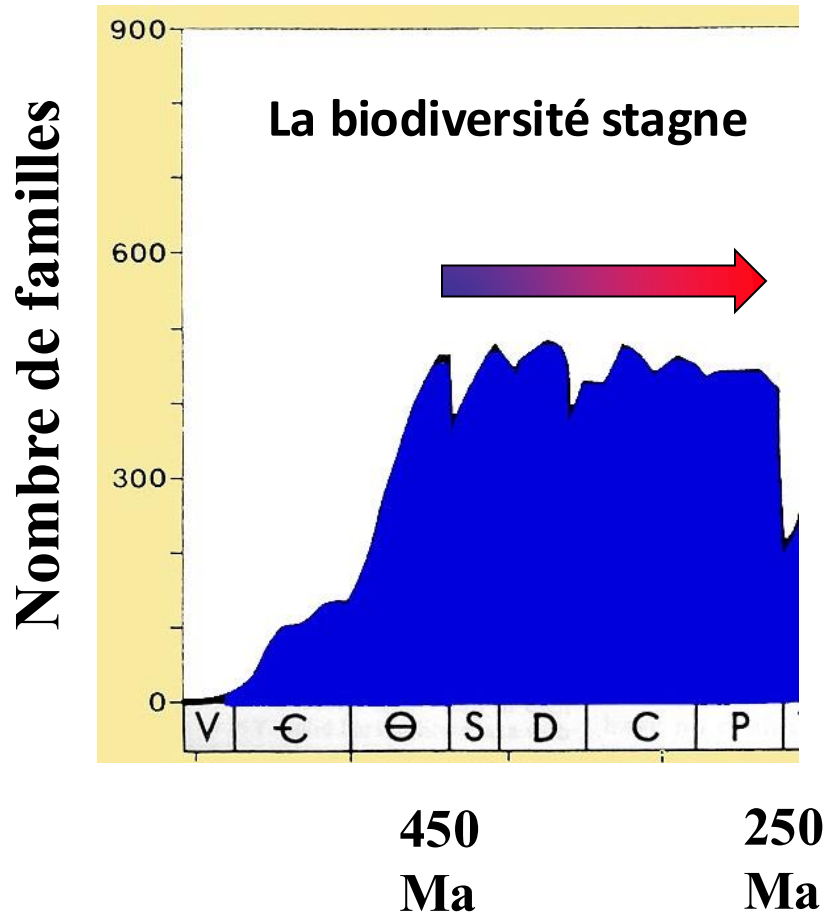
une calotte de glace s'installe plus facilement sur une masse continentale importante

Deuxième moitié



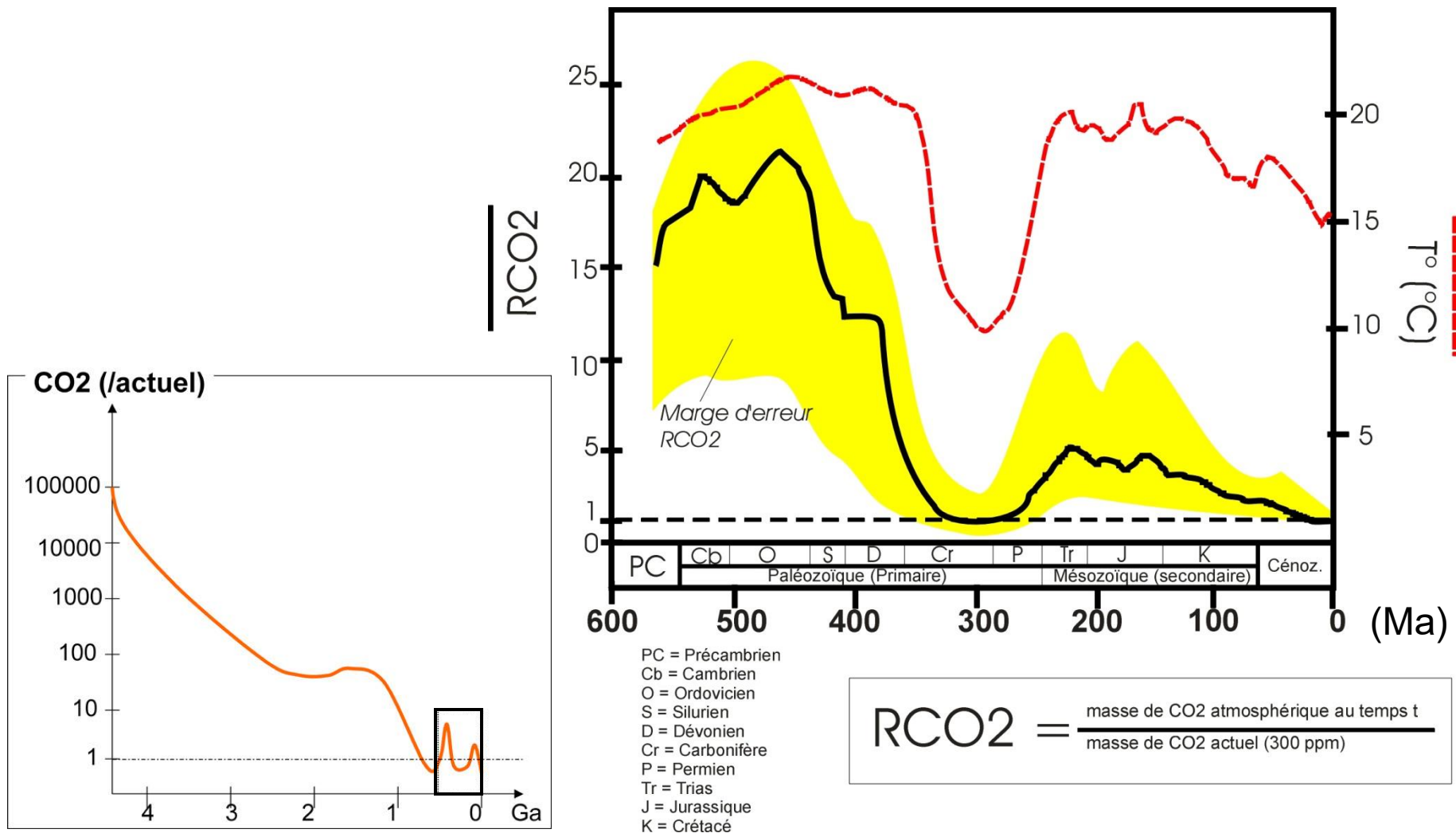
Cycle de Wilson

Relation tectonique - climat - biosphère (2/2)



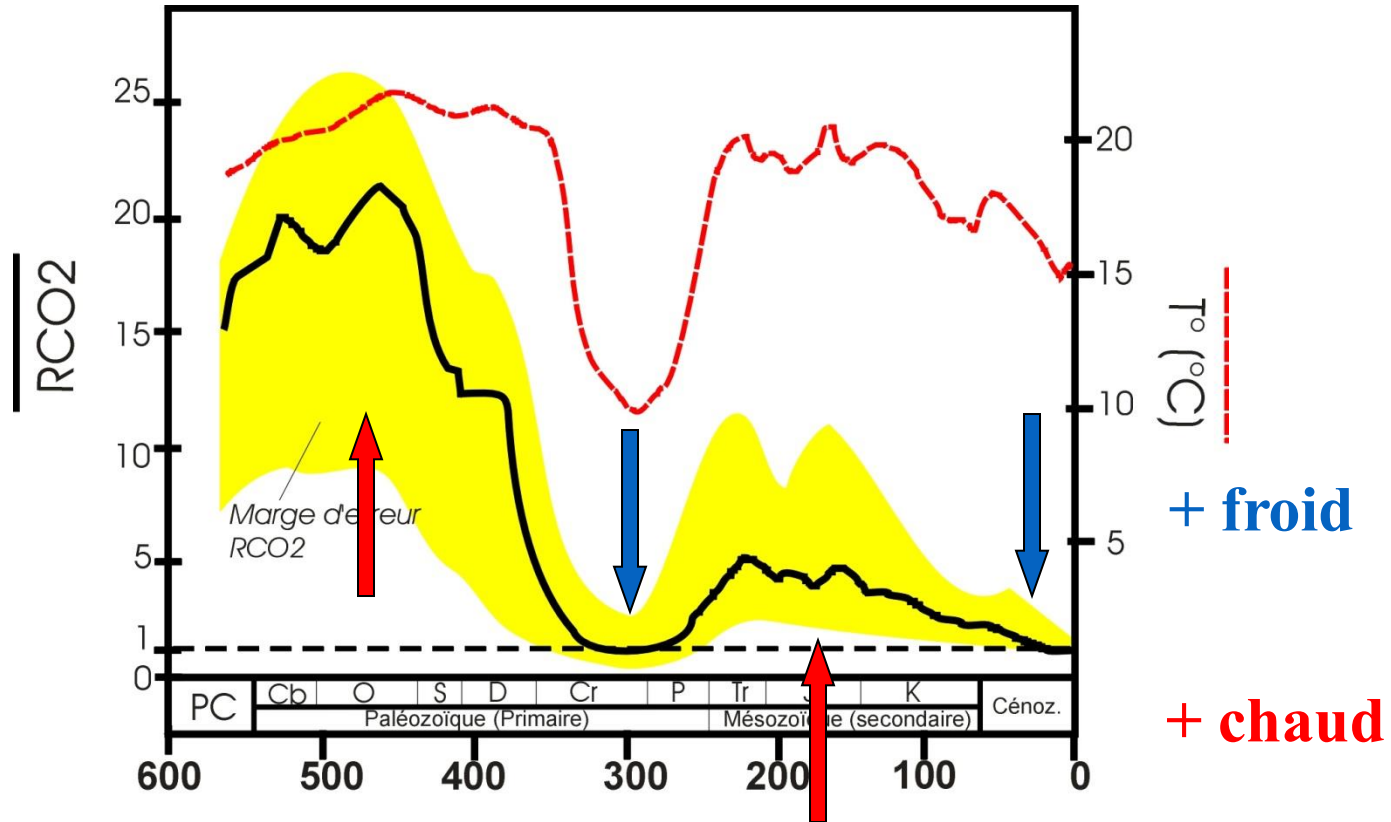
Evolution du CO_2 dans l'atmosphère terrestre

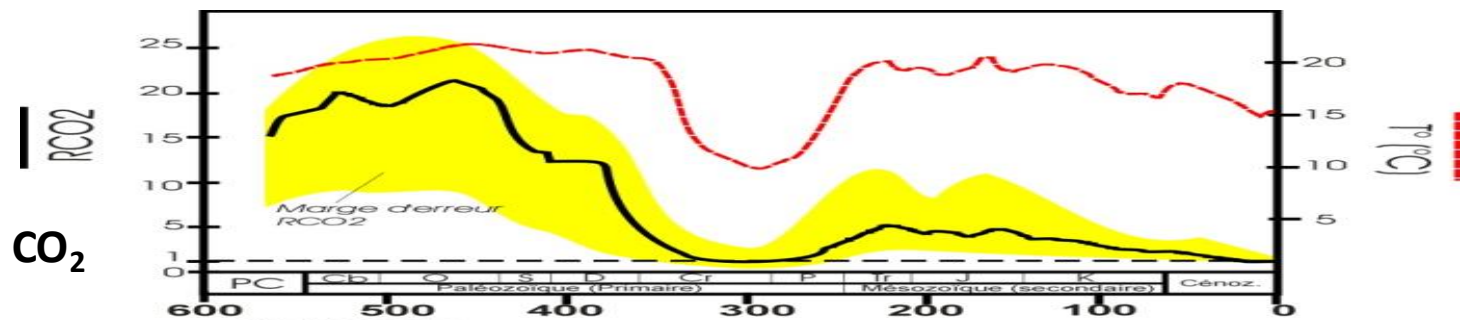
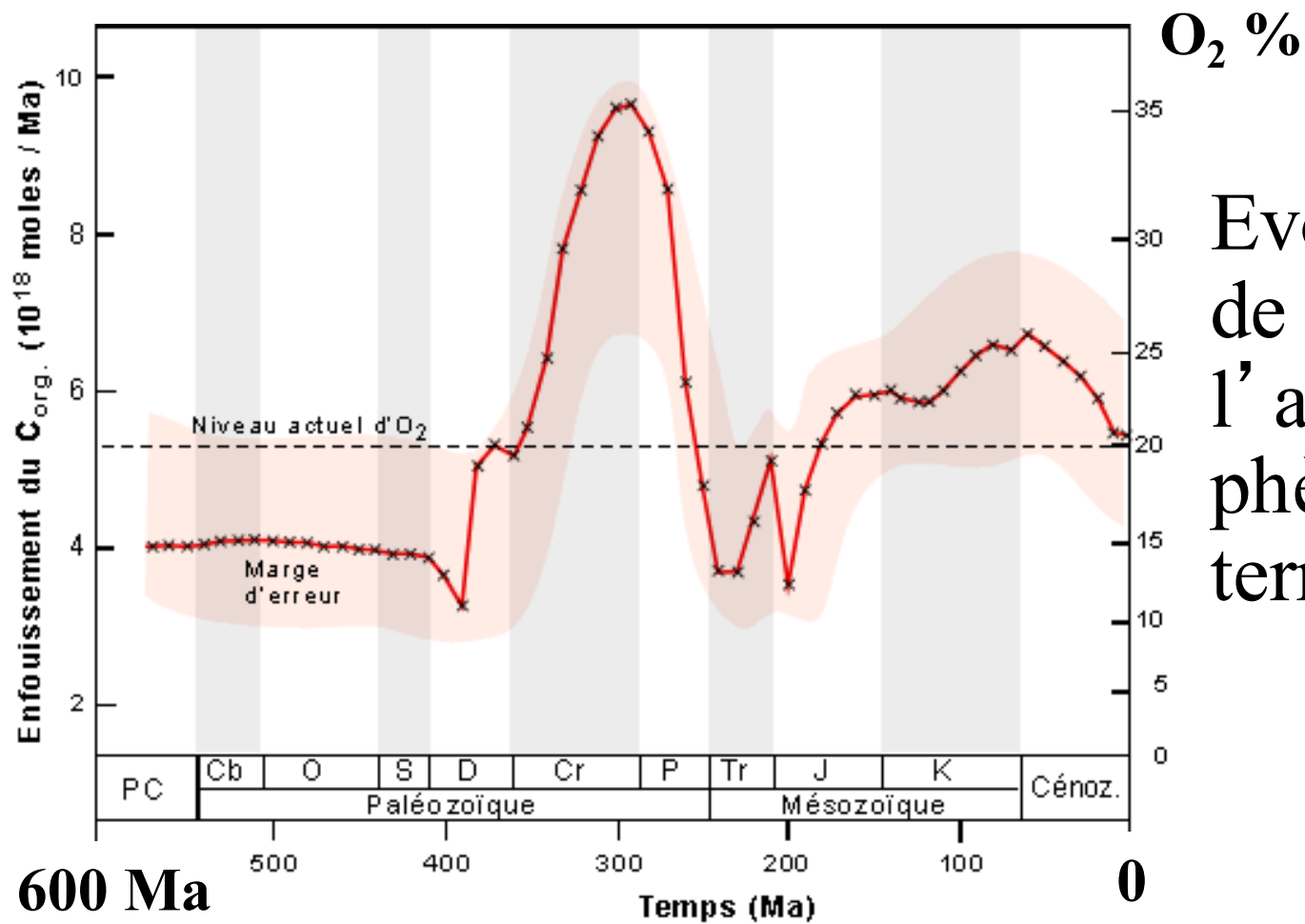
de 600 Ma à l'actuel



Evolution du CO_2 dans l'atmosphère terrestre

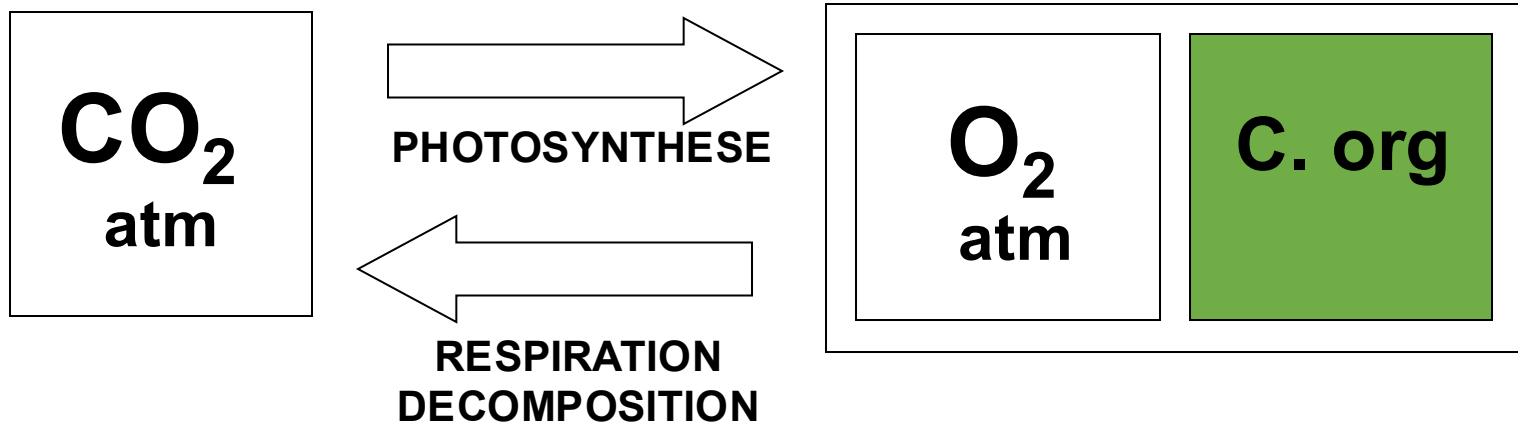
de 600 Ma à Actuel

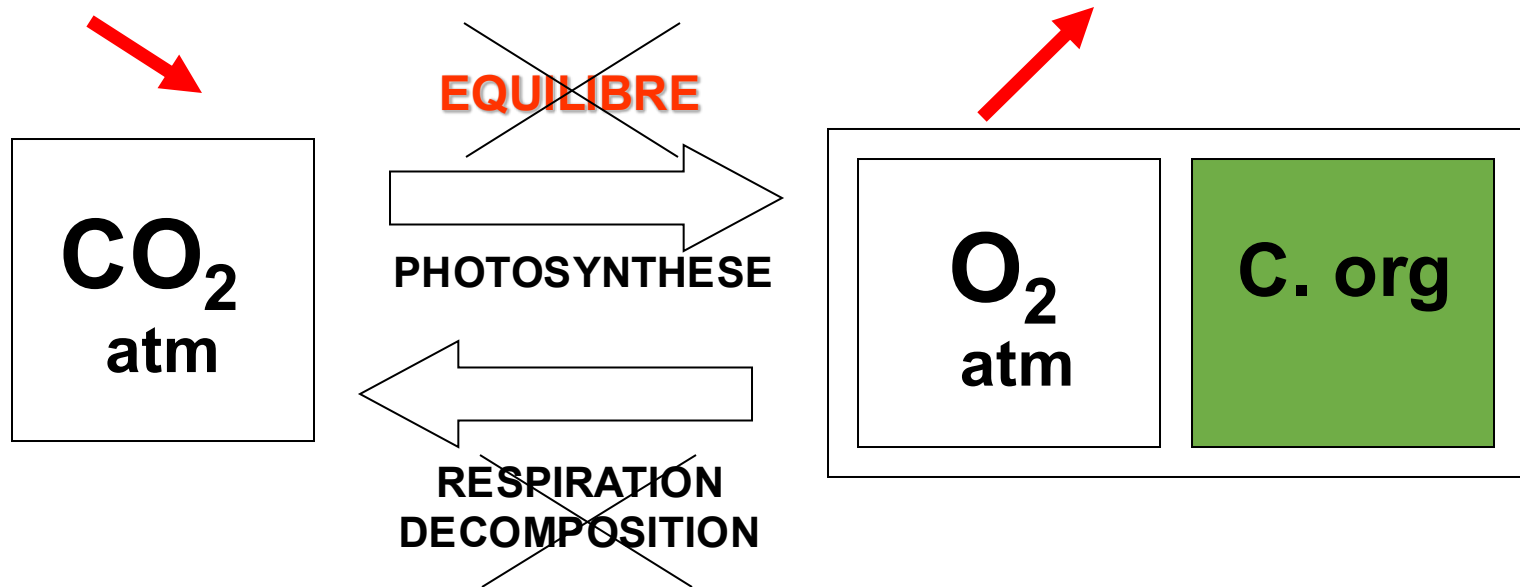




COMMENT ACCUMULER O₂ FORTEMENT DANS L'ATMOSPHERE ?

FORET A L'EQUILIBRE





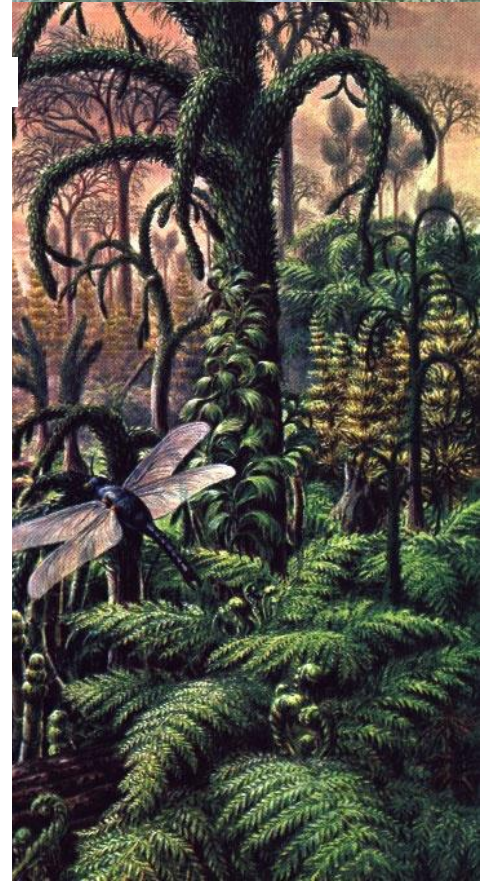
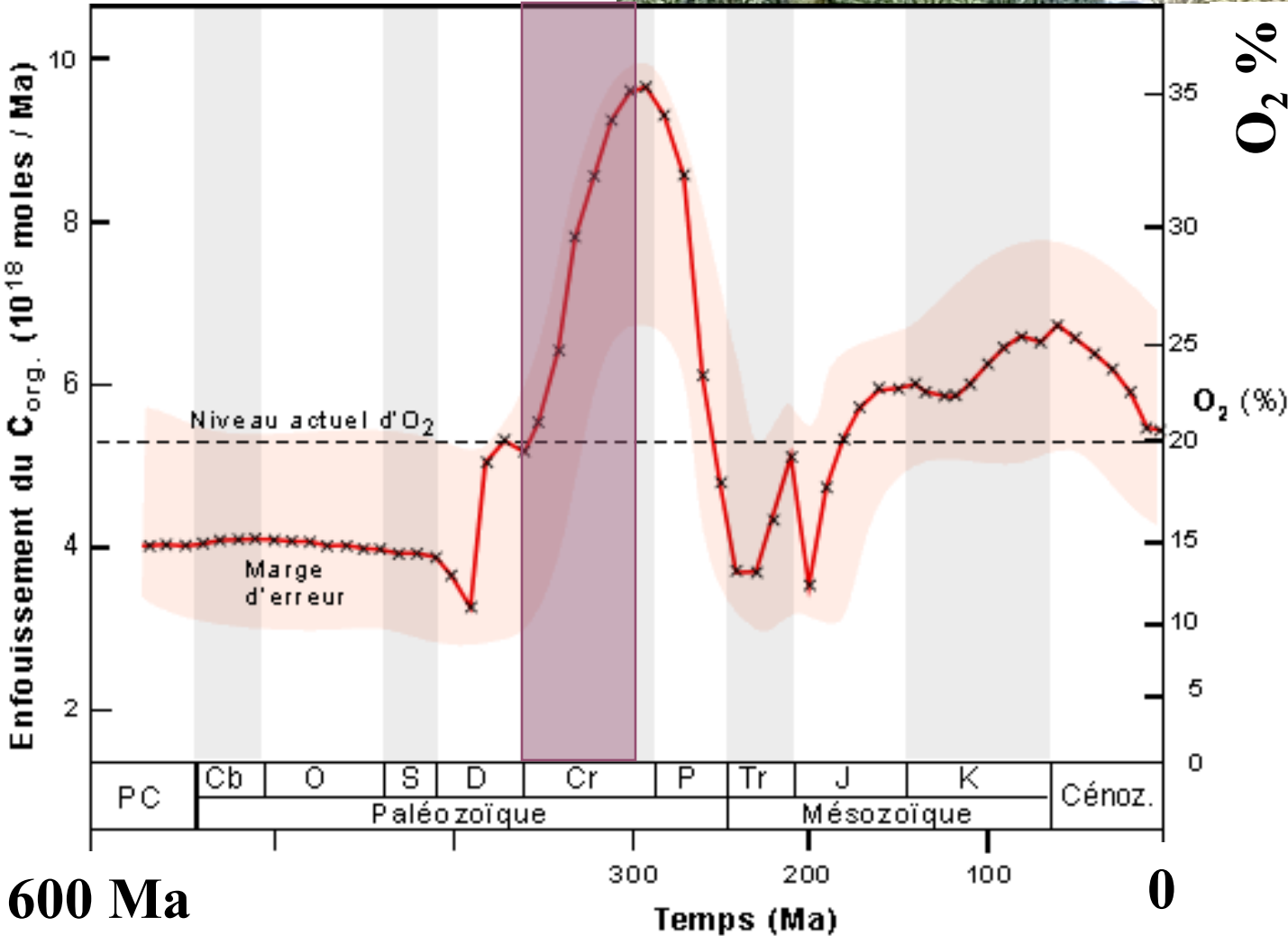
Au carbonifère, la forêt se développe, mais il n'existe pas encore dans les sols d'organismes capables de la dégrader



