

Ecologie Biogéographie

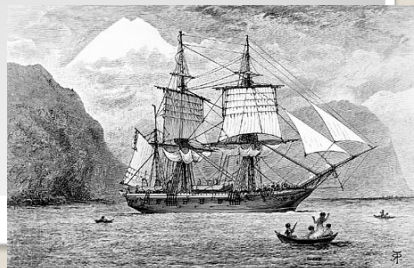
Marc Girondot



1

Les grandes régions biogéographiques




- Au milieu du 19^{ème} siècle, les "voyageurs naturalistes" ont commencé un inventaire suffisamment complet pour que des tendances s'observent sur la répartition des espèces sur la terre.



2

Les grandes régions biogéographiques

- Alexander von Humboldt (1769-1859) et Aimé Jacques Alexandre Goujaud, dit Bonpland (1773-1858)
 - De 1799 à 1804, ils font une expédition en Amérique qui reste exemplaire pour la quantité de données rapportées. Une carte de la végétation est produite prenant en compte l'altitude, le climat et la topographie.

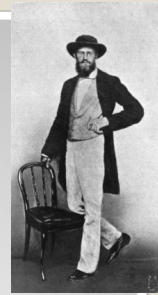
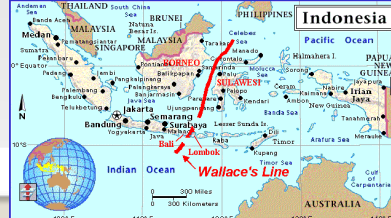




3

Les grandes régions biogéographiques

- Alfred Russel Wallace (1823-1913)
 - Il fit tout d'abord des recherches sur le bassin fluvial de l'Amazone, puis dans l'archipel Malais où il identifia la ligne séparant la faune australienne de celle de l'Asie, qui fut appelée « ligne Wallace » en sa mémoire.



Alfred Russel Wallace. 1860, "On the zoological geography of the Malay Archipelago", Journal of the Proceedings of the Linnean Society : Zoology IV, 172-184.

4

Les grandes régions biogéographiques

- Thomas Henry Huxley (1825-1895)
 - Exclu les Philippines en 1868 de la partie orientale de la ligne de Wallace principalement sur la base de la répartition des Megapodiidae:
 - Huxley, T. H. (1868) On the classification and distribution of the Alectoromorphae et Heteromorphae. Proceedings of the Zoological Society of London, 6, 249-319.






Talégalle de Latham
(*Alectura lathamii*)

5

Les grandes régions biogéographiques



- Charles Robert Darwin (1809-1882)
 - Au cours de son voyage sur le Beagle (1831-36), a l'intuition que les phénomènes de colonisation expliquent la répartition des espèces.

6

Les grandes régions biogéographiques

- Augustin Pyrame de Candolle (1778-1841)
- Alphonse Pyrame de Candolle (1806-1893)
 - 20 régions botaniques en fonction de l'endémisme des végétaux.
 - Ludwig Diels (1874-1945) réduit ces 20 régions en 6 grandes régions florales en 1908 en prenant en compte aussi l'écologie.

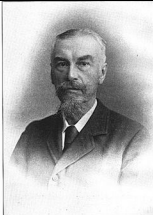



7

Les régions biogéographiques

- Philip Lutley Sclater (1829-1913)
 - Séparation du monde en 6 régions zoologiques.

Sclater, P. S. 1858. On the General Geographical Distribution of the Members of the Class Aves.. Proc. Linn. Soc. London, Zool. 2: 130-45.



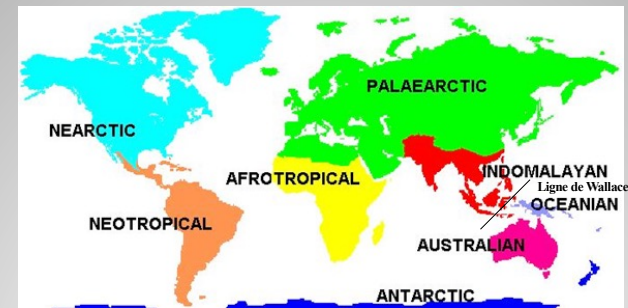
CREATIO NEOGENEA Sive Orbis nov.	ORBIS TERRARUM	CREATIO PALAEOGENEA Sive Orbis antiq.
12,000,000 square miles, } 3,000 species, } = 4,000	45,000,000 square miles, } 7,500 species, } = 6,000	33,000,000 square miles, } 4,500 species, } = 7,300
V. Regio Neartica Sive Boreali-Americana. 6,500,000 square miles, 660 species. = 5,000	VI. Regio Neotropica Sive Meridionali-Americana. 5,500,000 square miles, 2,250 species. = 2,100	I. Regio Palaearctica Sive Palaecogena Borealis. 14,000,000 square miles, 650 species. = 21,000
	II. Regio Aethiopia Sive Palaetropica Aequiptica. 12,000,000 square miles, 1,250 species. = 9,500	III. Regio Indica Sive Palaetropica Media. 4,000,000 square miles, 1,500 species. = 2,600
		IV. Regio Australisina Sive Palaetropica Eoa. 3,000,000 square miles, 1,000 species. = 3,000
		Regio I. 620 species.
		.. II. 1,200 ..
		.. III. 1,760 ..
		.. IV. 1,650 ..
		.. V. 578 ..
		.. VI. 2,350 ..
		Total 7,500 ..