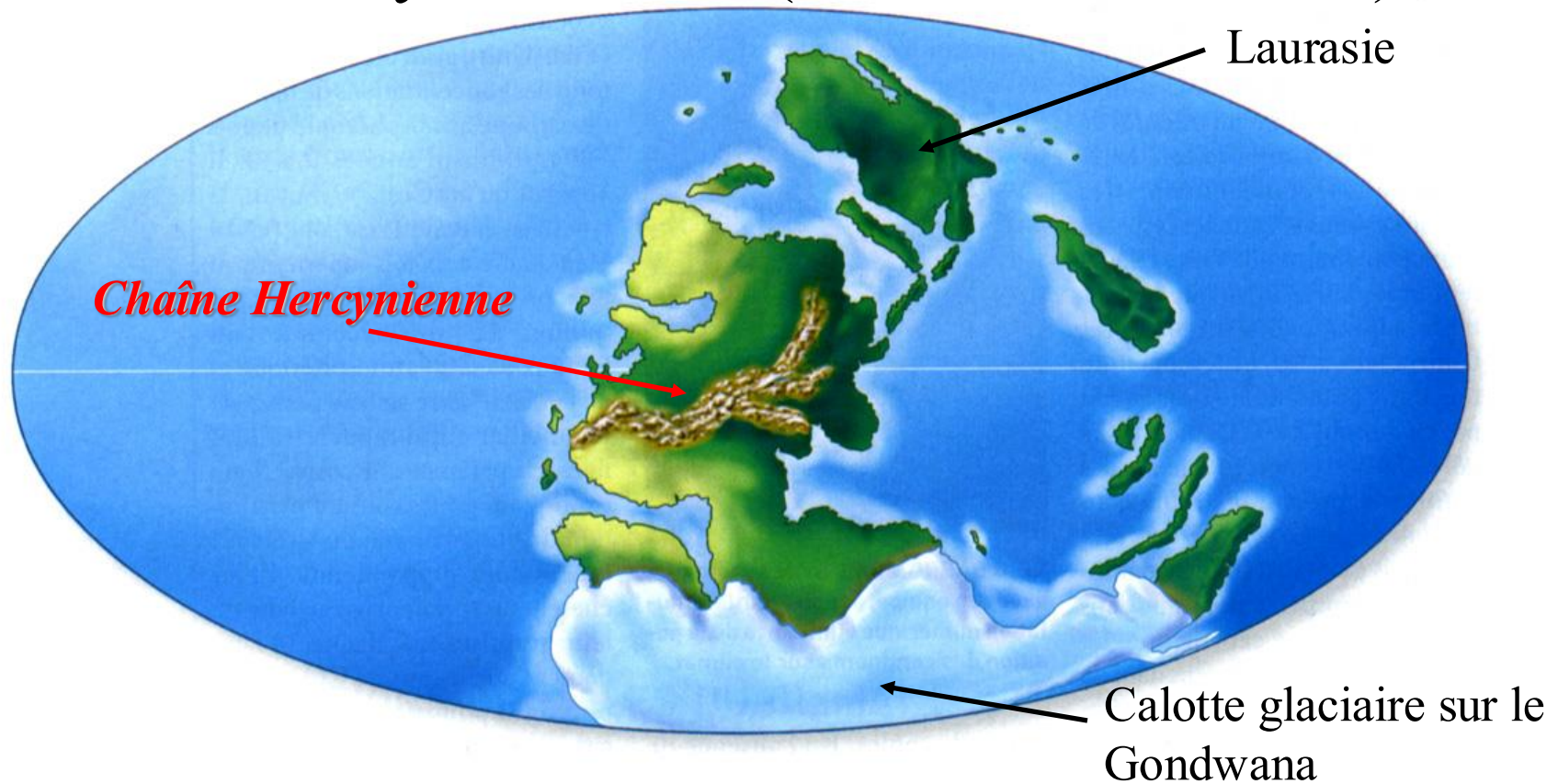
**GRAND
EPISODE
DE
FOSSILISATION
DE LA Matière Organique**

Evolution de O_2 dans l'atmosphère terrestre

Explosion des forêts au Carbonifère



Il y a 300 Ma (fin du Carbonifère)



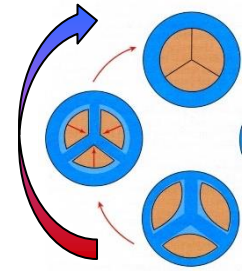
- Piégeage du CO_2 par les plantes du Carbonifère
- Erosion de la chaîne Hercynienne
- Installation de la calotte glaciaire qui renvoie une partie important de l'énergie solaire

=>

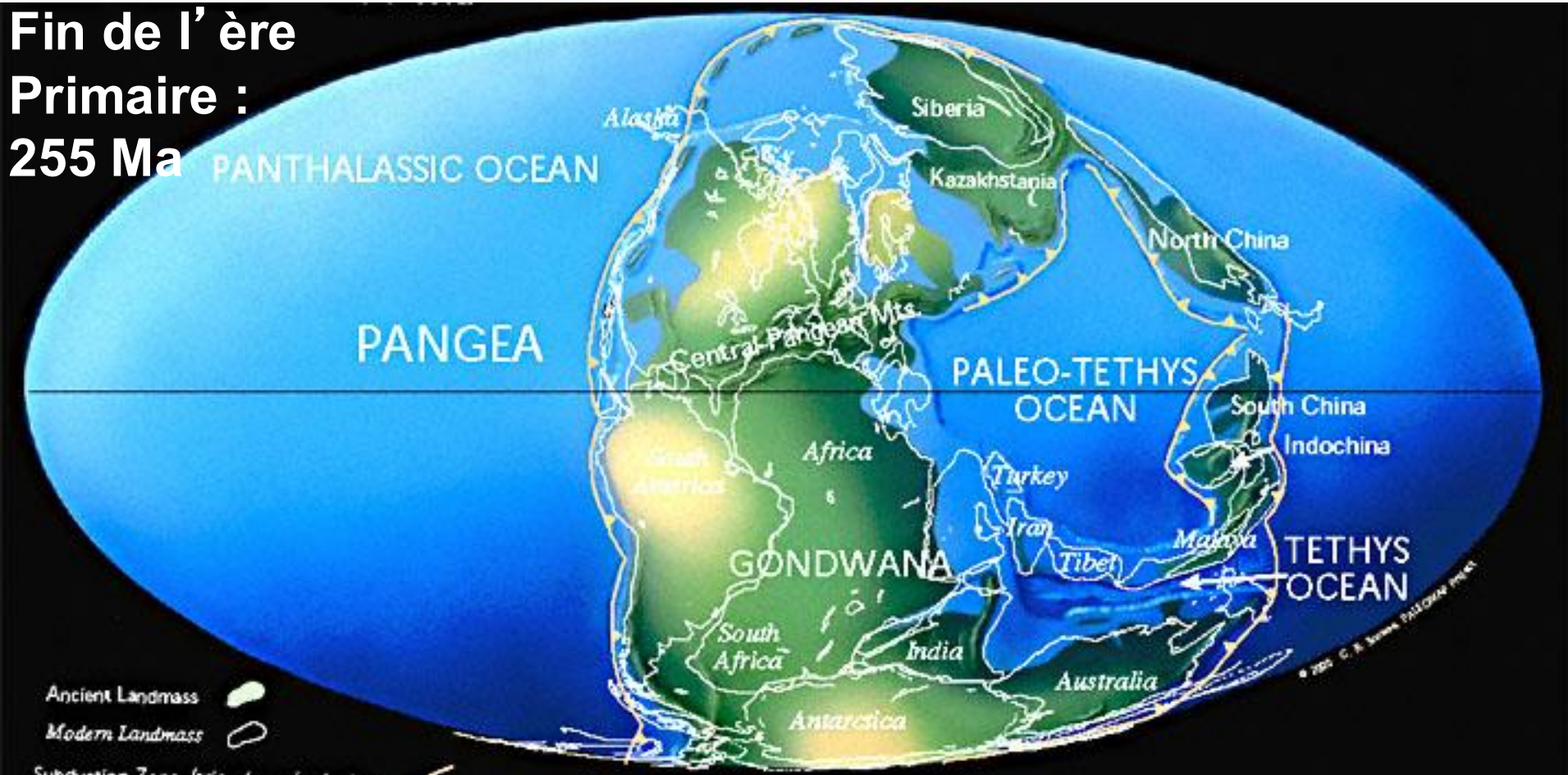
T° faible

Fin du Paléozoïque : formation de la Pangée

2nde moitié d'un cycle de Wilson

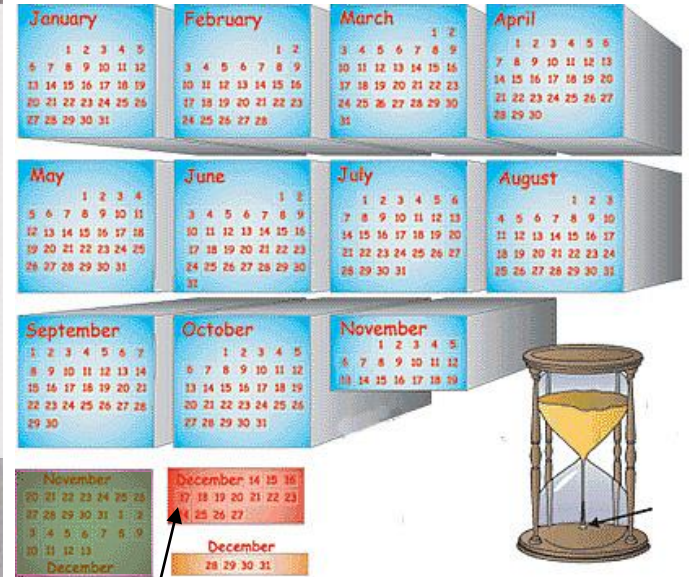


Fin de l'ère
Primaire :
255 Ma



III. Le Mésozoïque (250-65 Ma)

Éon	Ére	Système	Série	Age (Ma)
P h a n é r o z o ï q u e	Cénozoïque	Quaternaire	Holocène	— 0.01 —
			Pléistocène	— 1.75 —
		Tertiaire	Pliocène	— 5.3 —
			Miocène	— 23.5 —
			Oligocène	— 33.7 —
			Eocène	— 53 —
			Paléocène	— 65 —
	Mésozoïque (Secondaire)	Crétacé	— 135 —	
		Jurassique	— 203 —	
		Trias	— 250 —	
	Paléozoïque (Primaire)	Permien	— 295 —	
		Carbonifère	— 355 —	
		Dévonien	— 410 —	
		Silurien	— 435 —	
		Ordovicien	— 500 —	
		Cambrien	— 540 —	



Mésozoïque (14 jours)

14/12 - 27/12

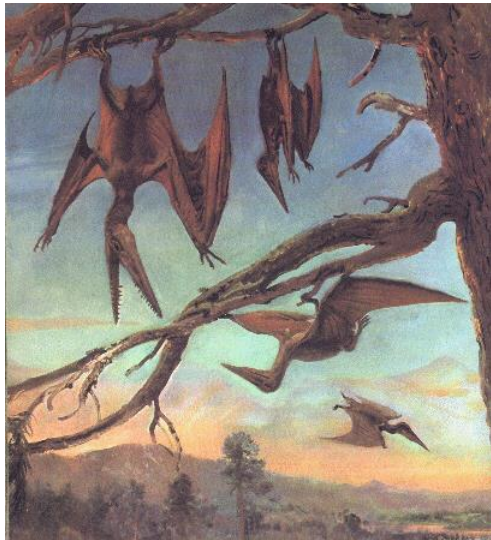
Evolution du vivant
Tectonique
Climat
Atmosphère

La vie au Mésozoïque

Apparition :

- des plantes à fleurs (angiospermes) au Trias
- des insectes pollinisateurs (Trias)
- des oiseaux (Jurassique)
- des mammifères

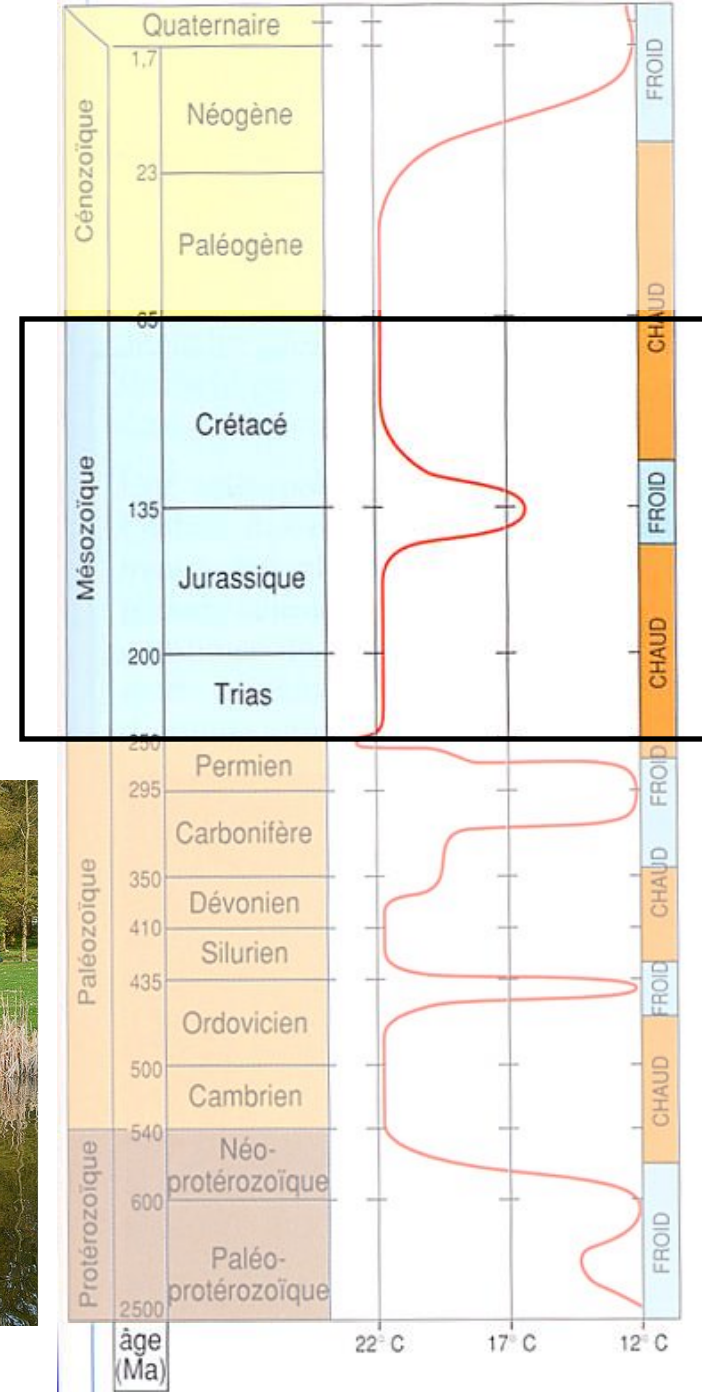
Diversification des reptiles qui atteignent des dimensions considérables, et colonisent tous les milieux.



Ptérodactyle : 150 Ma

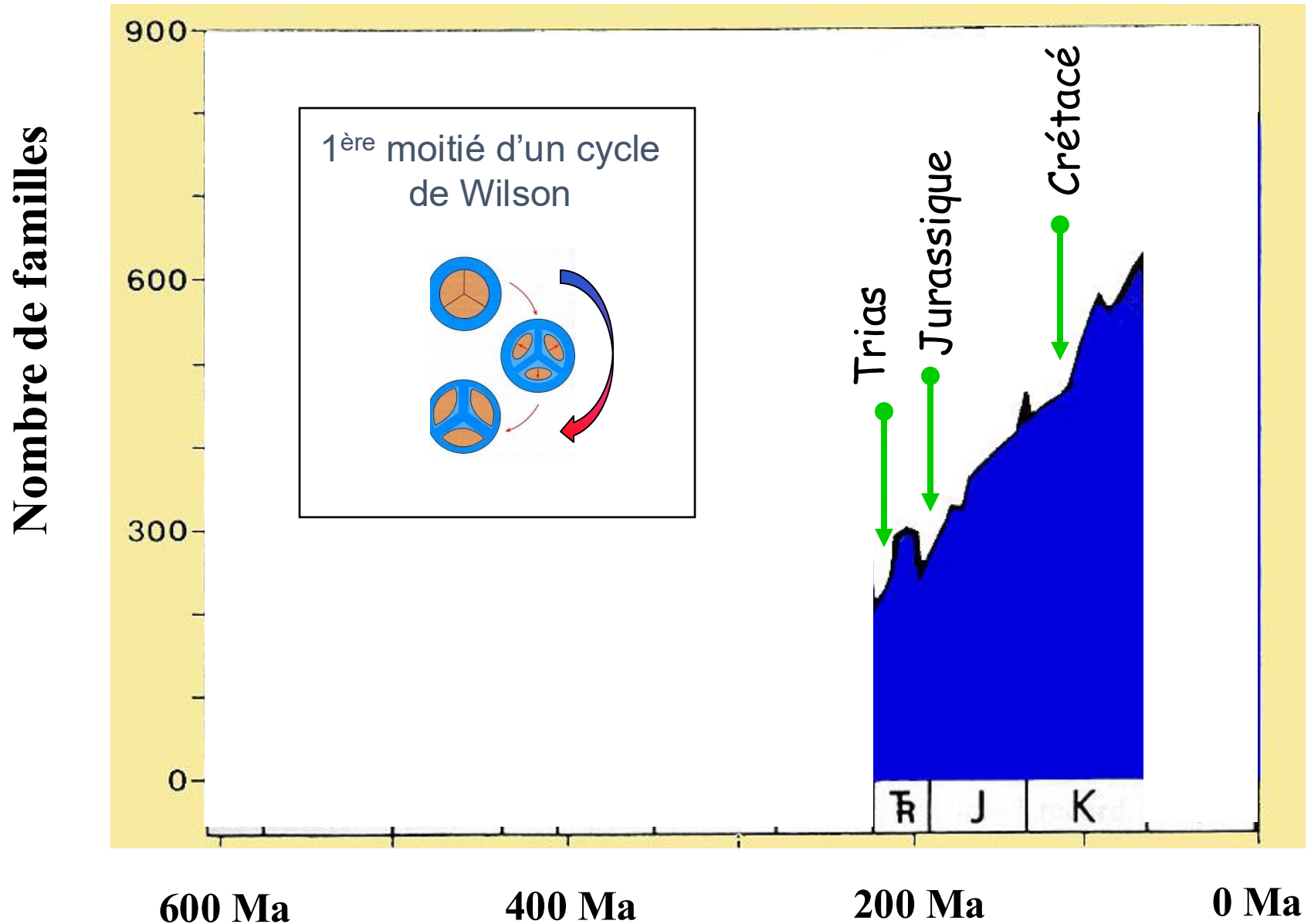


Magnolia : 95 Ma



D'après Scotese et Mc Karrow.

Phases de diversification rapide au Mésozoïque



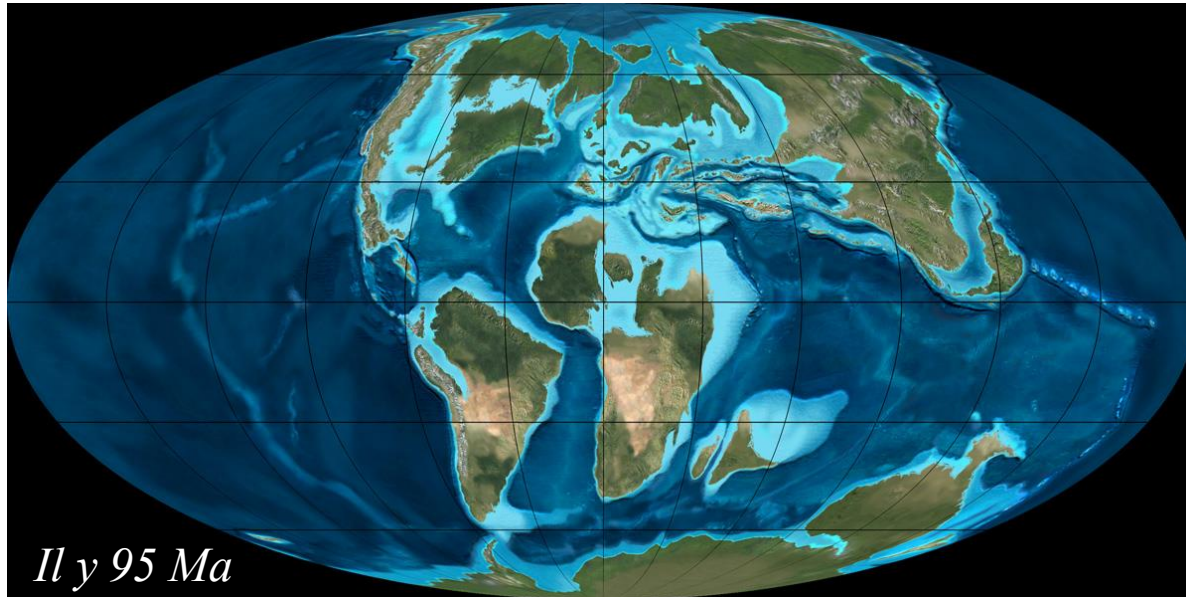
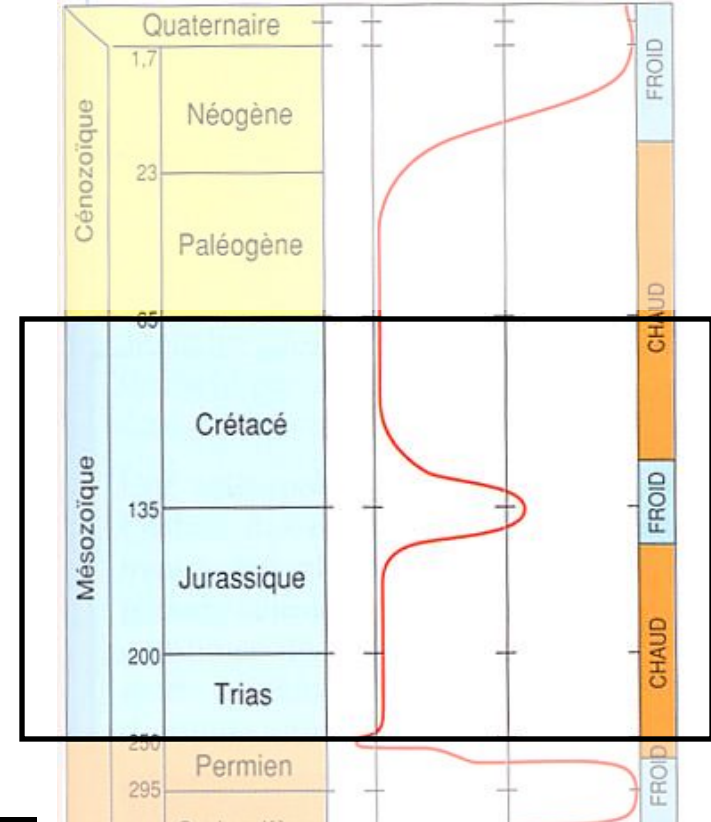
Le Climat chaud du Mésozoïque

- Au début du Trias: climat continental sec et chaud (Pangée -> plateau continental réduit)
- Crétacé: dernière époque sans glaces (*palmiers en Alaska*)

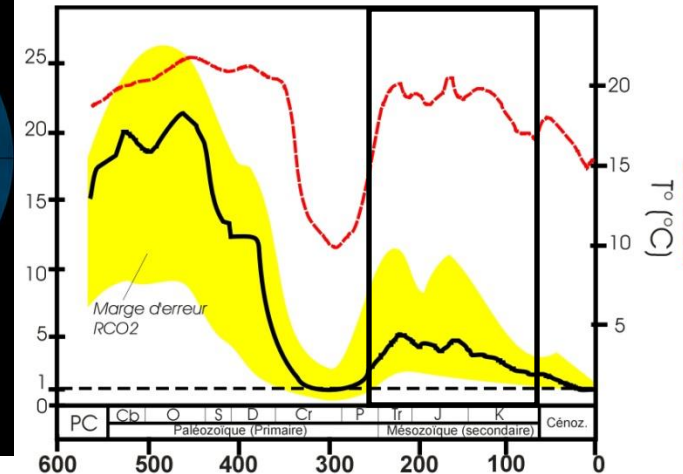
Le niveau des mers est 100 à 200m plus élevé qu'aujourd'hui!

Accélération du taux d'expansion des dorsales:

- gonflement des rides médio-océaniques
- augmentation du taux de CO₂



Il y 95 Ma



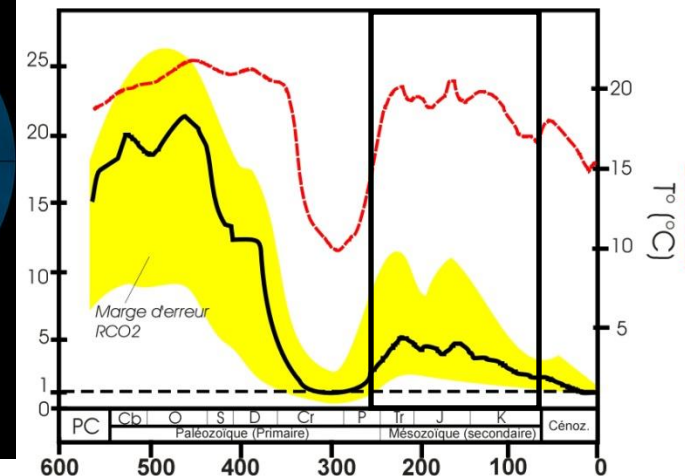
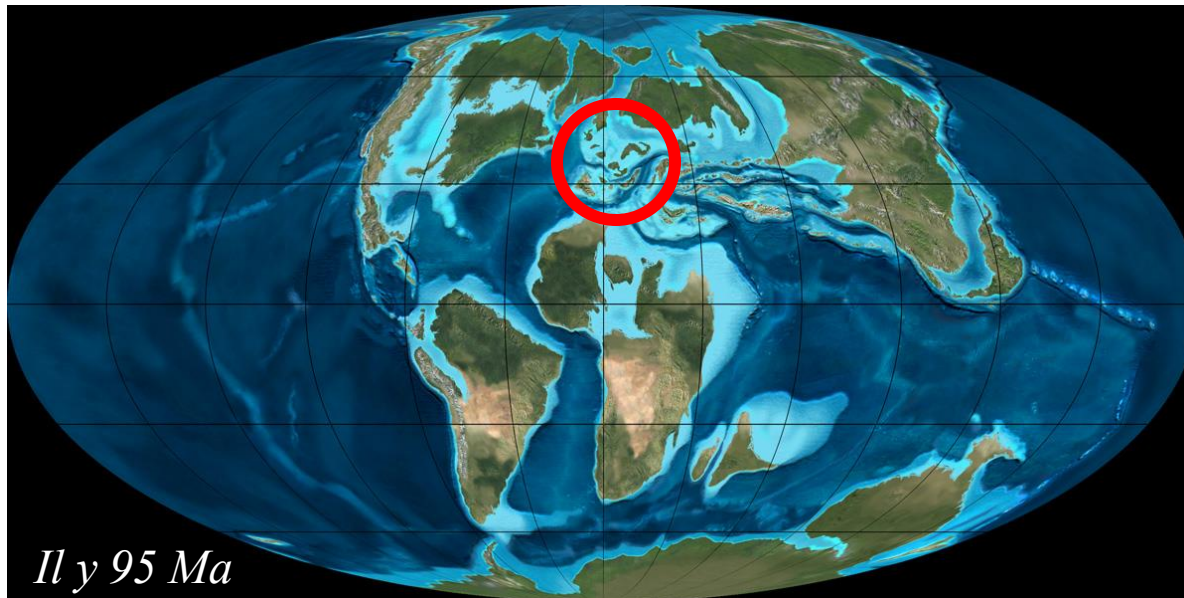
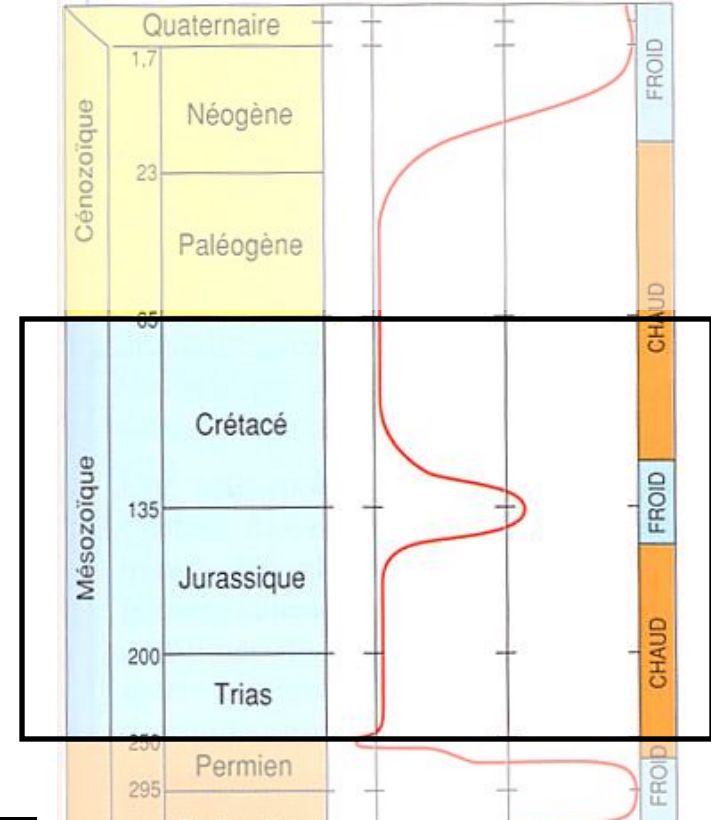
Le Climat chaud du Mésozoïque

- Au début du Trias: climat continental sec et chaud (Pangée -> plateau continental réduit)
- Crétacé: dernière époque sans glaces (*palmiers en Alaska*)

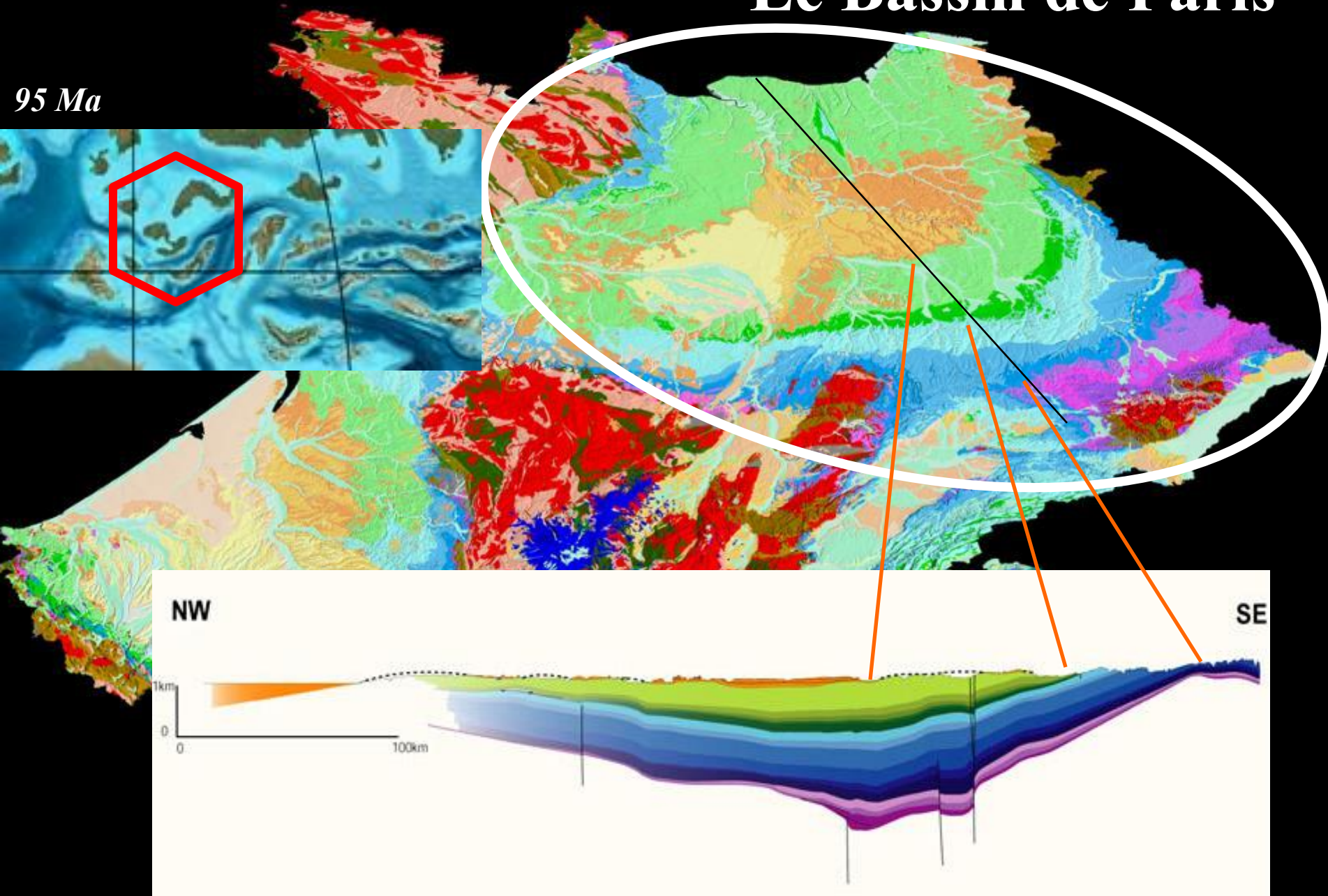
Le niveau des mers est 100 à 200m plus élevé qu'aujourd'hui!

Accélération du taux d'expansion des dorsales:

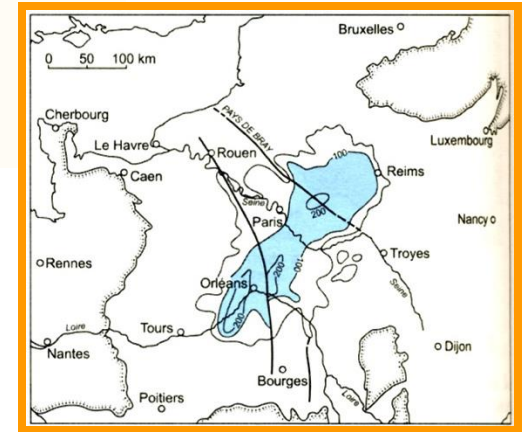
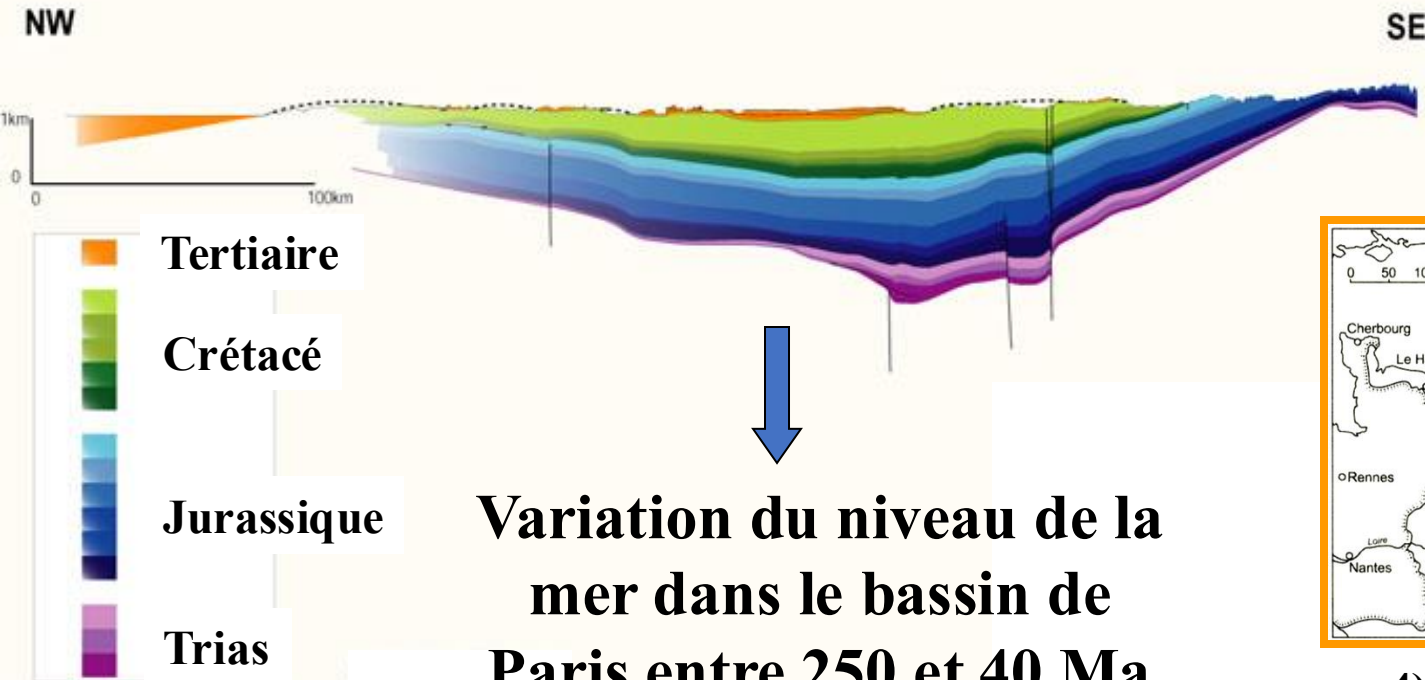
- gonflement des rides médio-océaniques
- augmentation du taux de CO₂



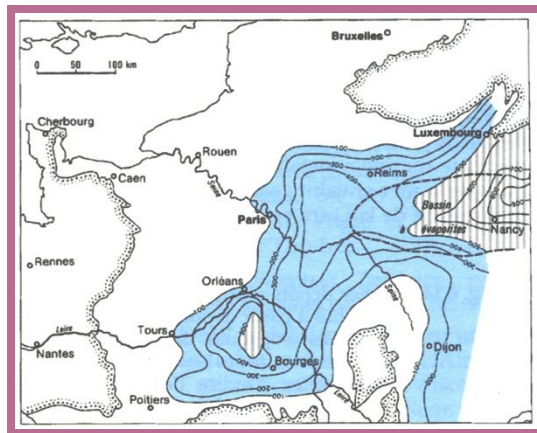
Le Bassin de Paris



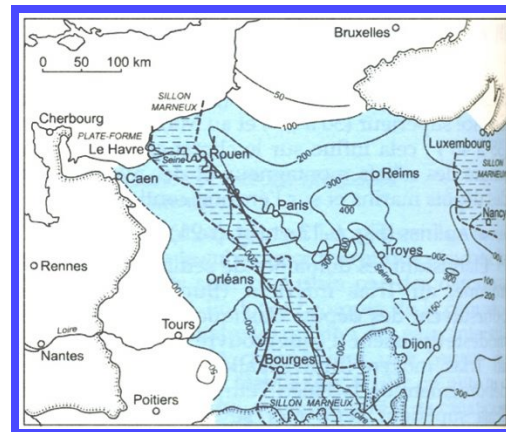
COUPE SYNTHÉTIQUE DU BASSIN DE PARIS



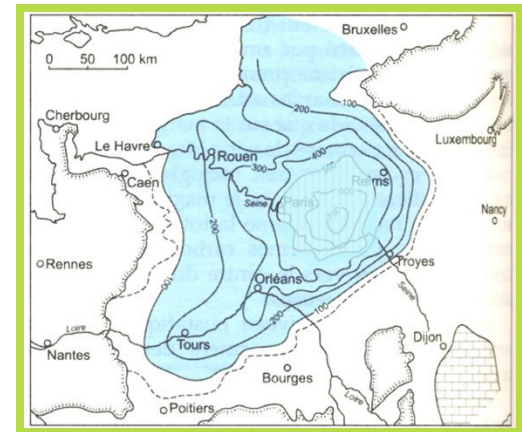
4) Tertiaire $p > 200m$



1) Trias $p > 500m$

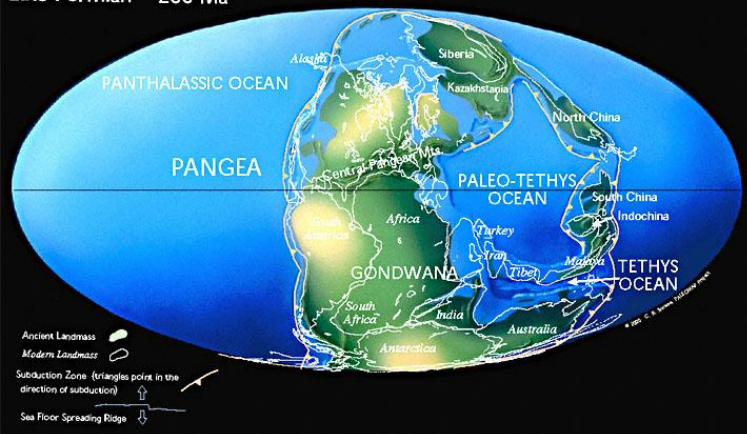


2) Jurassique $p > 400m$



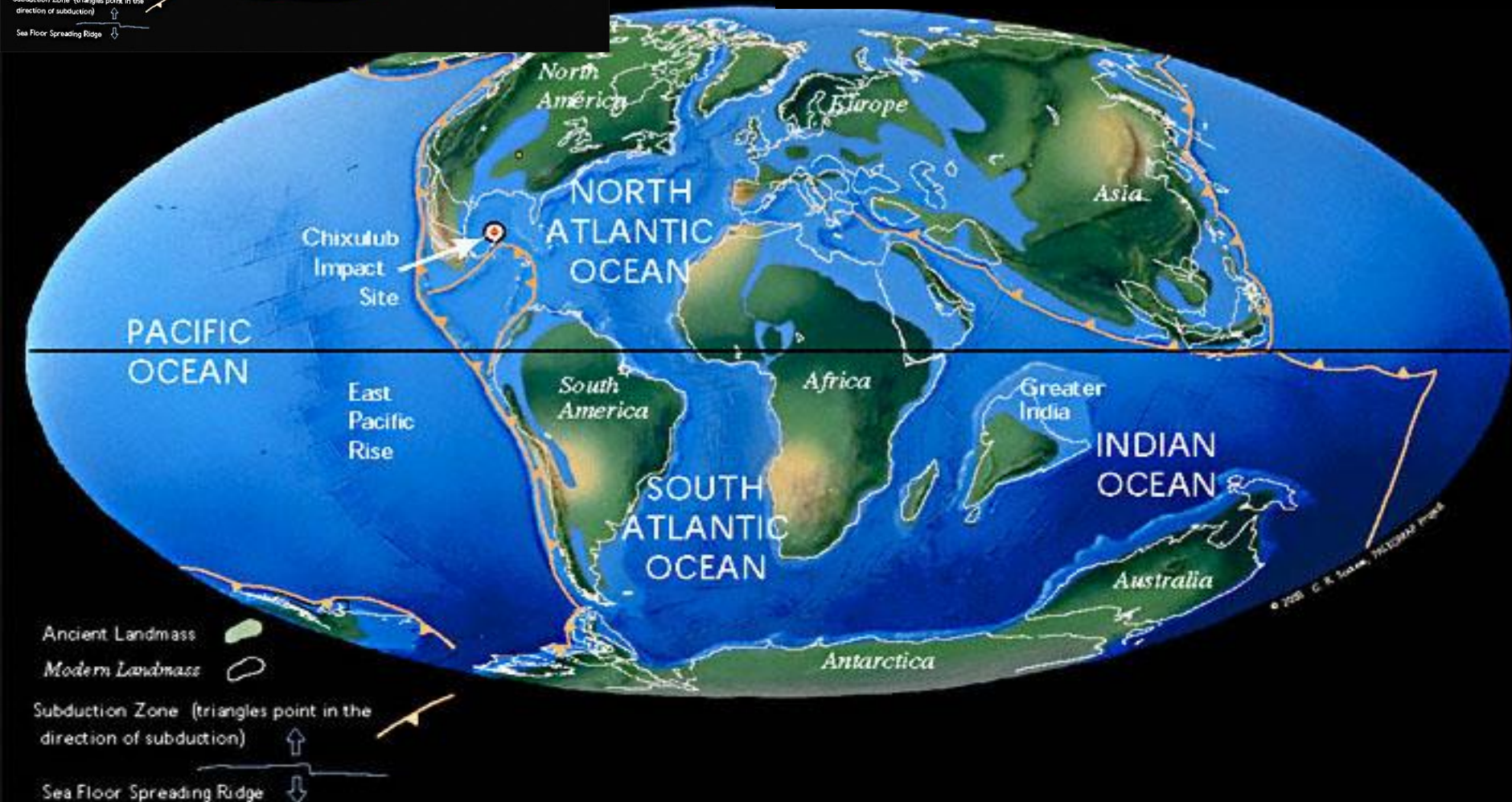
3) Crétacé $p > 700m$

Late Permian 255 Ma



Ere Paléozoïque: formation de la Pangée
Ere Mésozoïque: dislocation de la Pangée

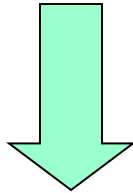
Fin de l'ère Secondaire: 65 Ma



Crises de la biodiversité

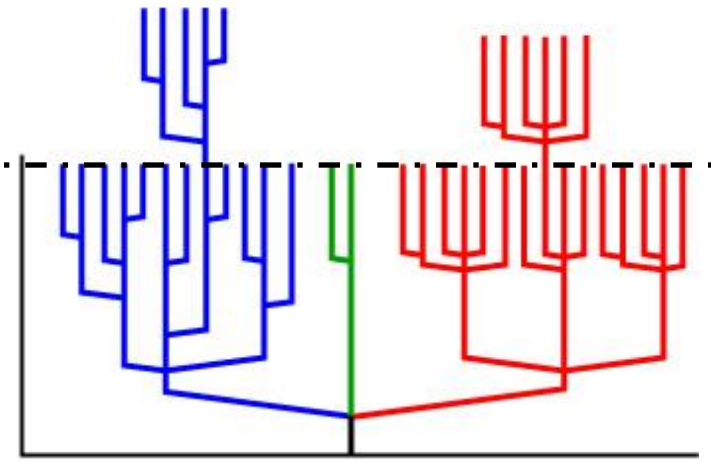
Après l'explosion du Cambrien, durant le **Paléozoïque, Mésozoïque, Cénozoïque**, il existe des crises dans l'évolution de la vie