8

Que sont les régions biogéographiques ?

- C'est un canevas obtenu sur la base de distributions d'espèces ou de groupes d'espèces communes sur de très grandes aires géographiques.

9



Les régions biogéographiques terrestres

10

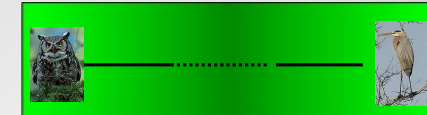
- La première hypothèse formulée fut celle de spéciation par dispersion à partir d'un centre d'origine.
- Ainsi, les frontières entre zones biogéographiques correspondraient à la présence de barrières pratiquement infranchissables.
- Après un franchissement, très improbable, il se produit une radiation de spéciation dans la nouvelle aire colonisée.



D'où proviennent ces régions ?

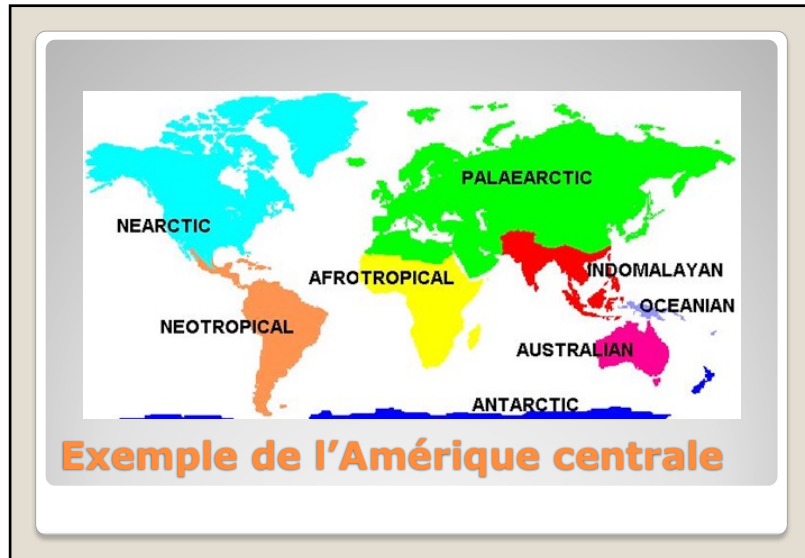
11

- La première hypothèse formulée fut celle de spéciation par dispersion à partir d'un centre d'origine.
- Ainsi, les frontières entre zones biogéographiques correspondraient à la présence de barrières pratiquement infranchissables.
- Après un franchissement, très improbable, il se produit une radiation de spéciation dans la nouvelle aire colonisée.

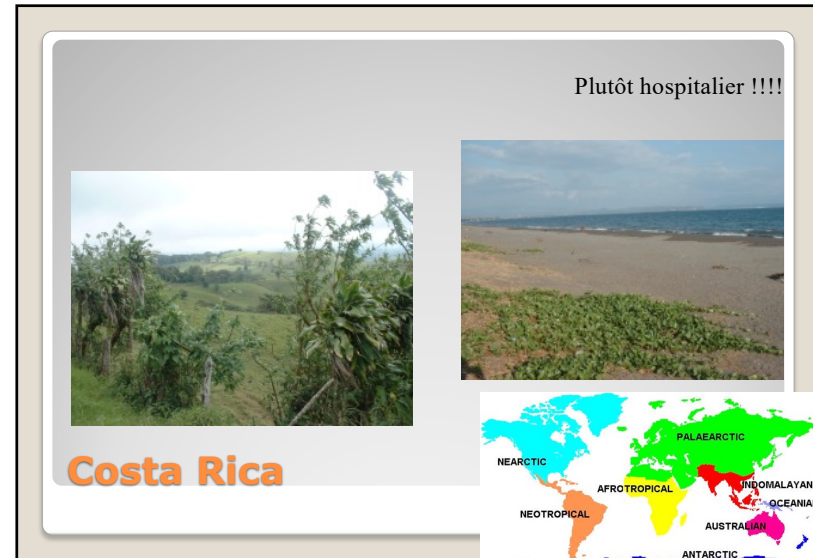


D'où proviennent ces régions ?

12



13



14

- Théorie proposée en 1915 par l'allemand Alfred Wegener qui était météorologue et non géologue dans une version révisée de son livre de 1912 « Die Entstehung der Kontinente und Ozeane ».
- Le livre sera publié en anglais en 1924 « *The Origin of Continents and Oceans* ».

**Autre solution:
Dérive des continents**

1880-1930

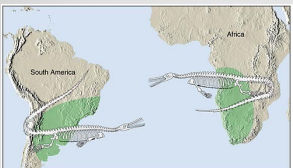
15

- Dépôt de roches à forte concentration métallique

Les données utilisées par Wegener

16

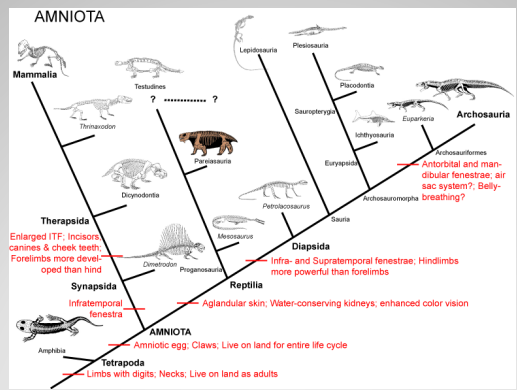
- Distribution des fossiles de mésozaures à la fin du carbonifère et au permien.



Eon	Era	Period	Epoch	m.y.
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene	1.5
			Pleistocene	
		Neogene	Pliocene	23
			Miocene	
			Oligocene	
	Paleogene	Eocene	65	
		Paleocene		
	Mesozoic	Mesozoic	Cretaceous	250
			Jurassic	
			Triassic	
Permian				
Carboniferous				
Paleozoic	Paleozoic	Pennsylvanian	540	
		Mississippian		
		Devonian		
		Silurian		
		Ordovician		
Precambrian	Precambrian	Cambrian	3800	
		Proterozoic		
		Hadean		

Les données utilisées par Wegener

17



AMNIOTA

- Mammalia**: Enlarged ITF, Incisors, canines & cheek teeth, Forelimbs more developed than hind
- Therapsida**: Enlarged ITF, Incisors, canines & cheek teeth, Forelimbs more developed than hind
- Synapsida**: Infratemporal fenestra
- Reptilia**: Aglandular skin, Water-conserving kidneys, enhanced color vision
- Diapsida**: Infra- and Supratemporal fenestrae, Hindlimbs more powerful than forelimbs
- Archosauria**: Antorbital and mandibular fenestrae, air sac system?, Belly-breathing?
- AMNIOTA**: Amniotic egg, Claws, Live on land for entire life cycle
- Tetrapoda**: Limbs with digits, Necks, Live on land as adults

Qui sont les mésozaures ?

18

- Certes, l'animal, avec ses doigts palmés et sa longue queue aplatie, vit dans un milieu marin (ses ancêtres étaient terrestres). Mais ces caractéristiques ne sont pas suffisantes pour lui permettre de traverser l'océan Atlantique. Dans le cas contraire, on le retrouverait ailleurs qu'au Brésil et en Afrique australe.



Les mésozaures

19

- La dérive des continents a été très combattue à tel point que Wegener lui-même finit par l'abandonner.
- Cette théorie finira quand même par être validée lorsque la tectonique des plaques sera comprise.

Dérive des continents et tectonique des plaques

20

- L'ensemble des terres émergées est regroupé sous la forme d'un seul continent: la Pangée.
- Vers 230-160 millions d'années, celle-ci se brise en 2 morceaux, la Laurasia au Nord et le Gondwana au Sud.
 - **Laurasia:** Amérique du Nord, Eurasie
 - **Gondwana:** Afrique, Amérique du Sud, Inde, Australie, Antarctique
- Ces deux masses se déplacent dans la panthalassémie (océan).

La Pangée



21

- Le Gondwana va à son tour se disloquer en 5 fragments:
 - Amérique du Sud, Afrique, Inde, Antarctique, Australie
- Et la Laurasia en 2 fragments
 - Amérique du Nord,
 - Eurasie


Devenir du Gondwana et de la Laurasia



22

- L'Amérique du Sud et celle du Nord rentrent en collision et l'Amérique centrale se forme à partir de 30 millions d'années et continue de se former !
- L'Océan Atlantique se sépare alors du Pacifique en plusieurs étapes.