= BAISSÉ DE LA DIVERSITÉ



Extinction de masse

Temps



diversification 2
Diversification 1

Éon	Ère	Système	Série	Age (Ma)
P h a n é r o z o ï q u e	Cénozoïque	Quaternaire	Holocène	0.01
			Pléistocène	1.75
		Tertiaire	Pliocène	5.3
			Miocène	23.5
			Oligocène	33.7
			Eocène	53
			Paléocène	65
			Mésozoïque (Secondaire)	Crétacé
		Jurassique		203
		Trias		250
	Paléozoïque (Primaire)		Permien	295
			Carbonifère	355
			Dévonien	410
			Silurien	435
			Ordovicien	500
			Cambrien	540
Précambrien	Protérozoïque			2500
	Archéen			3800
	Hadéen			4550

LES NIVEAUX TAXONOMIQUES (organisation du vivant)

REGNE	animal	se nourrit de substances organiques	animal
EMBRANCHT	vertébré	squelette osseux, mâchoire	vertébré
CLASSES	mammifère	poils, placenta, femelles allaitent les petits	mammifère
ORDRES	carnivore (dent carnassière)	(pouce opposable) primate	
FAMILLES	canidae (griffe non rétractile) (≠ félins)	(≠ lémuriens) (bipédie) hominidé	
GENRES	canis (pupille ronde) (≠ renard)	(≠ gorille) (non arboricole) homo	
ESPECES	c. lupus / c. latrans (chien, loup) / (coyote)	(menton marqué) homo sapiens (cro-magnon/néandertal)	

(similitude morphologique et physiologique, et interfécondité)

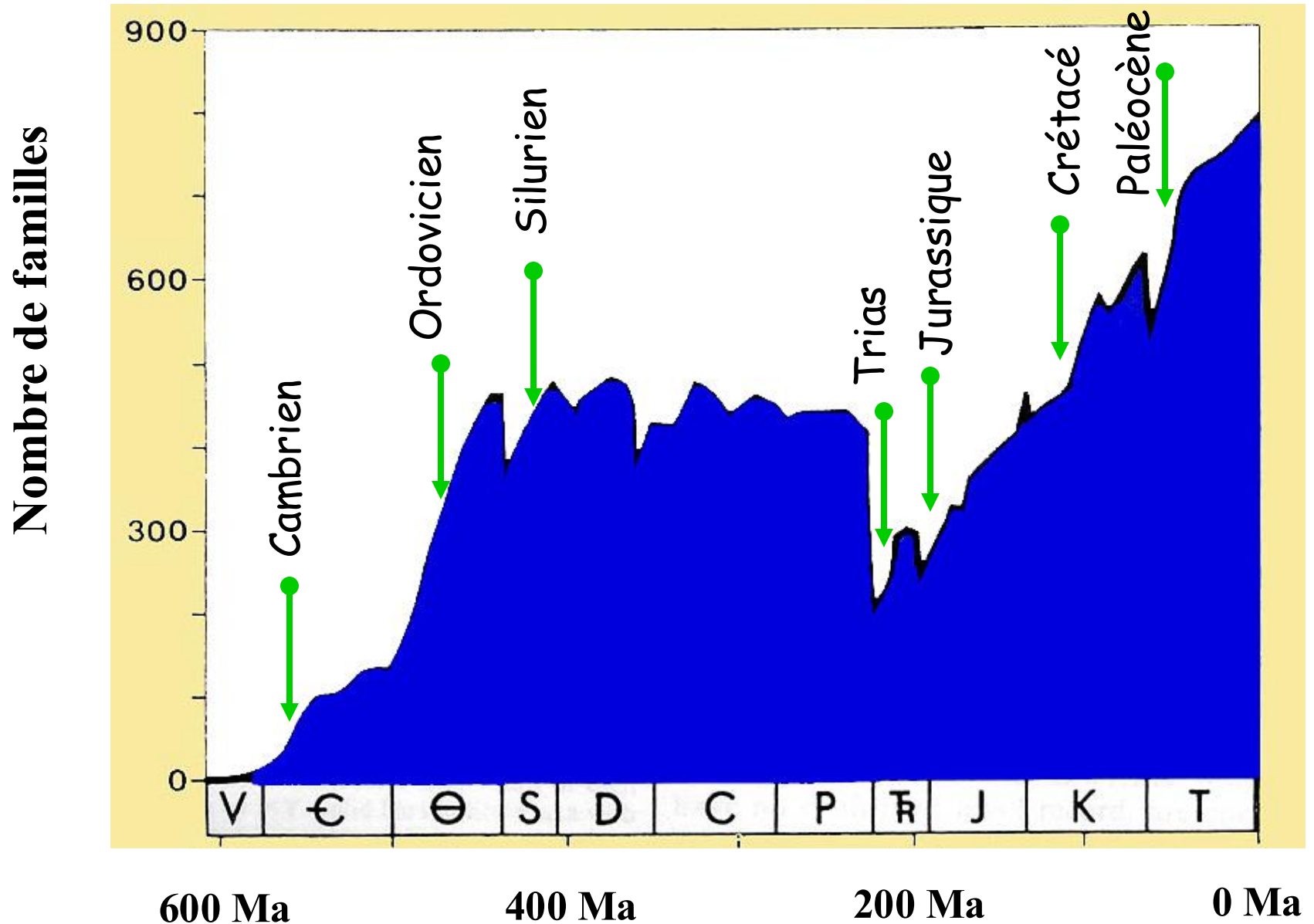
On mesure la diversité par le nombre de familles, genres, espèces, ...

Éon	Ère	Système	Série	Age (Ma)
Phanérozoïque	Cénozoïque	Quaternaire	Holocène	0.01
			Pléistocène	1.75
		Tertiaire	Pliocène	5.3
			Miocène	23.5
			Oligocène	33.7
			Eocène	53
	Paléocène		65	
		Mésozoïque (Secondaire)	Crétacé	135
			Jurassique	203
	Trias		250	
	Paléozoïque (Primaire)		Permien	295
			Carbonifère	355
			Dévonien	410
			Silurien	435
			Ordovicien	500
			Cambrien	540
Précambrien	Protérozoïque			2500
	Archéen			3800
	Hadéen			4550

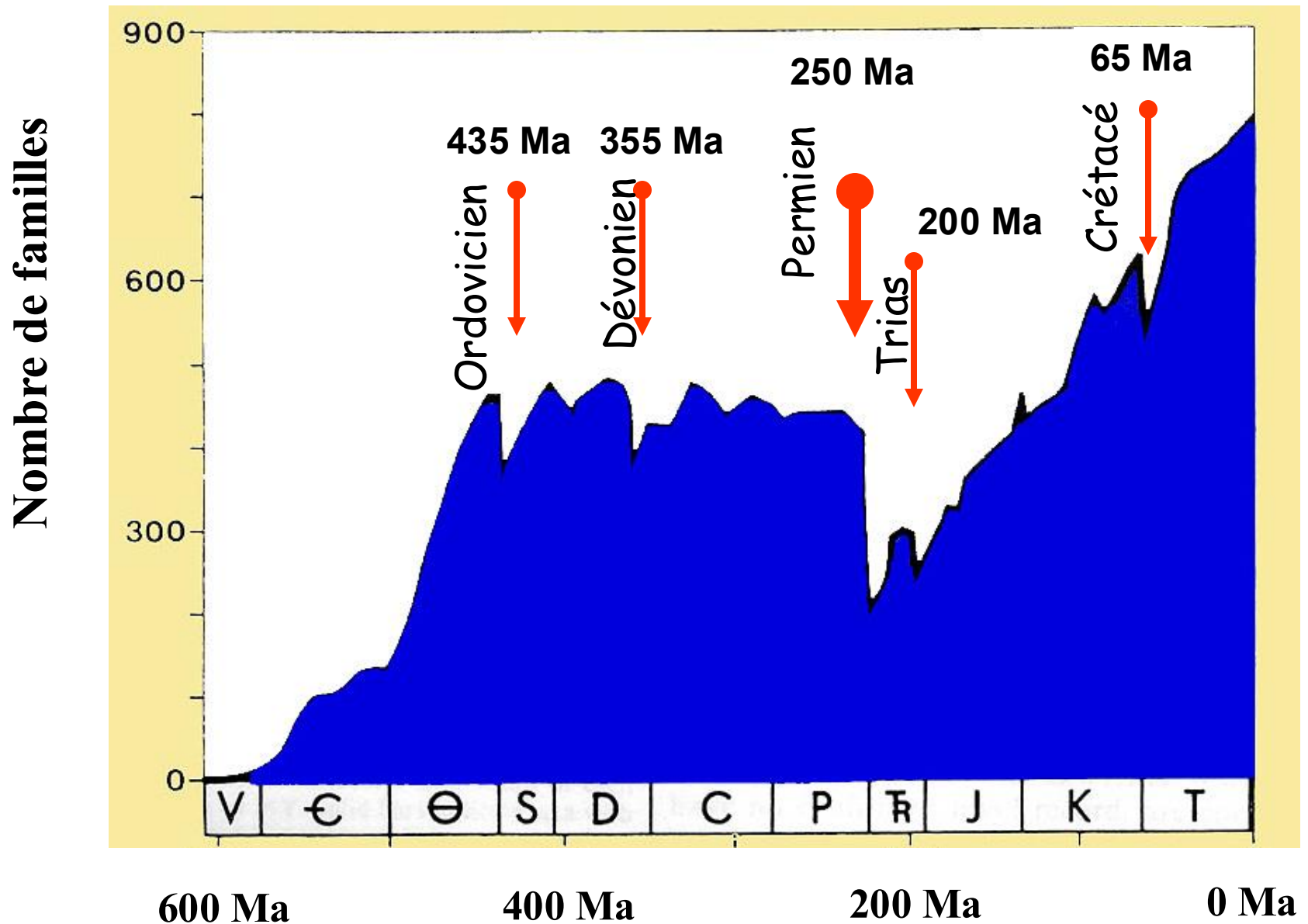
Fin du mésozoïque : « limite Crétacé-Tertiaire »
extinction de 50% des genres et notamment
extinction des Dinosaures et des ammonoïdes

Début du mésozoïque : « limite Permo-Trias »
extinction de 83% des genres et 95% des espèces!

Phases de diversification rapide



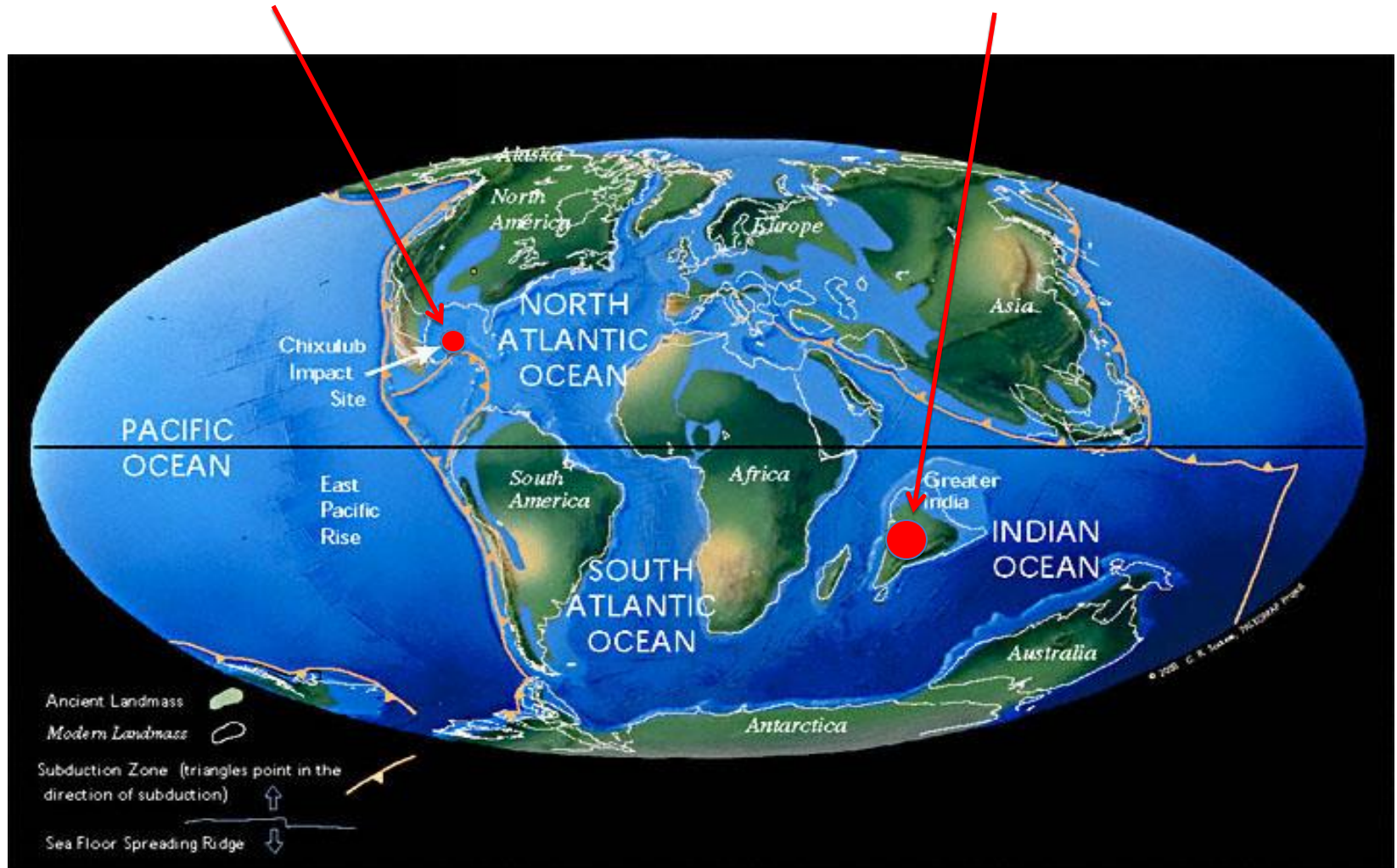
Phases de chute de la diversification



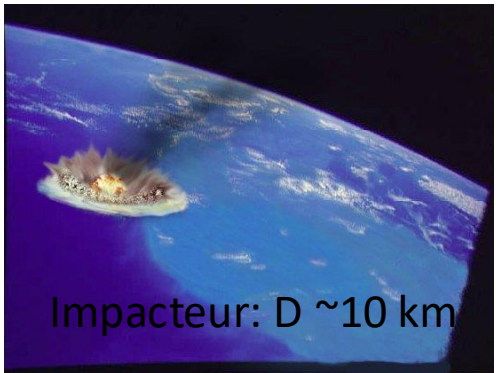
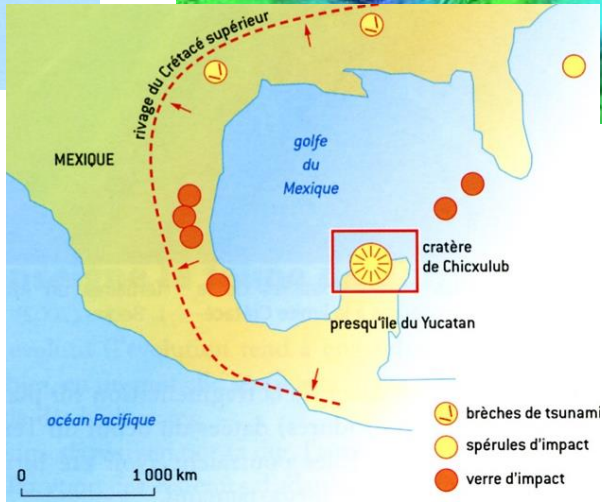
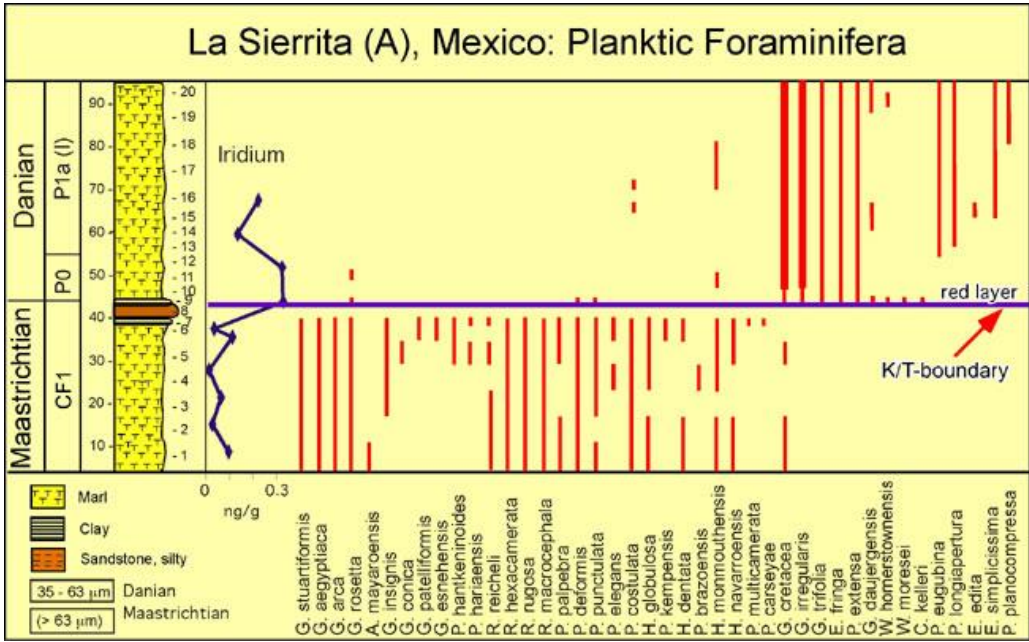
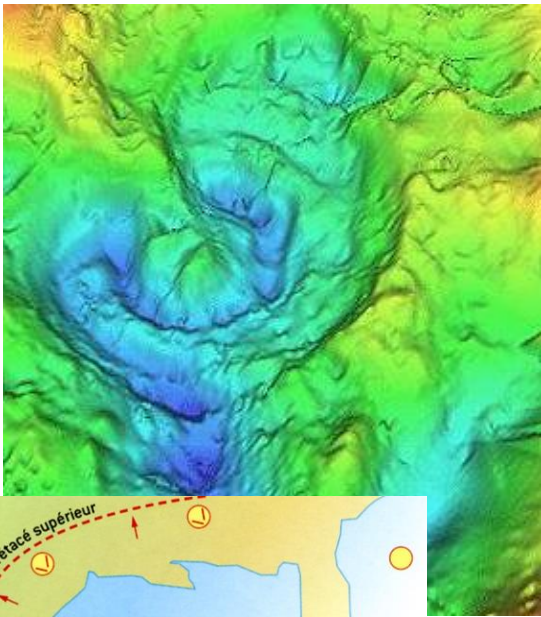
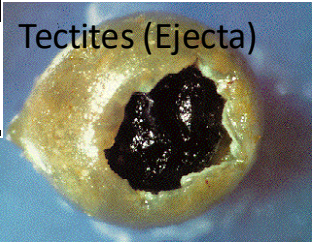
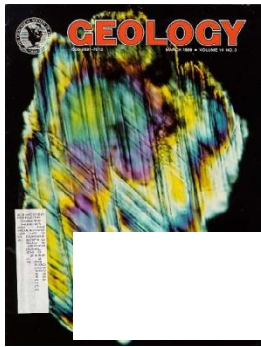
Hypothèses (non-exclusives) pour la limite Crétacé/Tertiaire (65 Ma)

1. L'impact d'une météorite

2. Le volcanisme des Traps du Deccan



Hyp. 1 : Impact de Chicxulub (Mexique)

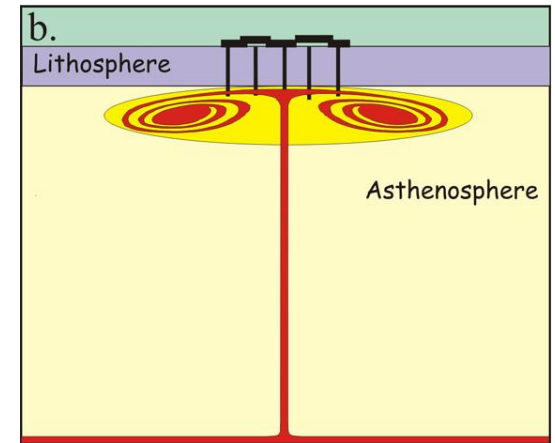
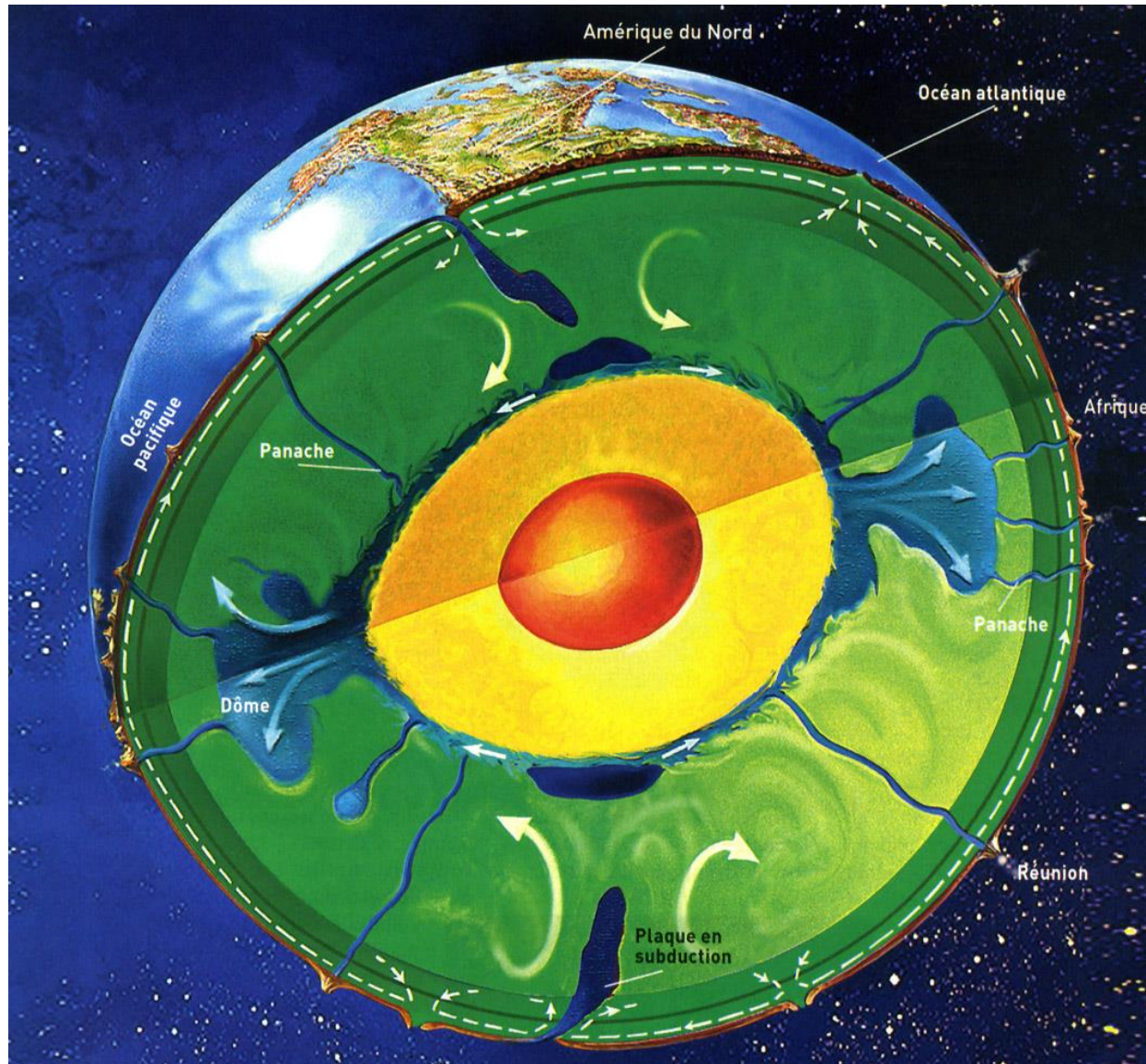


Concentrations élevées en iridium (Ir) dans les sédiments

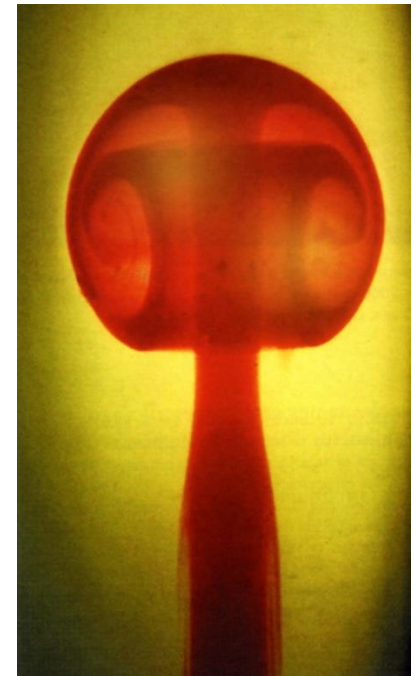
50 à 500 Gt de SO₂ envoyé dans la stratosphère

Impacteur: D ~10 km

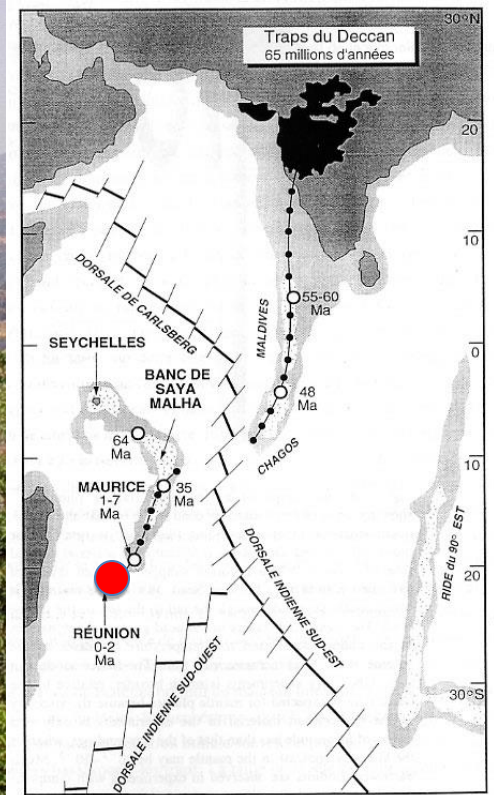
Traps : témoins de l'arrivée d'un panache mantellique sous la lithosphère



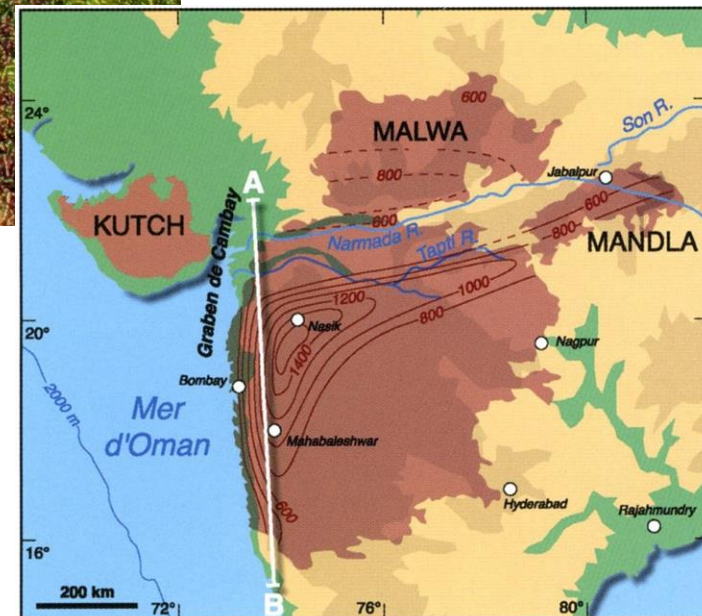
évacuation efficace d'un excès de chaleur de la base du manteau vers la surface



Hyp 2 : Les Traps du Deccan (Inde)

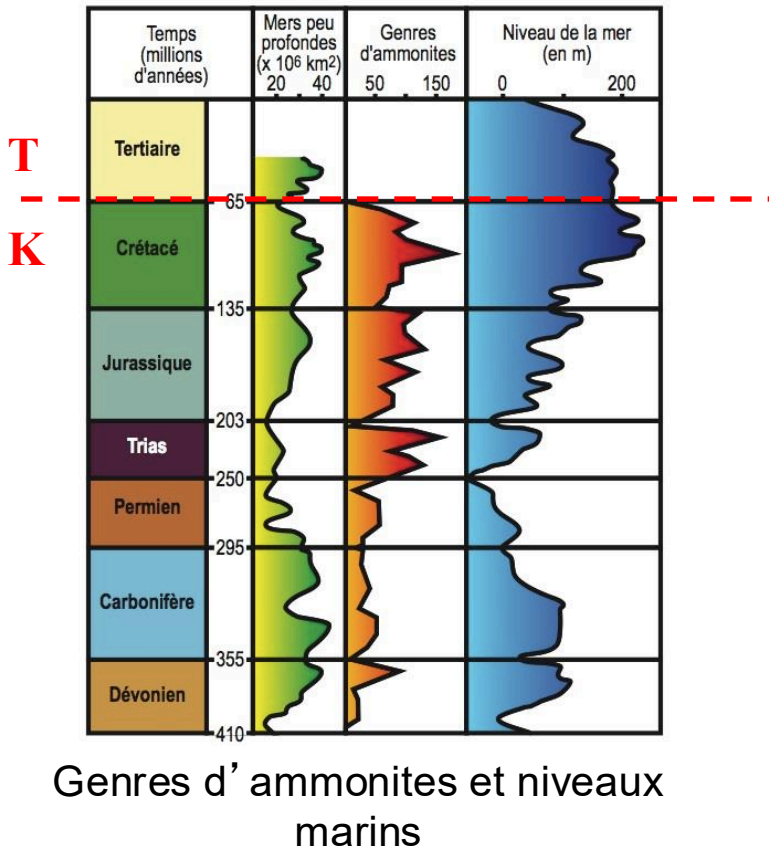


Volume total $> 1 \times 10^6 \text{ km}^3$
(= la France sous 2000 m de basaltes)
Avant érosion: $2 \times 10^6 \text{ km}^3$



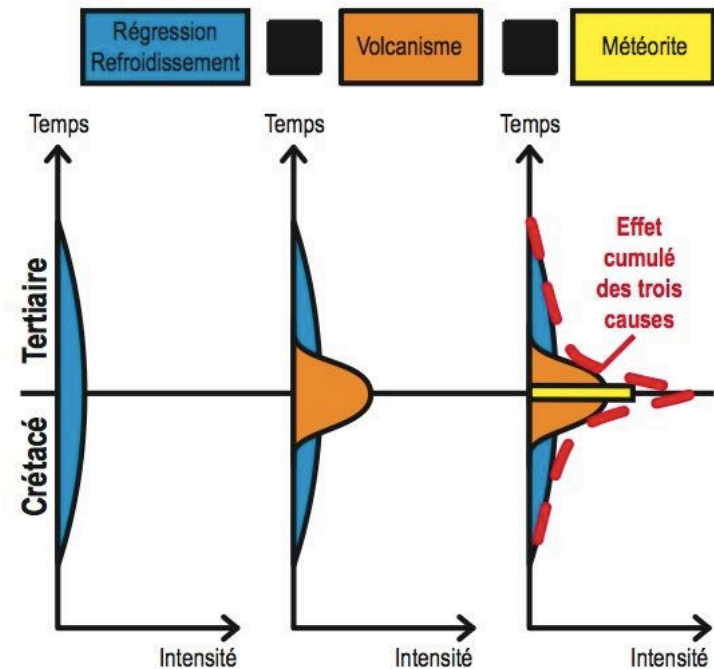
Hypothèses (non-exclusives) pour la limite Crétacé/Tertiaire (65 Ma)

+ Baisse du niveau marin depuis la fin du Crétacé



Causes possibles cumulées de l'extinction de masse:

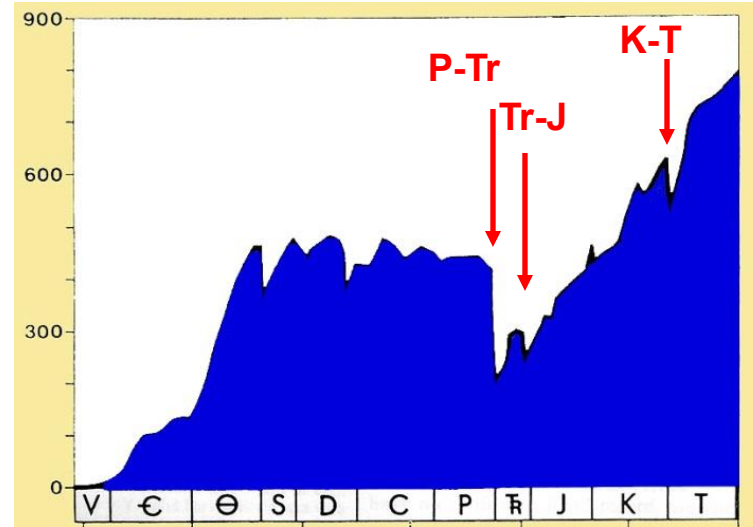
- 1-Baisse du niveau marin
- 2-Volcanisme de trapps du Deccan
- 3-Impact météoritique



L'effet cumulé des trois causes est probablement responsable de l'extinction K-T

Éon	Ère	Système	Série	Age (Ma)
P h a n é r o z o ï q u e	Cénozoïque	Quaternaire	Holocène	0.01
			Pléistocène	1.75
		Tertiaire	Pliocène	5.3
			Miocène	23.5
			Oligocène	33.7
			Eocène	53
			Paléocène	65
			Mésozoïque (Secondaire)	Crétacé
		Jurassique		203
		Trias		250
	Paléozoïque (Primaire)	Permien	295	
		Carbonifère	355	
		Dévonien	410	
Silurien		435		
Ordovicien		500		
Cambrien		540		
Précambrien	Protérozoïque	2500		
	Archéen	3800		
	Hadéen	4550		

Les principales crises biologiques



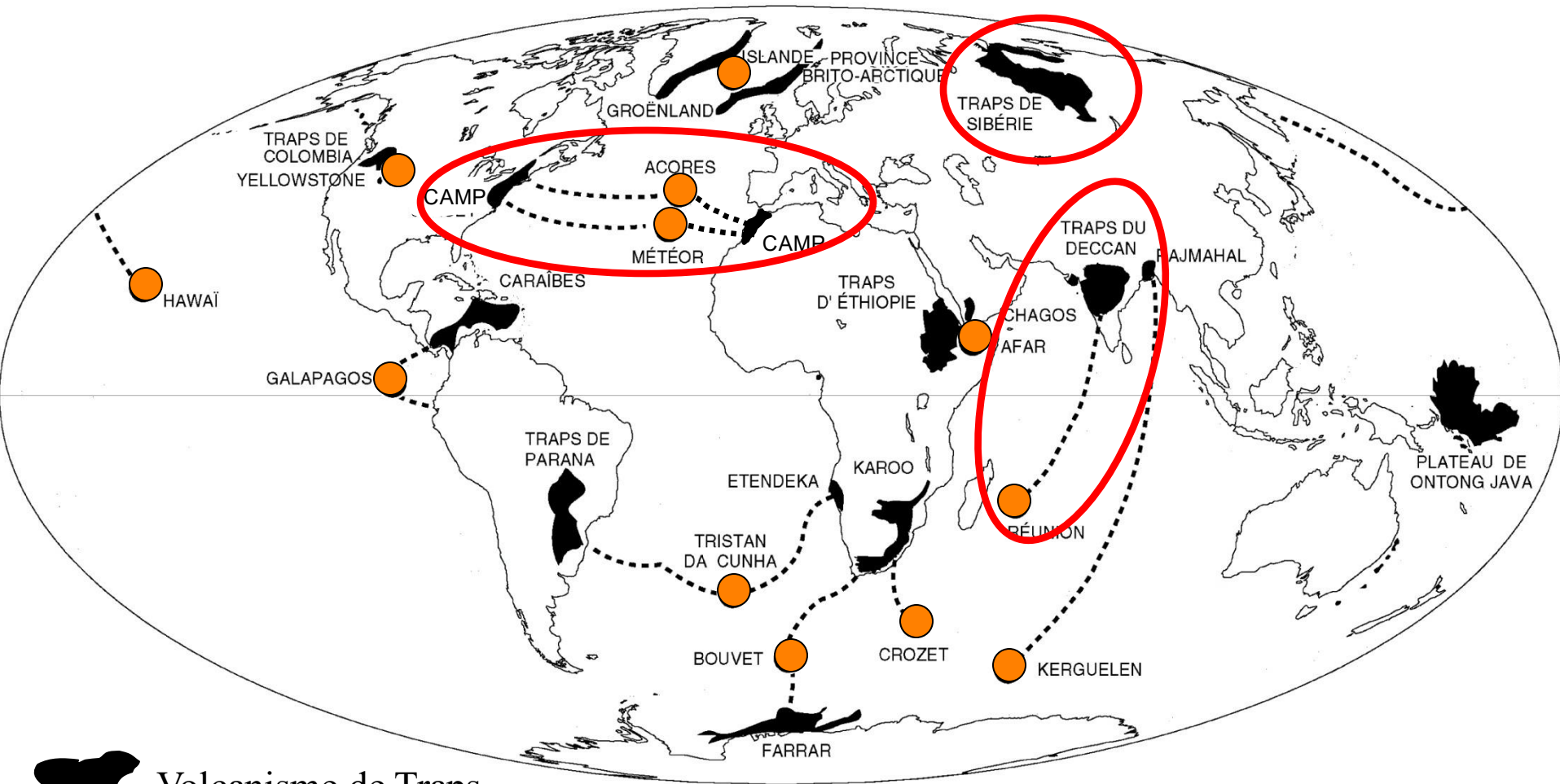
CRISE

Taux de disparition

Causes probables

P-Tr	250 Ma	83% des genres 95% des espèces	Volcanisme de Sibérie
Tr-J	200 Ma	75% des espèces	volcanisme de CAMP
K-T	65 Ma	30% des familles 75% des espèces	volcanisme du Deccan et/ou Impact météorite

Répartition des grandes provinces basaltiques (Traps)



Volcanisme de Traps



Point chaud associé



Sibérie

95% des espèces



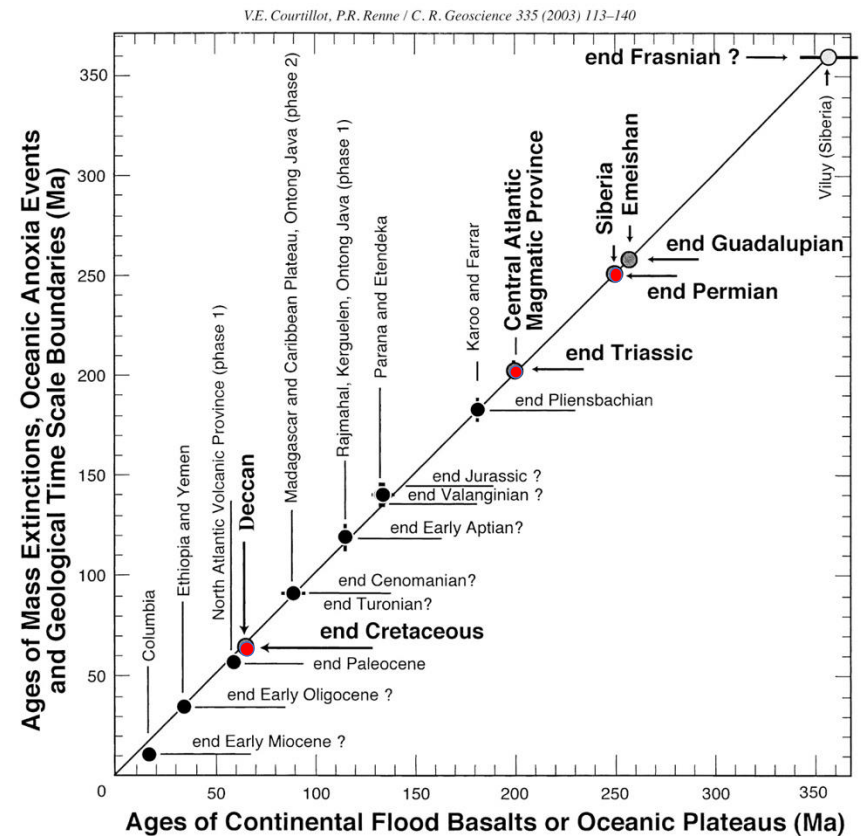
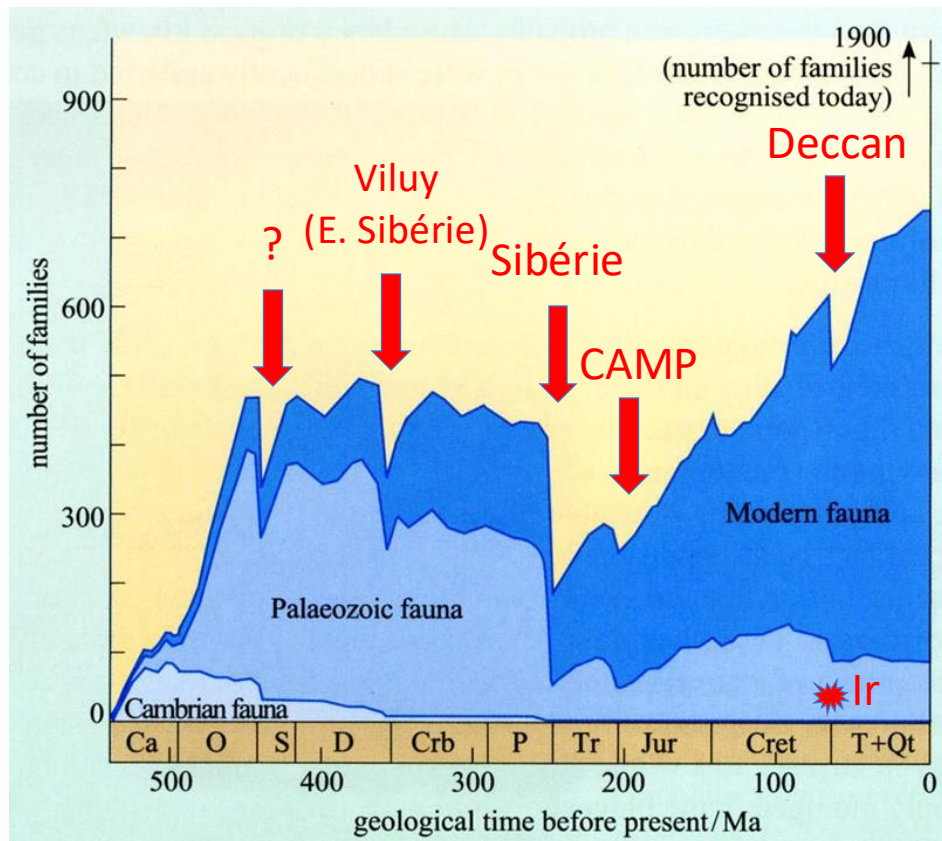
CAMP

75% des espèces



Deccan

75% des espèces



IV. Le Cénozoïque (65-0 Ma)

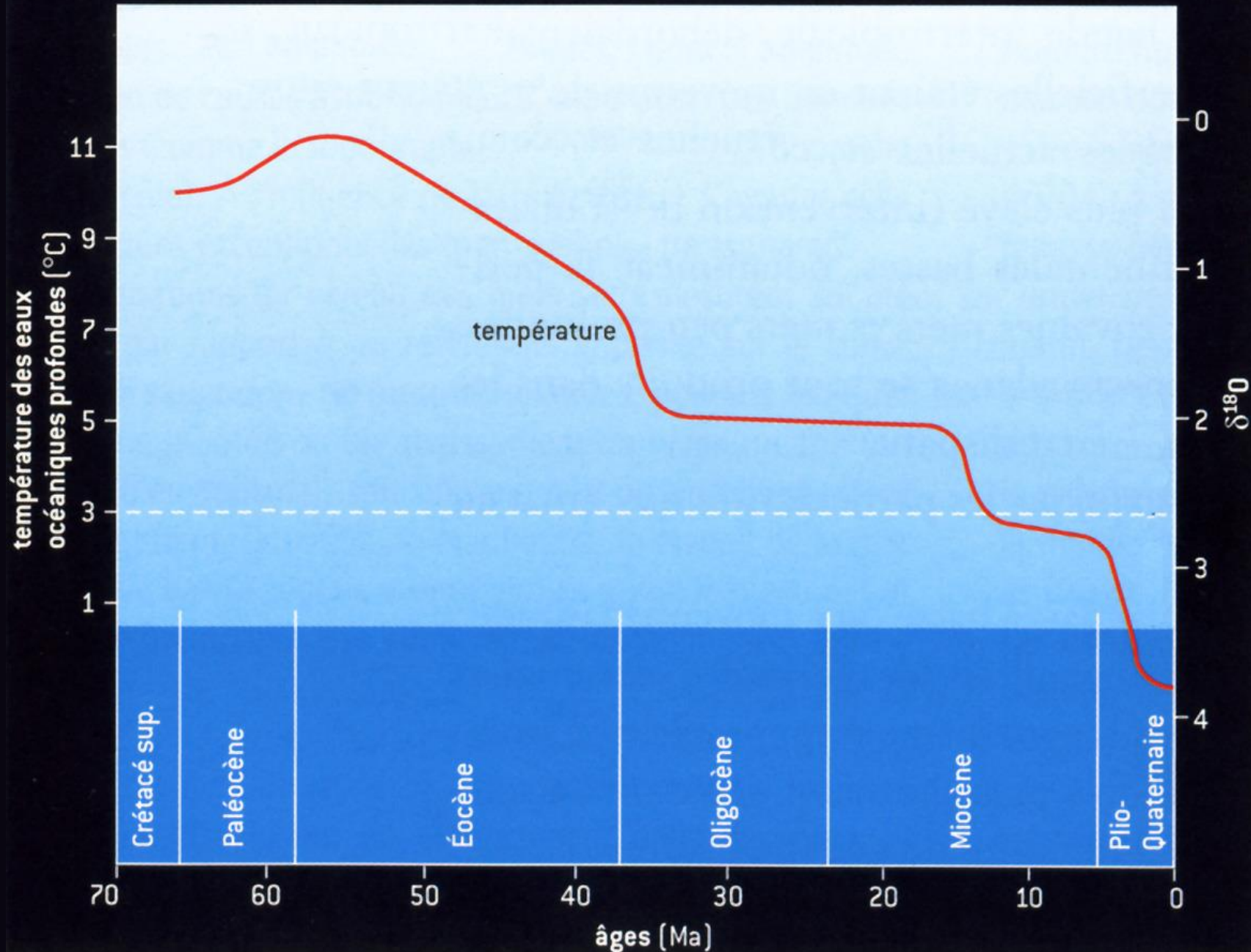
Éon	Ère	Systeme	Série	Age (Ma)
P h a n é r o z o ï q u e	Cénozoïque	Quaternaire	Holocène	— 0.01 —
			Pléistocène	— 1.75 —
		Tertiaire	Pliocène	— 5.3 —
			Miocène	— 23.5 —
			Oligocène	— 33.7 —
			Eocène	— 53 —
			Paléocène	— 65 —
	Mésozoïque (Secondaire)	Crétacé		— 135 —
		Jurassique		— 203 —
		Trias		— 250 —
	Paléozoïque (Primaire)	Permien		— 295 —
		Carbonifère		— 355 —
		Dévonien		— 410 —
		Silurien		— 435 —
		Ordovicien		— 500 —
		Cambrien		— 540 —



Cénozoïque (4 jours)
28/12 - 31/12

inclue
Tertiaire & Quaternaire

Le Cénozoïque (Tertiaire & Quaternaire)



température des eaux
océaniques profondes [°C]

11

9

7

5

3

1

Crétacé sup.

Paléocène

Éocène

Oligocène

Miocène

Plio-

Quaternaire

70

60

50

40

30

20

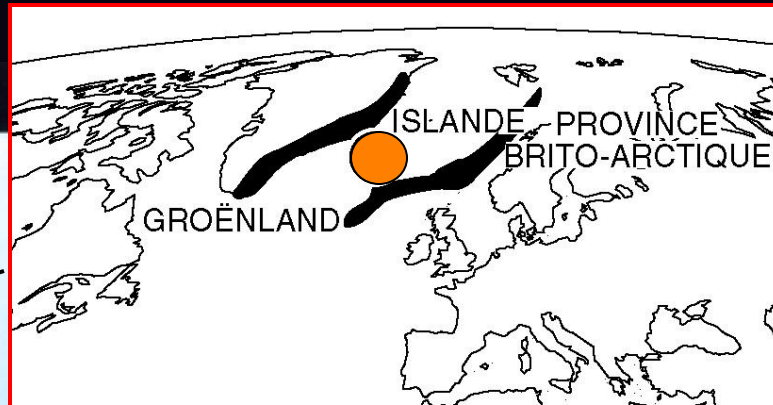
10

0

âges [Ma]

température

Ouverture Atlantique Nord
CO₂ augmente



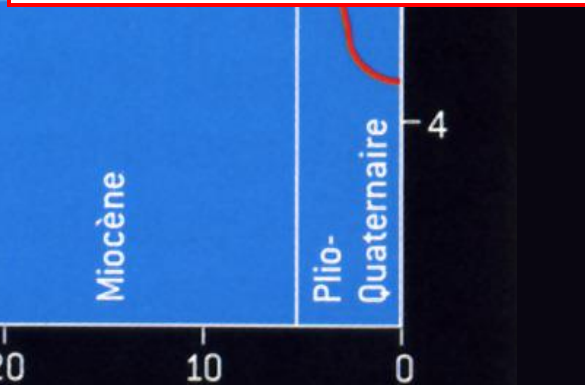
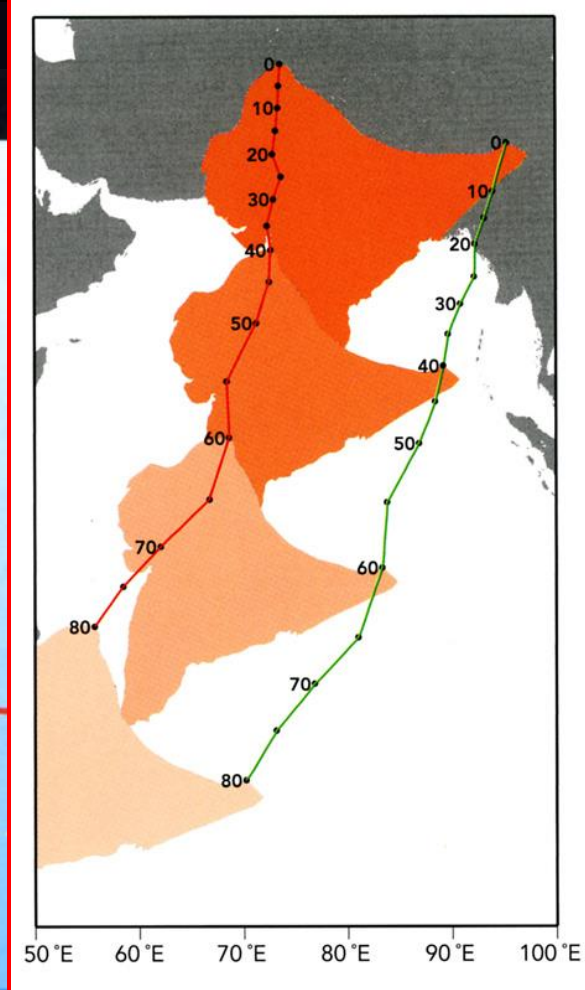
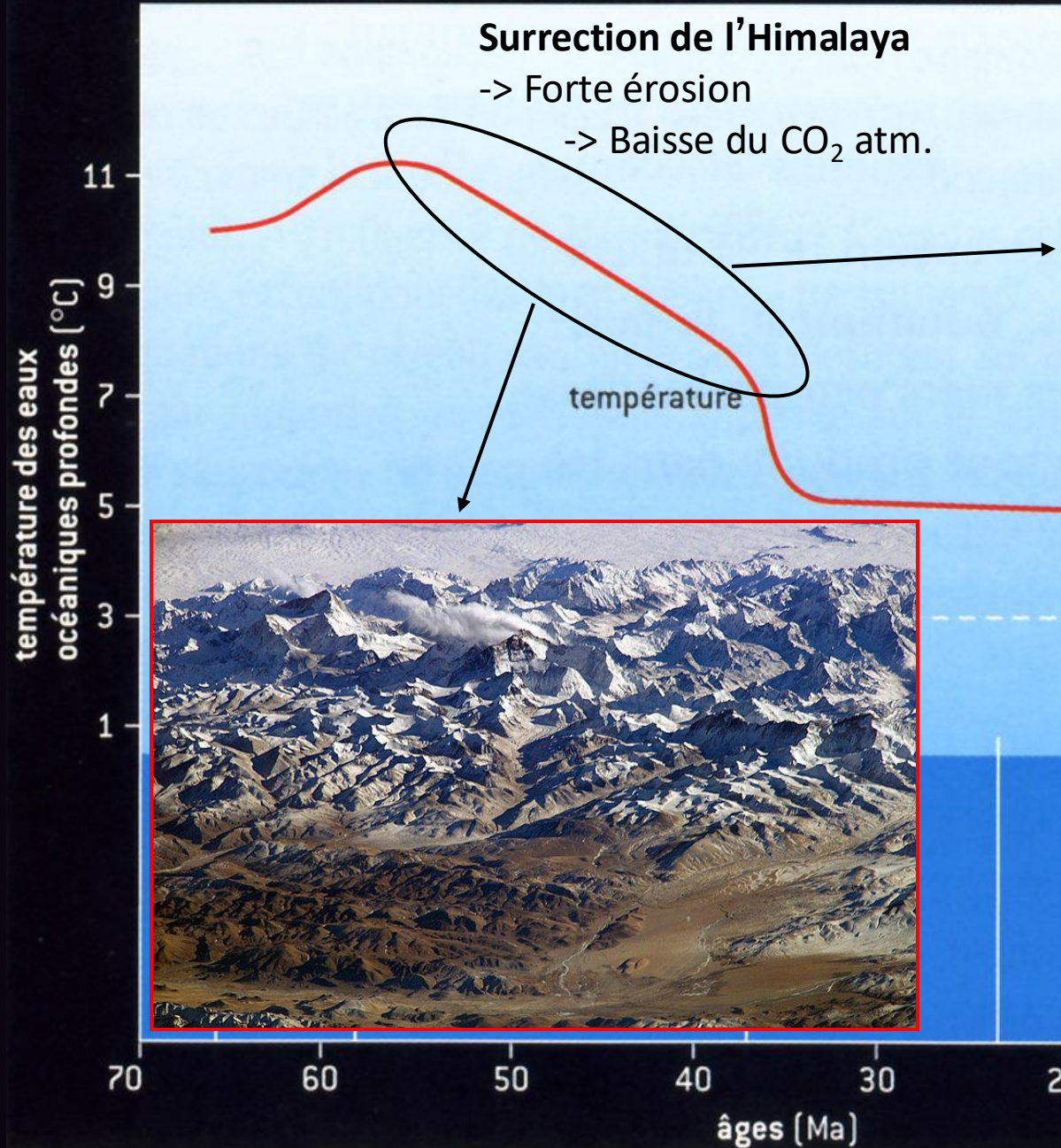
0

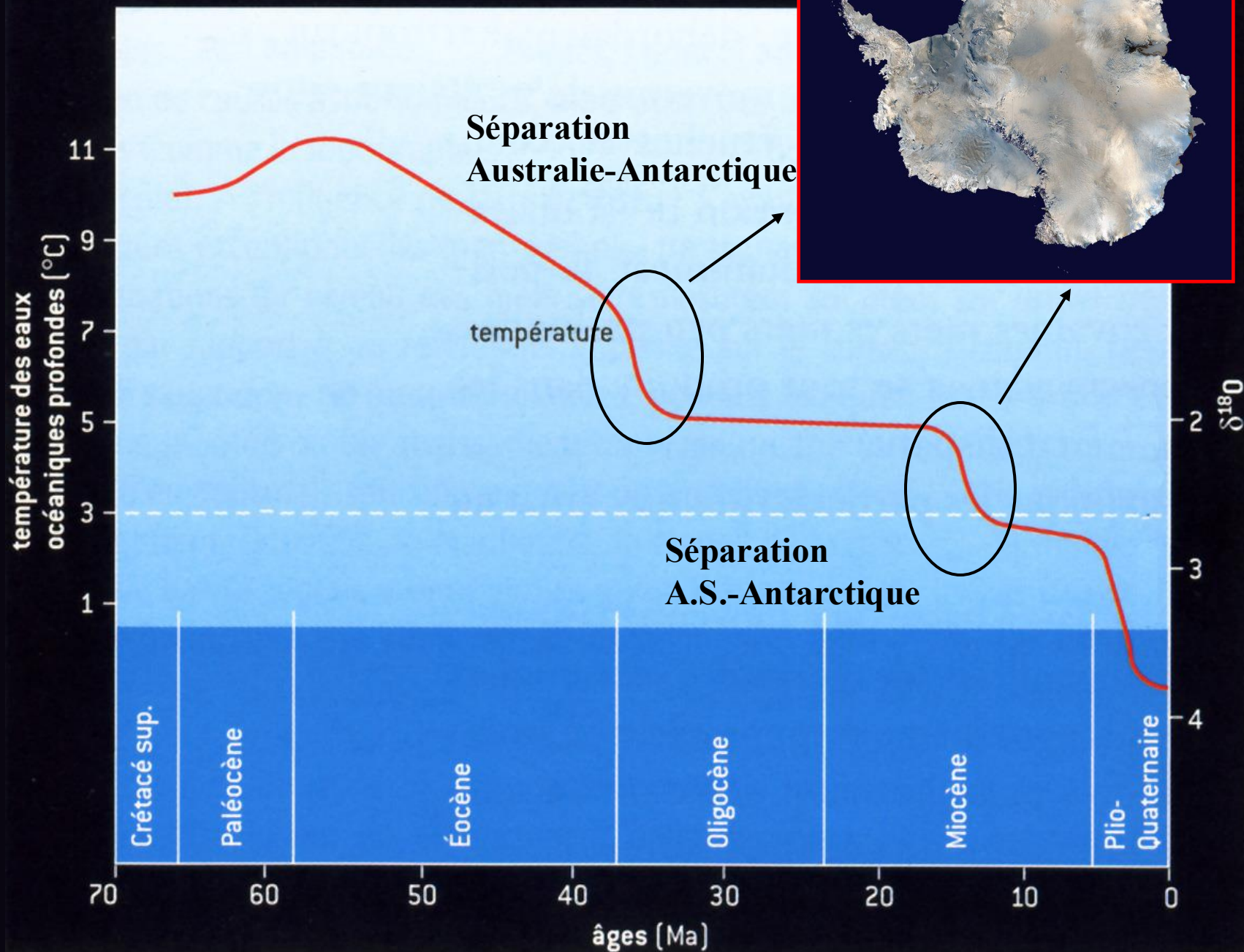
1

$\delta^{18}O$

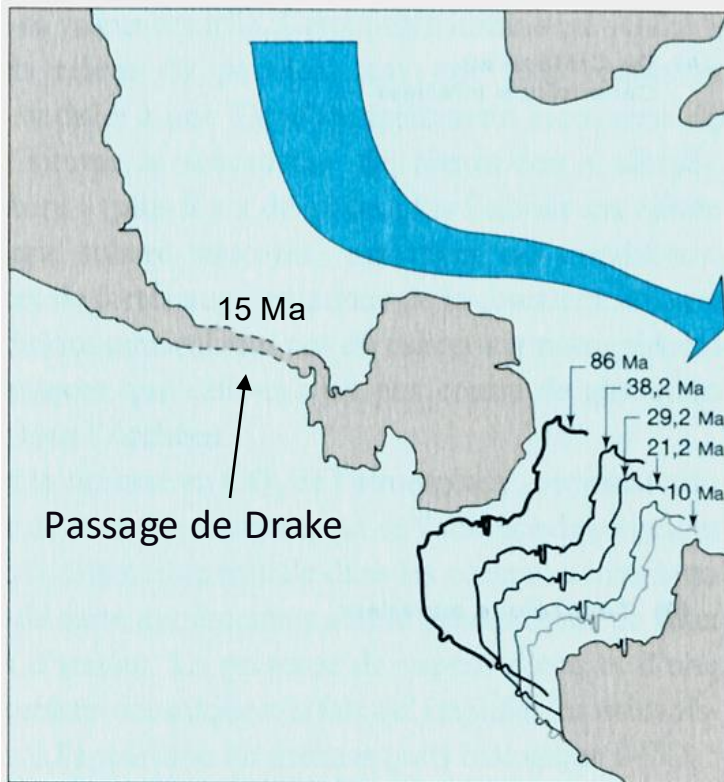
3

4

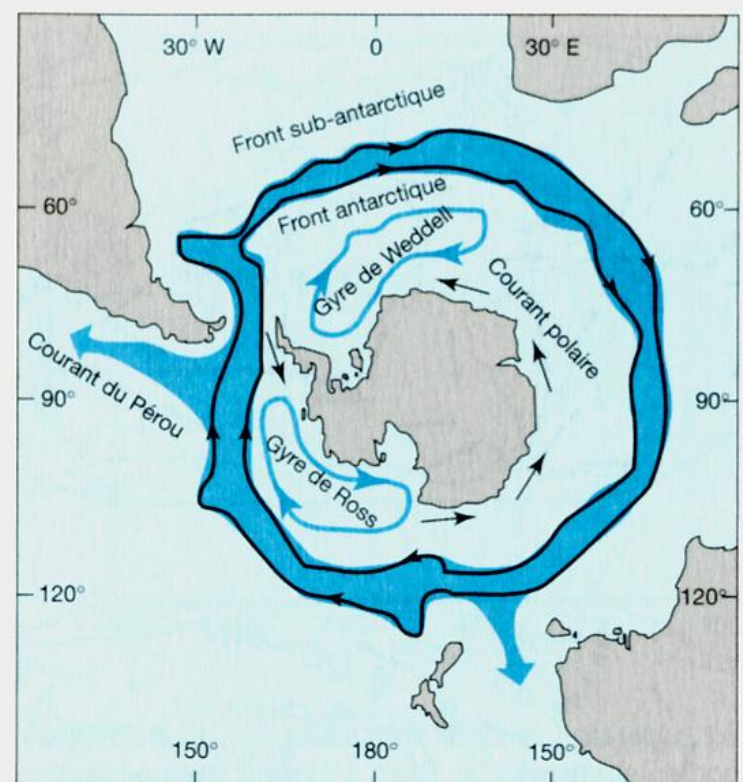




Influence de la tectonique des plaques



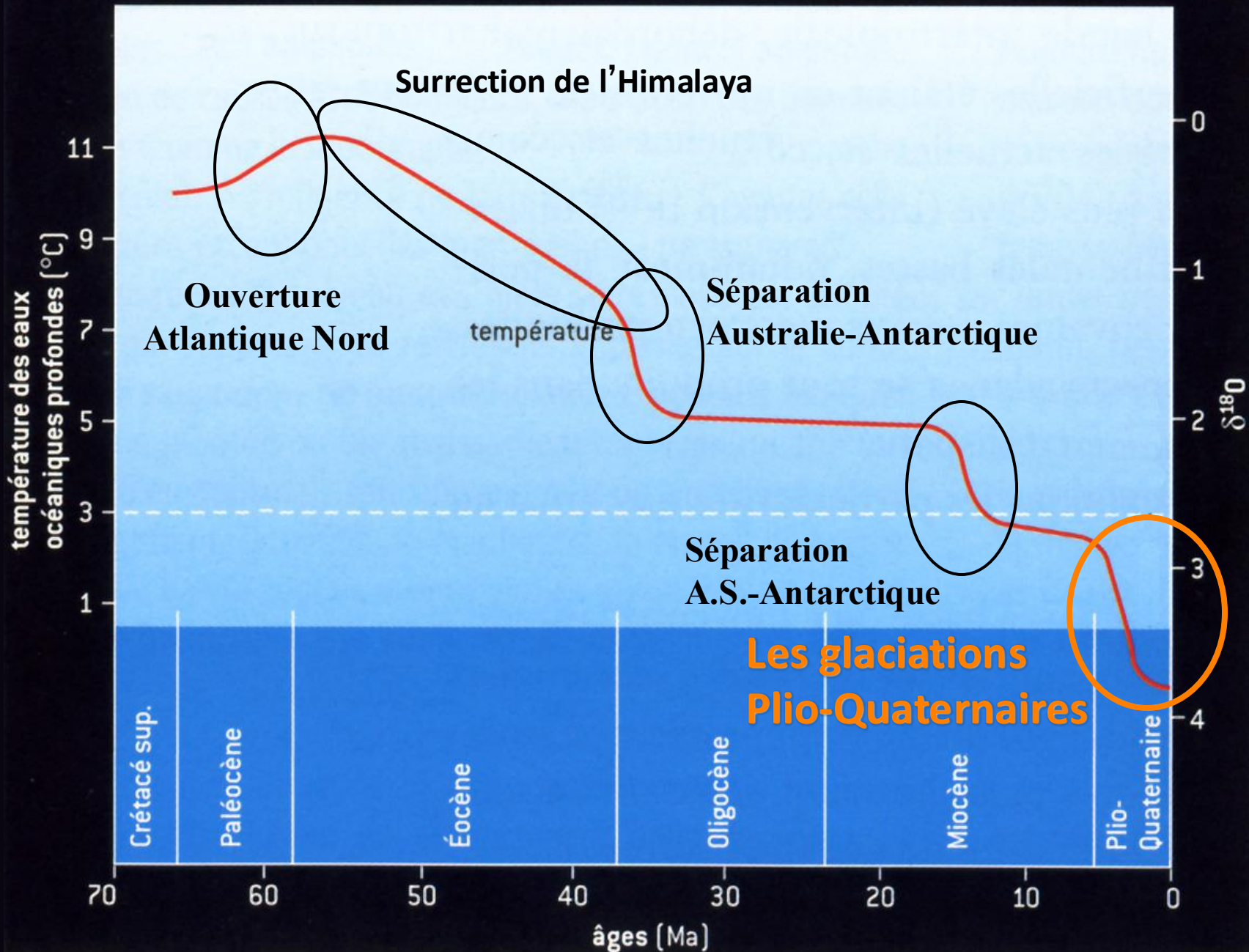
Séparation de l'Antarctique et de l'Australie à 38 Ma.
Ouverture du Passage de Drake vers 15 Ma.



L'isolement thermique est favorisé par la circulation circumpolaire



Accumulation des glaces sur le continent depuis 38 Ma à l'Est et depuis 15 Ma à l'Ouest



IV. Les glaciations Plio-Quaternaires (3-0 Ma)

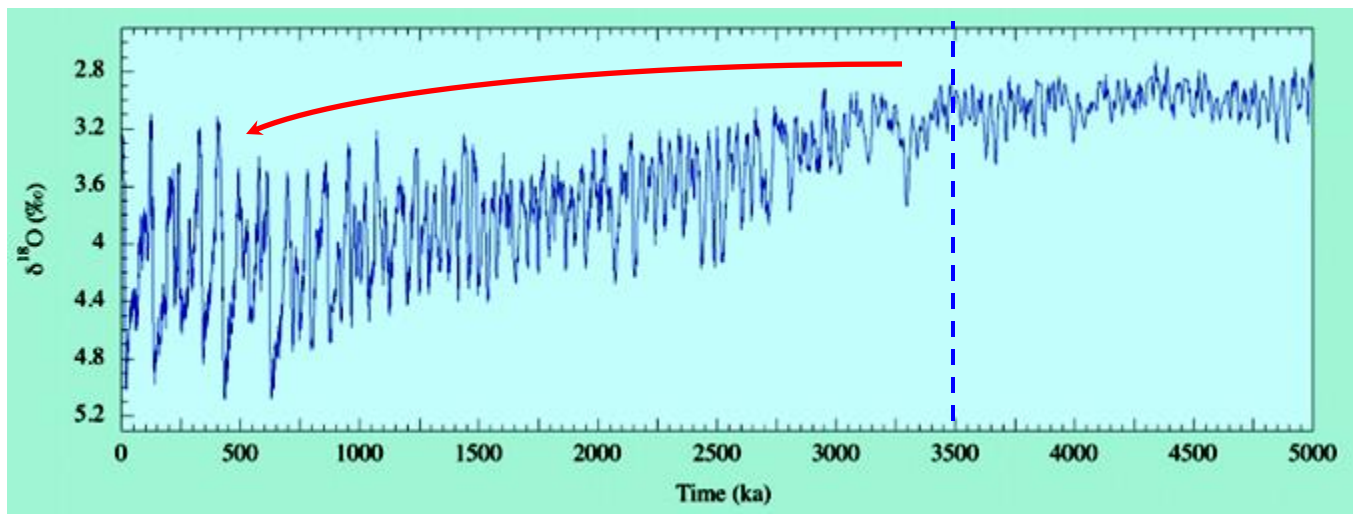
Éon	Ère	Système	Série	Age (Ma)
Phanérozoïque	Cénozoïque	Quaternaire	Holocène	0.01
			Pléistocène	1.75
		Tertiaire	Pliocène	5.3
			Miocène	23.5
			Oligocène	33.7
			Eocène	53
	Mésozoïque (Secondaire)	Crétacé	Paléocène	65
				135
				203
	Paléozoïque (Primaire)	Trias		250
				295
				355
		Permien		410
				435
				500
Précambrien	Protérozoïque	Carbonifère		540
	Archéen			2500
	Hadéen			3800
				4550

Ére	Système	Série	Age (Ma)
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène	0.01
		Pléistocène	1.75
	Tertiaire	Pliocène	5.3
		Miocène	23.5
		Oligocène	33.7
		Eocène	53
		Paléocène	65

Stade interglaciaire actuel

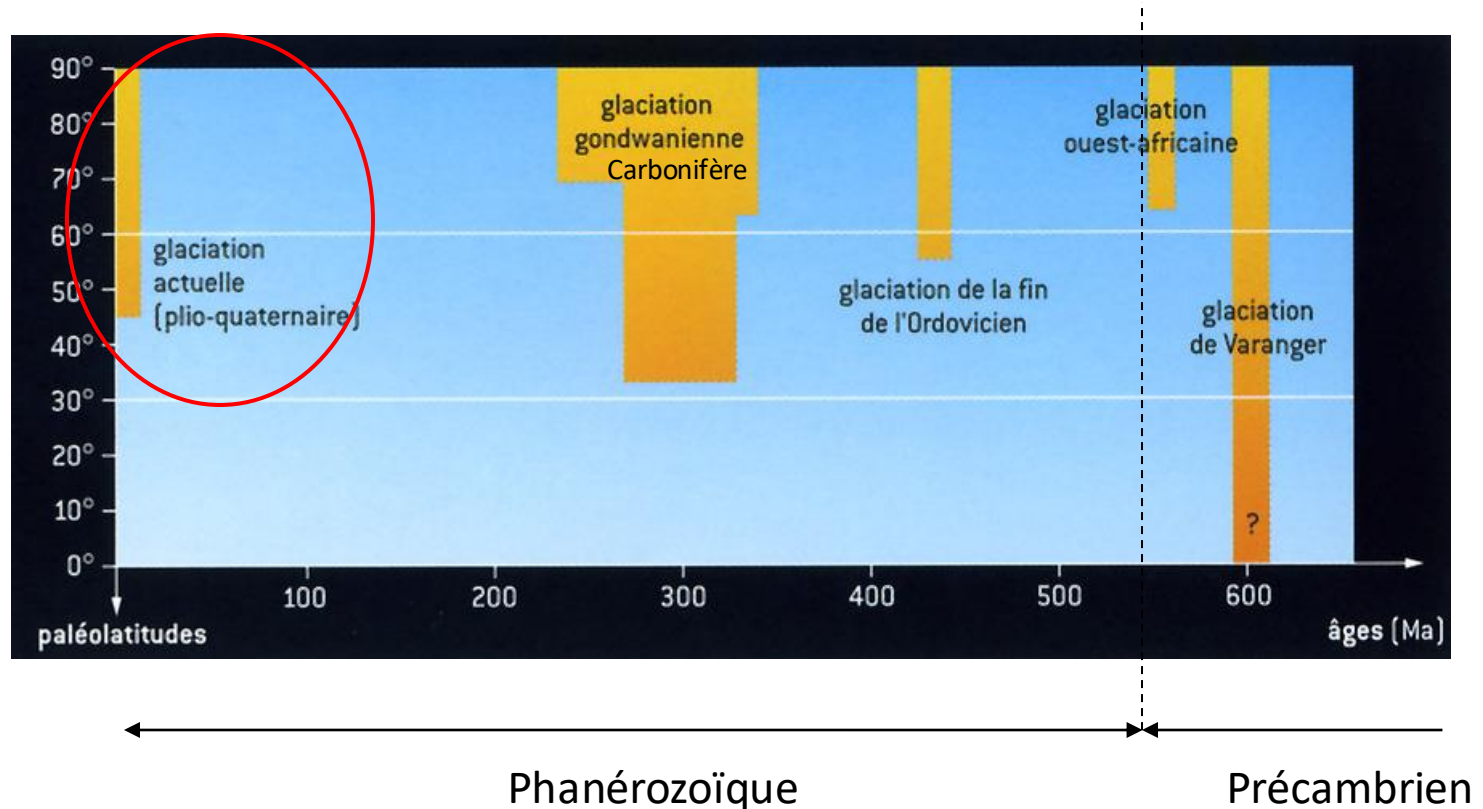
Glaciations

Baisse des températures depuis ~ 3,5 Ma



IV. Les glaciations Plio-Quaternaires (3-0 Ma)

Ce sont les premières glaciations depuis 300 Ma !

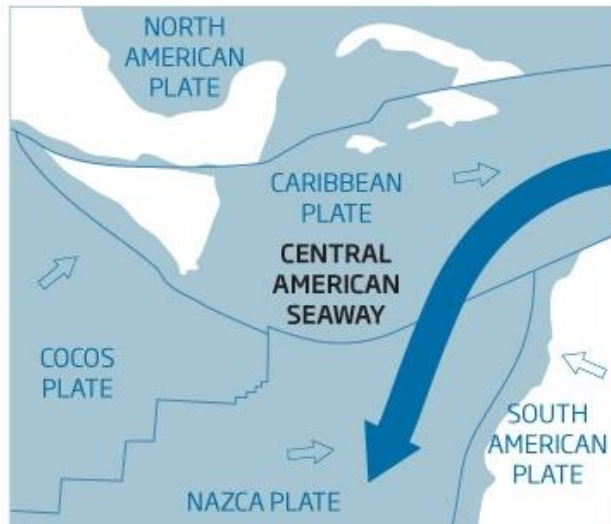


Ce nouveau refroidissement peut être également expliqué par la tectonique.

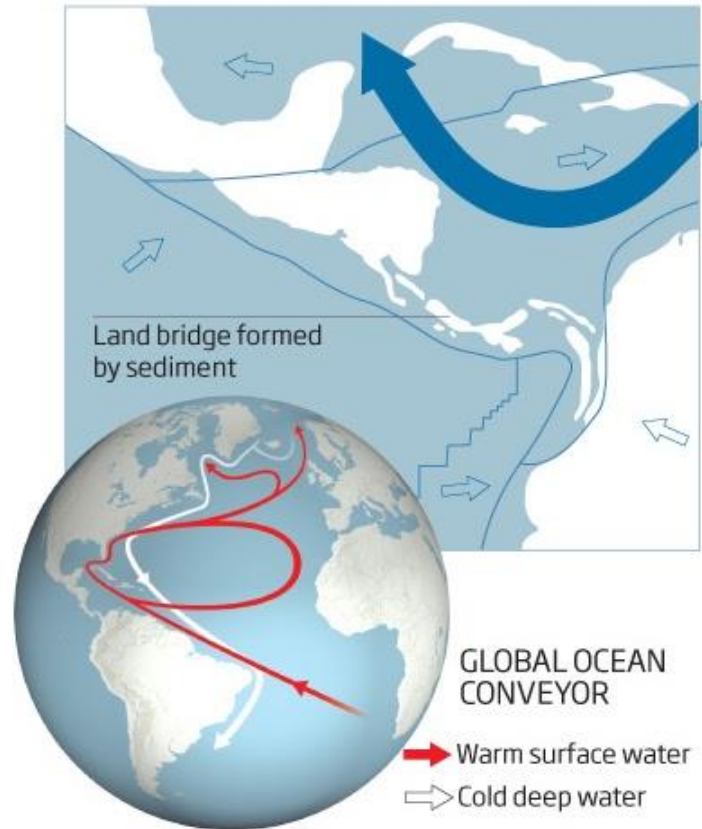
Modification de la circulation océanique vers 3,5 Ma suite à la fermeture du passage océanique Amérique du Sud - Centrale

⇨ Plate movement ➡ Ocean current

PRE-COLLISION

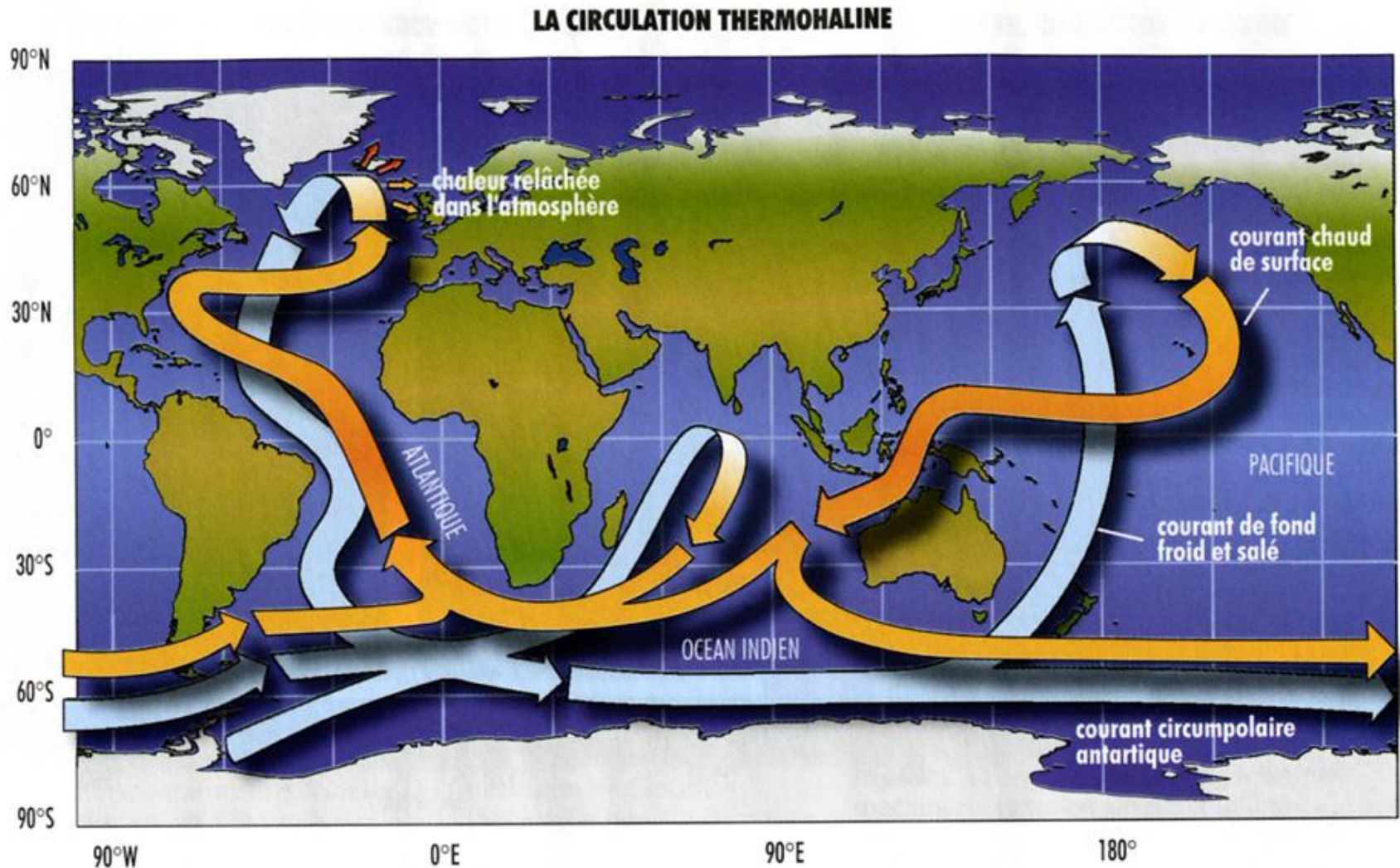


POST-COLLISION (at least 3 million years ago)

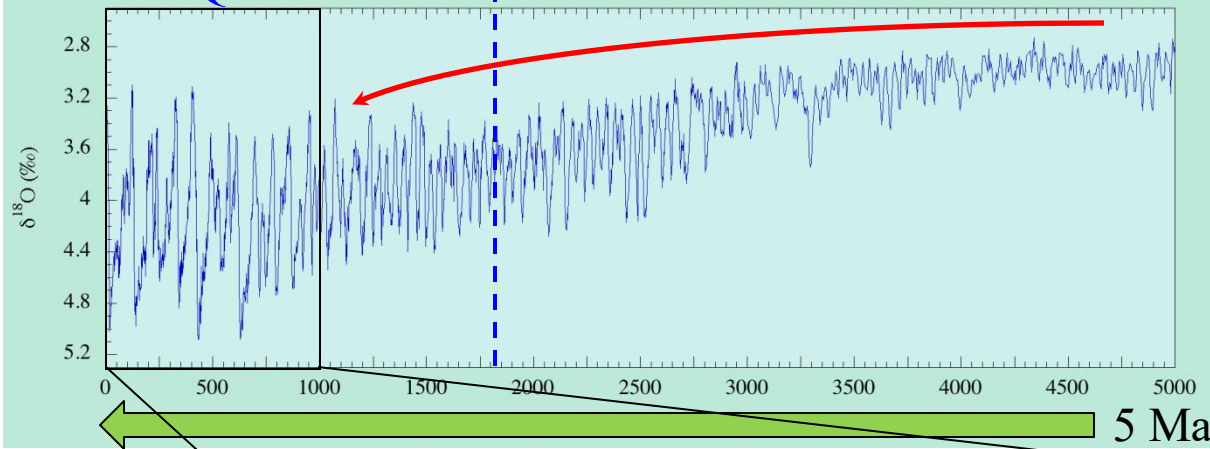


Apport d'eau plus chaude à haute latitude: augmentation de l'évaporation et donc du stockage de la glace dans la calotte polaire ...

Cette modification des circulations océaniques permet la mise en place de la circulation globale Thermohaline.

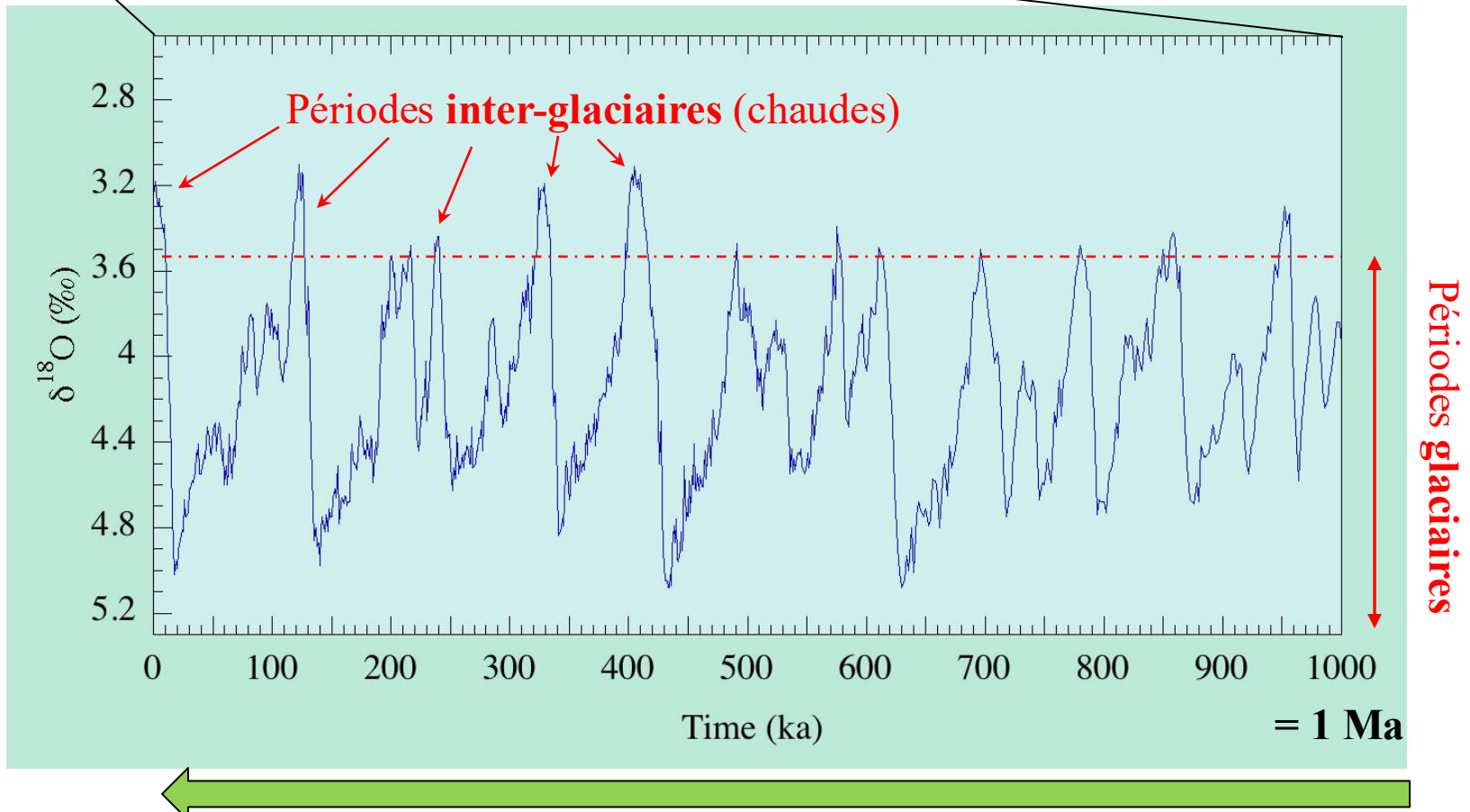


Quaternaire



Depuis 1 Ma, on assiste à une alternance de périodes chaudes et de périodes froides

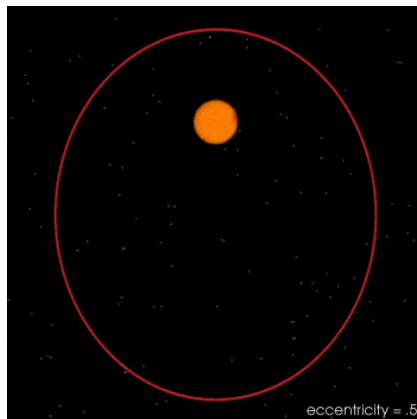
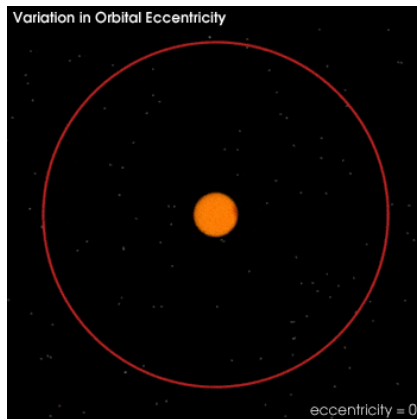
Lisiecki et Raymo, 2005



Les alternances glaciaires et interglaciaires s'expliquent par les variations des paramètres orbitaux de la Terre

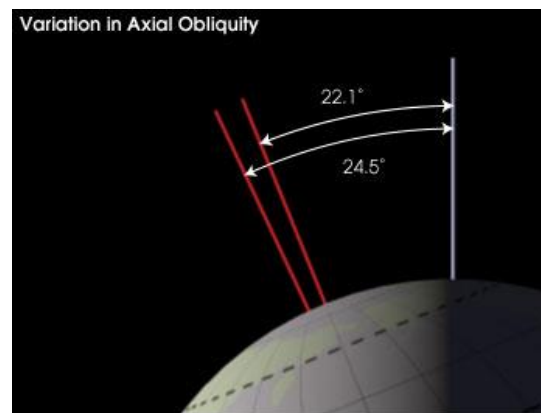
Calculés par Milankovitch (1879-1958)

Excentricité



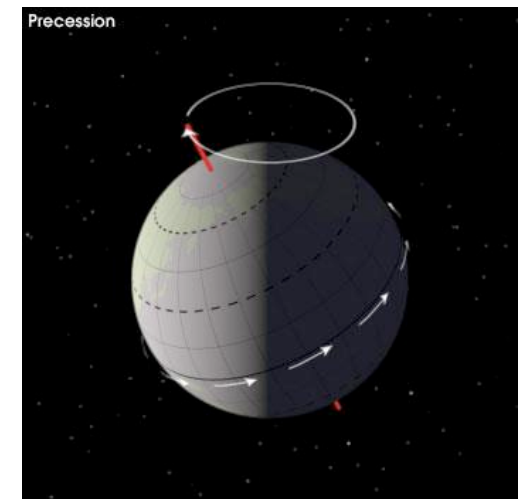
~ 100 000
& 400 000 ans

Obliquité



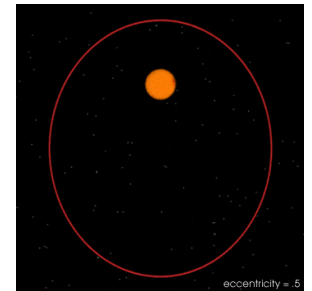
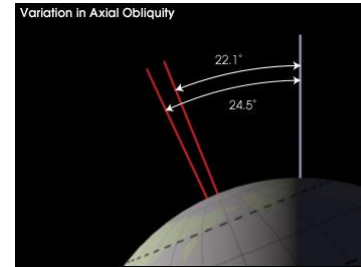
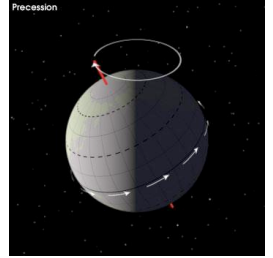
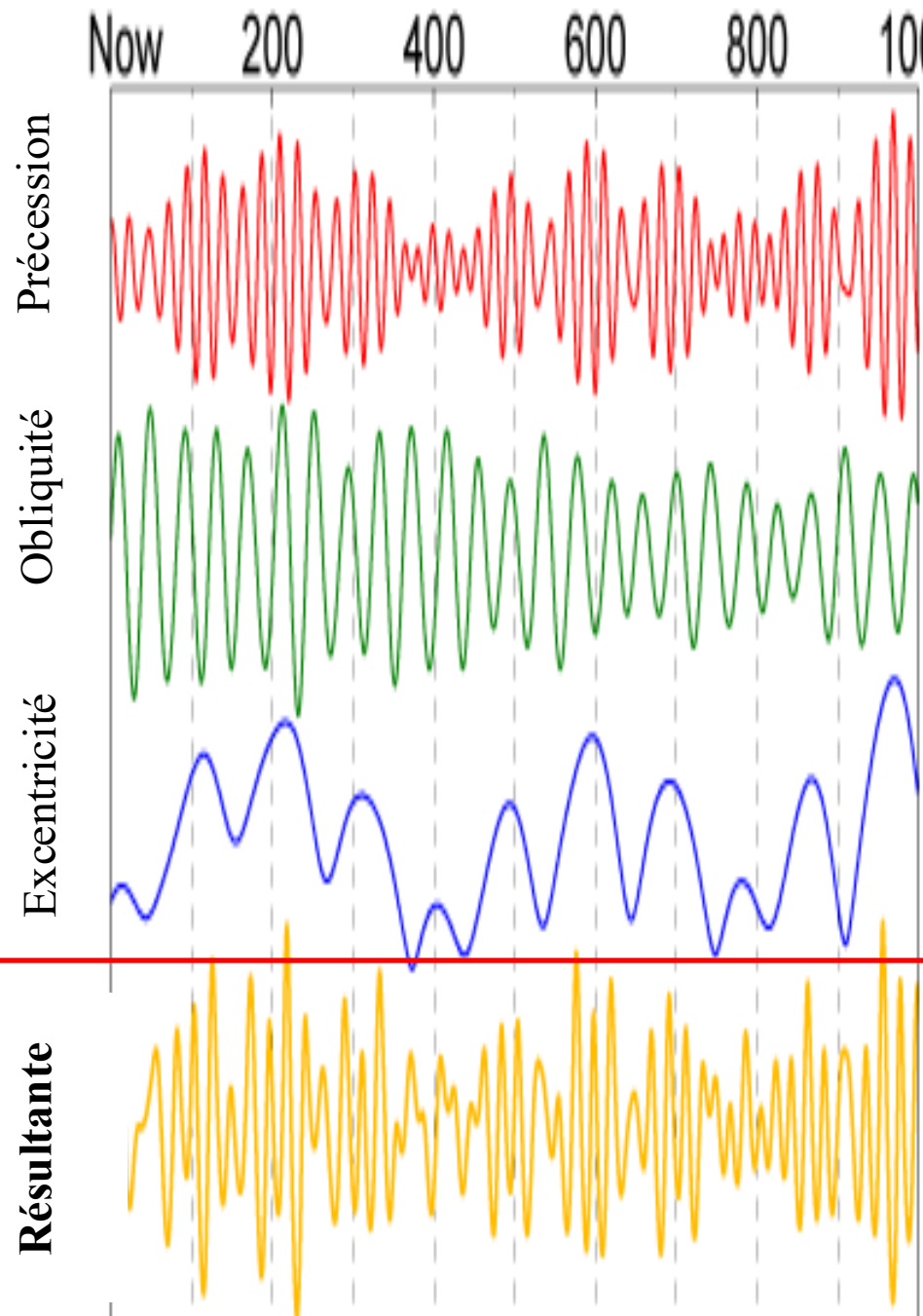
~ 41 000 ans

Précession



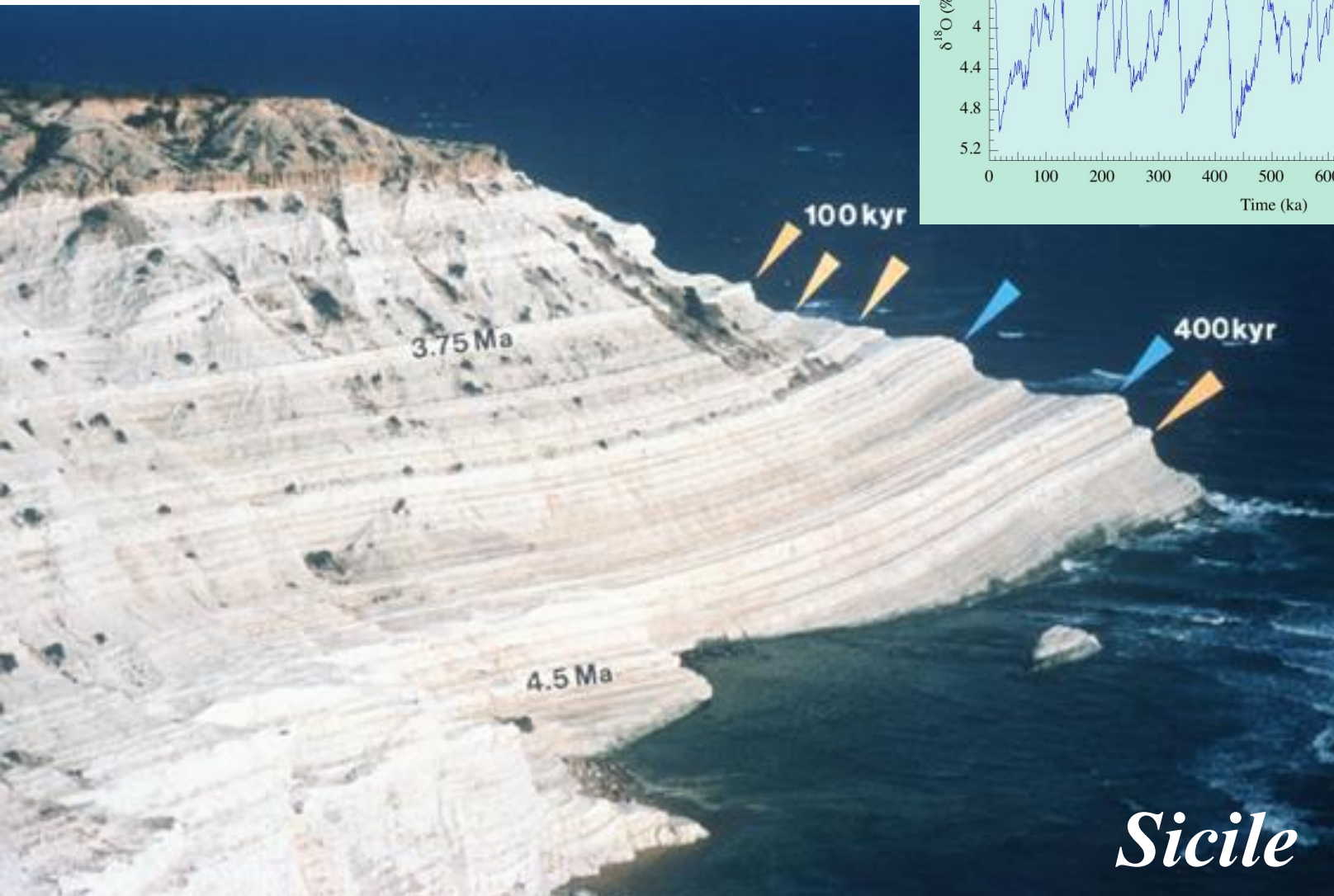
~ 21 000 ans

Influence de ces
variations sur le
niveau
d'ensoleillement
à la surface de la
Terre



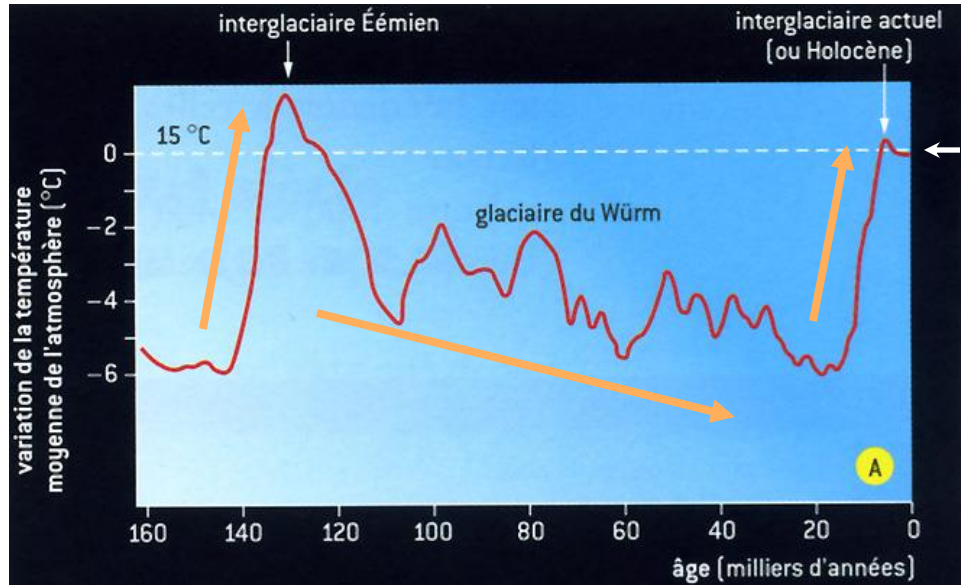
Σ

Bancs blancs indurés: cycles d'excentricité (100 et 400 k ans)



Petites alternances quadricolores (gris, blanc, beige, blanc): cycle de la précession

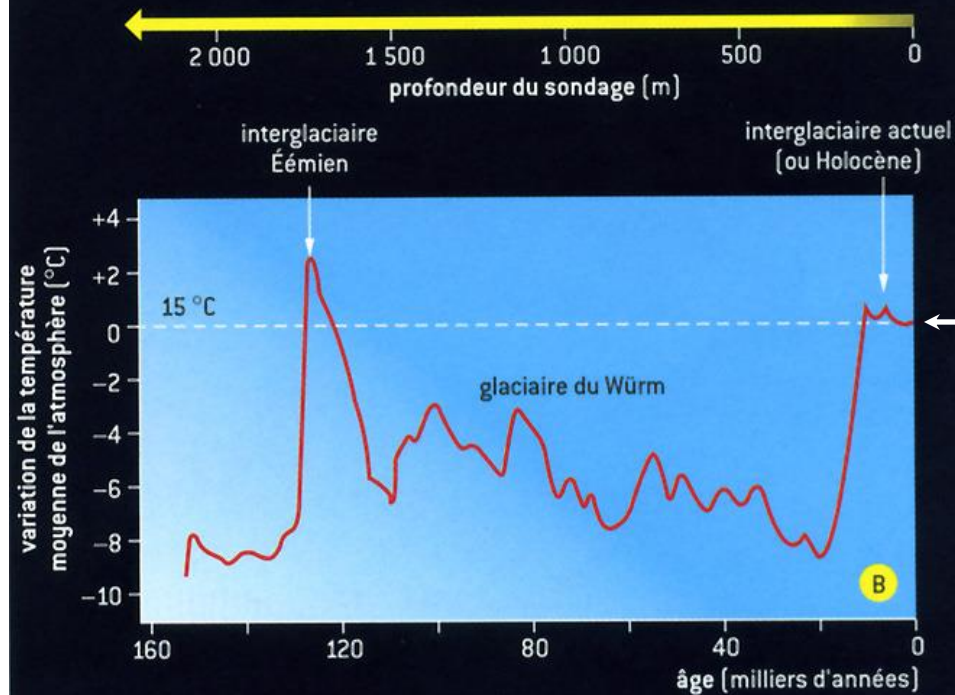
Variation de la température atmosphérique moyenne depuis 150 000 ans



T actuelle



À partir des glaces de l'Antarctique

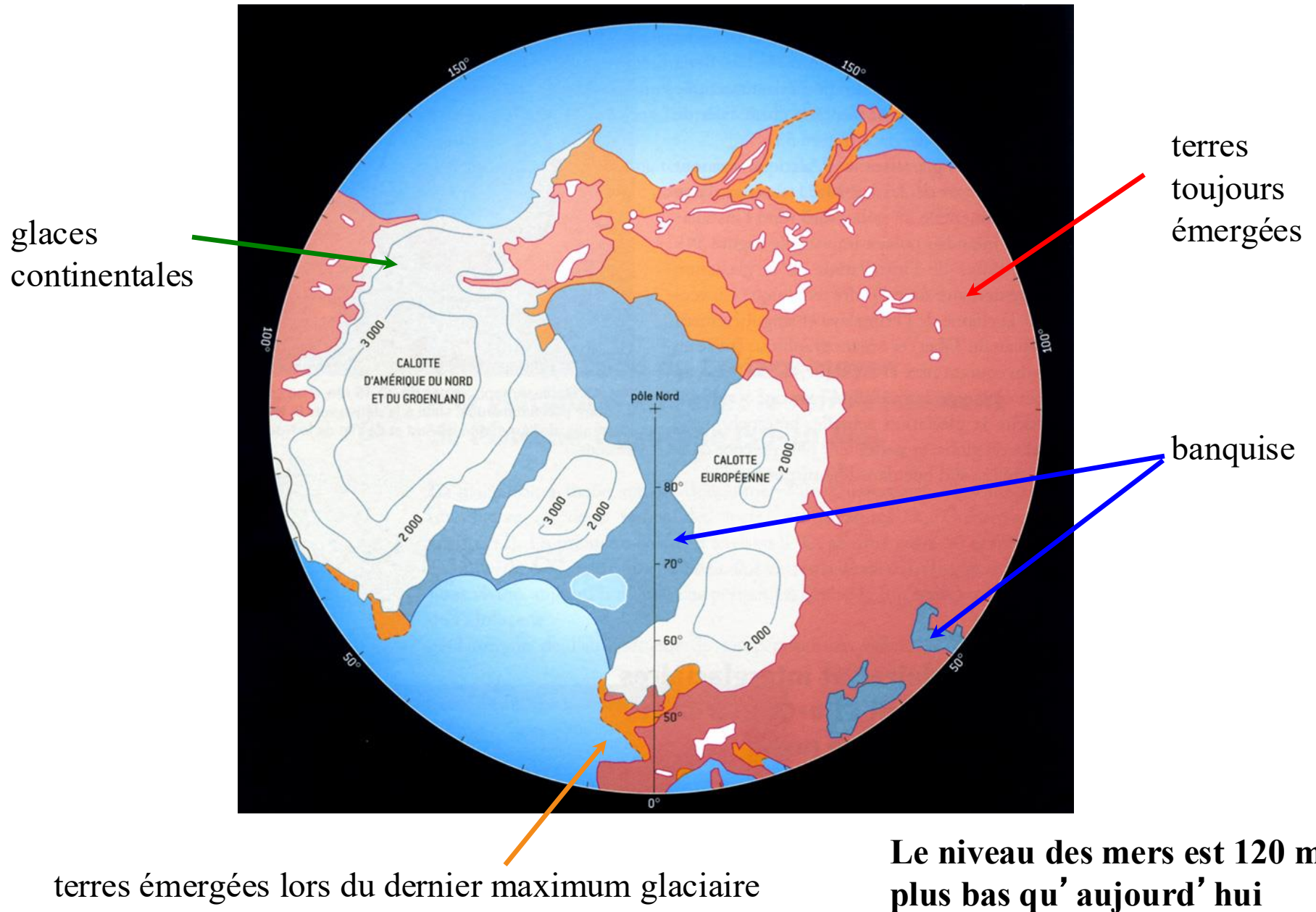


T actuelle

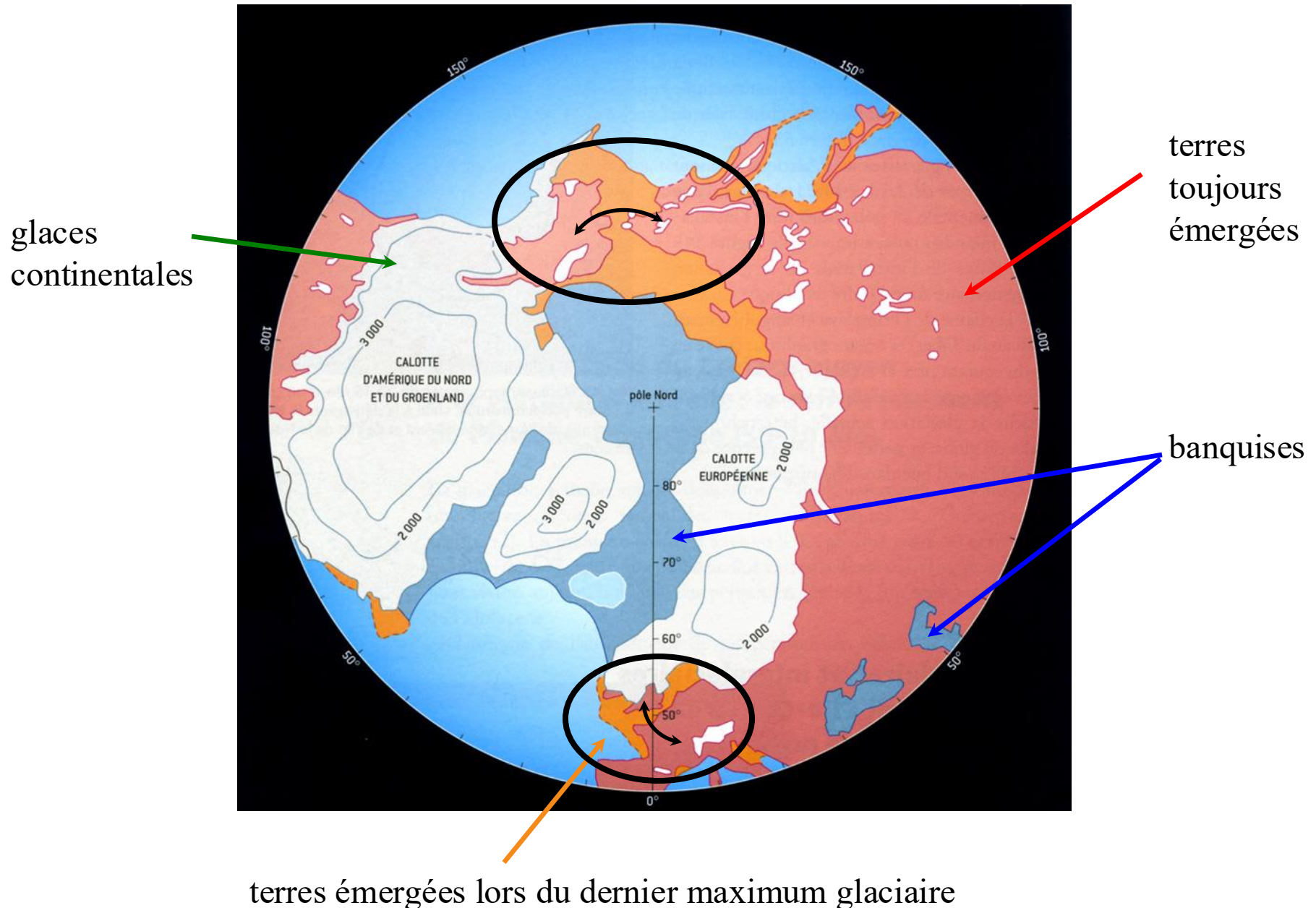


À partir des sédiments océaniques

L'Arctique il y a 20 000 ans (dernier maximum glaciaire)

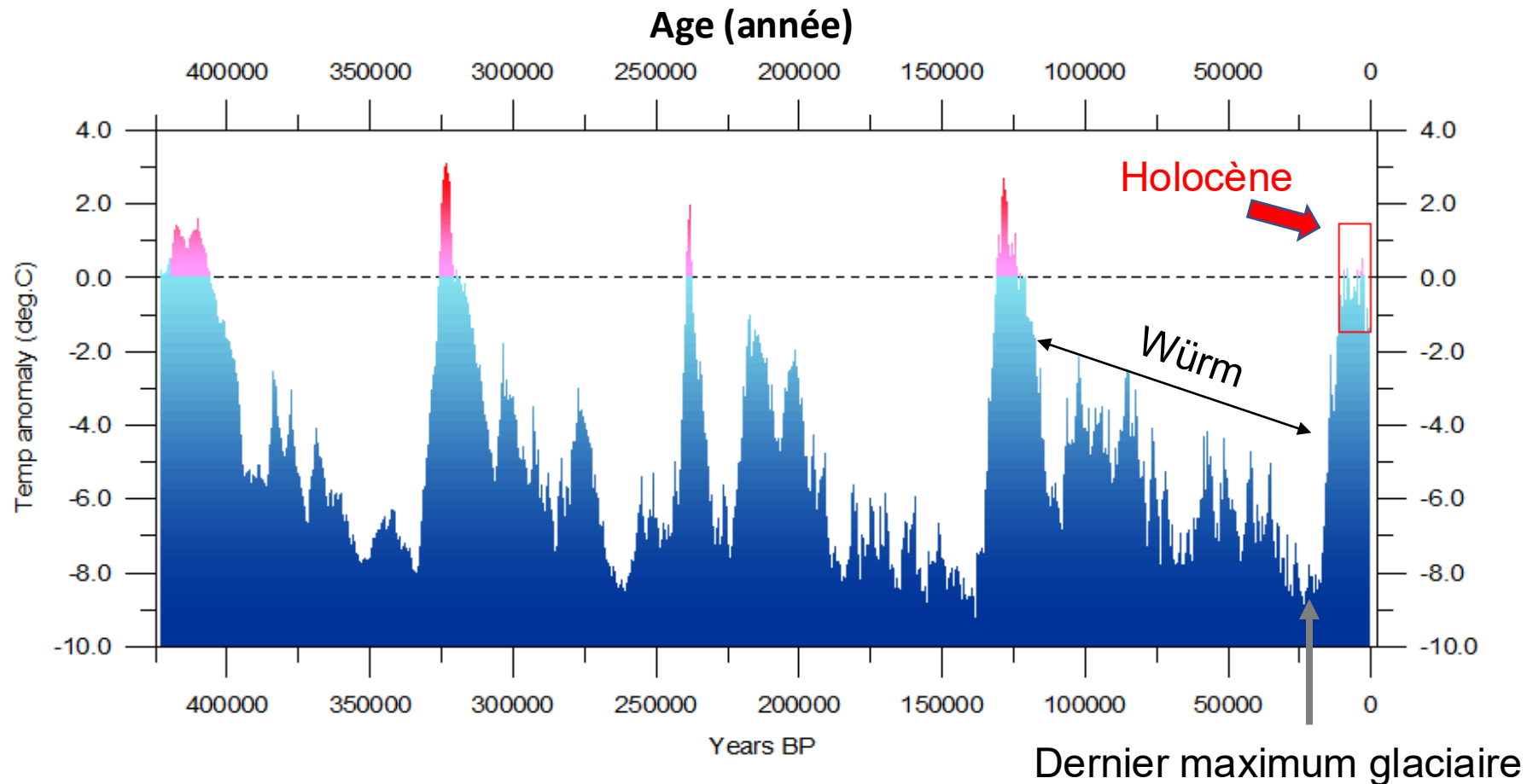


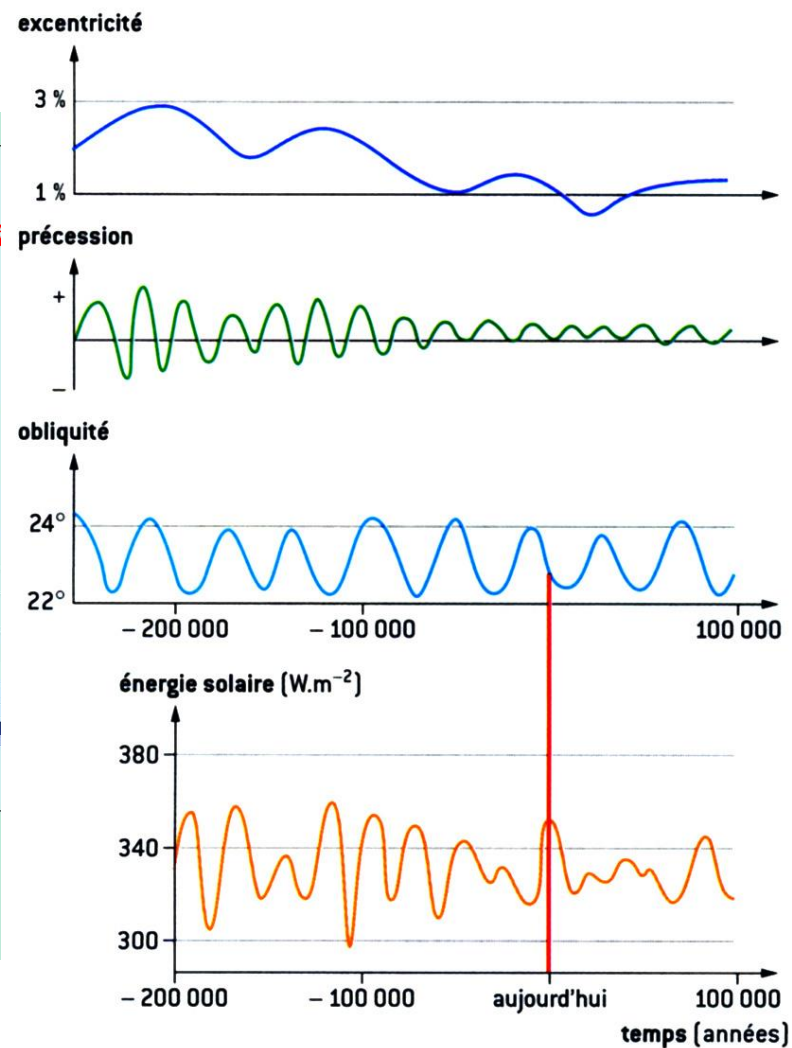
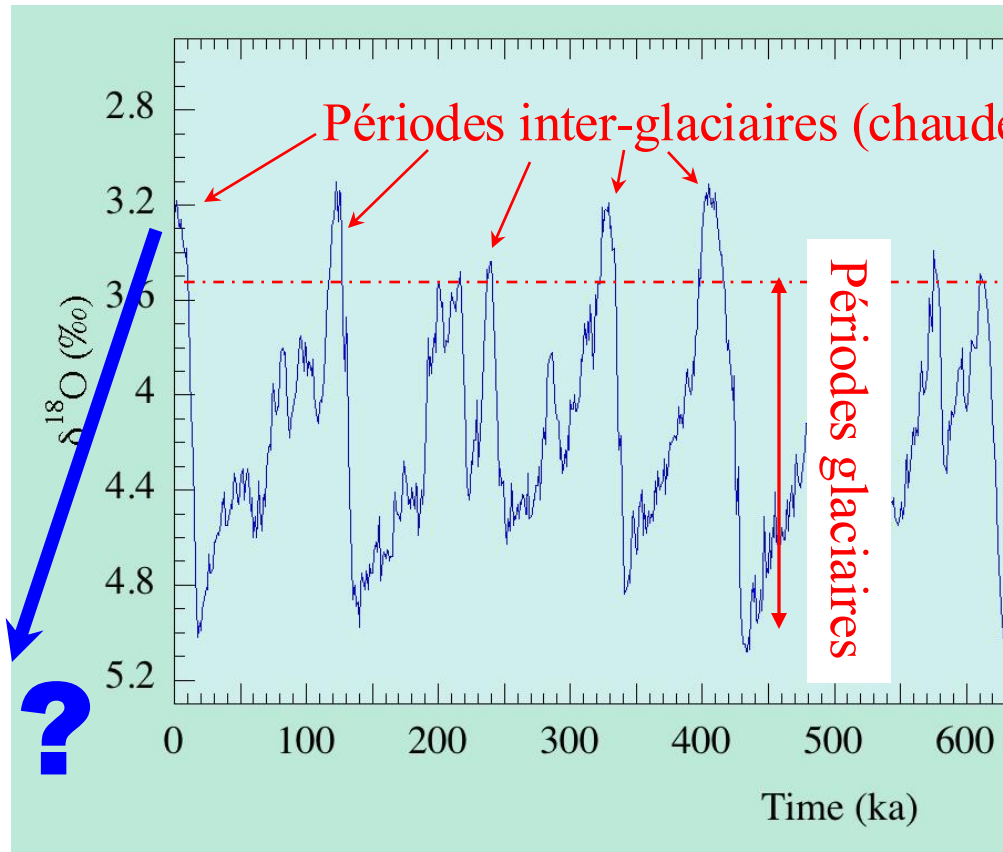
L'Arctique il y a 20 000 ans (dernier maximum glaciaire)



Holocène = 10.000 dernières années: Stade interglaciaire débutant à la fin d'une période froide (Würm) de retrait des grands glaciers.

Nous sommes actuellement dans ce stade interglaciaire (chaud) de l'Holocène.





Les paramètres orbitaux de la Terre (cycles de Milankovitch) nous entraînent vers une glaciation dans quelques milliers d'années....

Y irons nous vraiment?

FIN du Cours Système Terre

Questions:

- Qu'est-ce que la différenciation à l'échelle de la formation de la Terre?
- Quels sont les indices permettant de reconstituer l'histoire de la Terre?
- A quoi est dû la formation des océans?
- Quelles sont les plus anciennes roches terrestres? Où sont-elles localisées de nos jours? Comment expliquer leur composition/nature?
- Est-ce que la tectonique à l'Archéen était similaire à celle actuelle?
- Quand forme-t-on l'essentiel de la croûte continentale et comment/pourquoi?
- Quelle est l'abondance relative des principales roches au cours de l'histoire de la Terre?
- Quelles sont les raisons de l'évolution de la composition de l'atmosphère terrestre et connaître sa composition au cours des temps géologiques?
- Qu'est-ce que le concept du cycle de Wilson et qu'implique-t-il?
- Quelles sont les périodes des crises biologiques majeures dans l'histoire de la Terre et quelles en sont les causes?
- A quoi sont dues les glaciations plio-quaternaires?