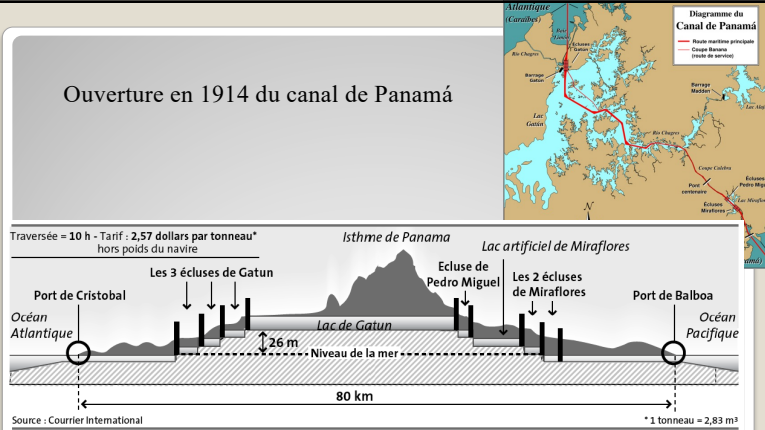
Suite de l'histoire



Volcan Arénal
Costa Rica
février 2004

23

Ouverture en 1914 du canal de Panamá



Traversée = 10 h - Tarif : 2,57 dollars par tonneau* hors poids du navire

Réouverture de la liaison récente

* 1 tonneau = 2,83 m³

24

La Compagnie Universelle du canal maritime de Suez de Ferdinand de Lesseps construit le canal entre 1859 et 1869 sans avoir besoin d'écluses.

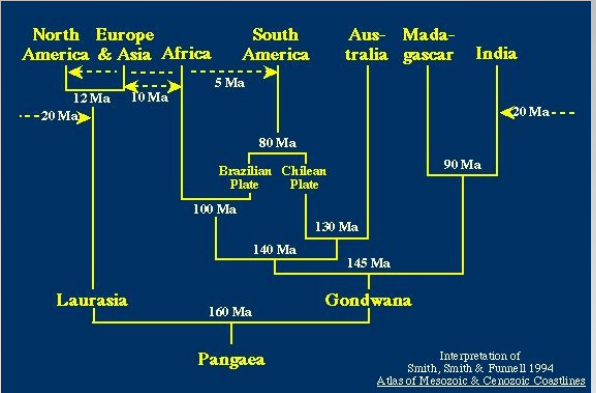
250 immigrants lessepsiens ont été dénombrés en Méditerranée




Le sigan margerite, poisson herbivore
Siganus stellatus

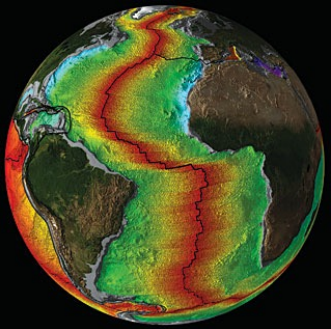
Comparaison avec le canal de Suez

25



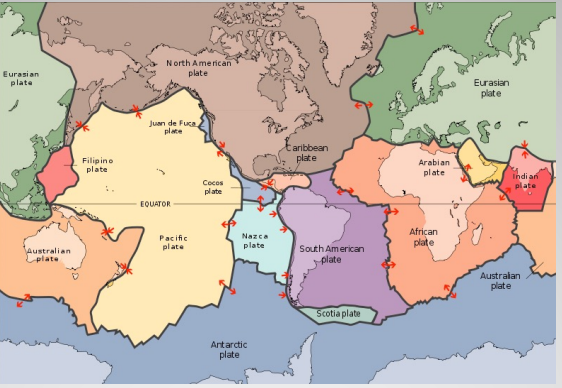
Synthèse

26



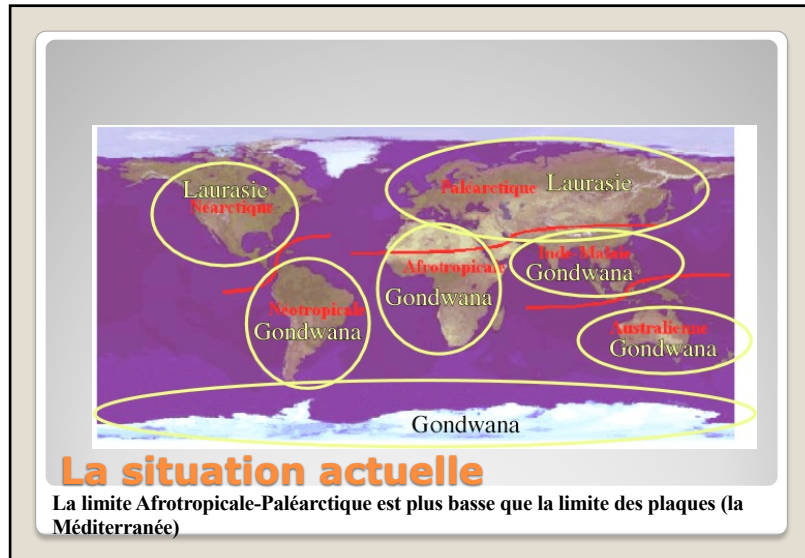
Structure des plaques tectoniques

27

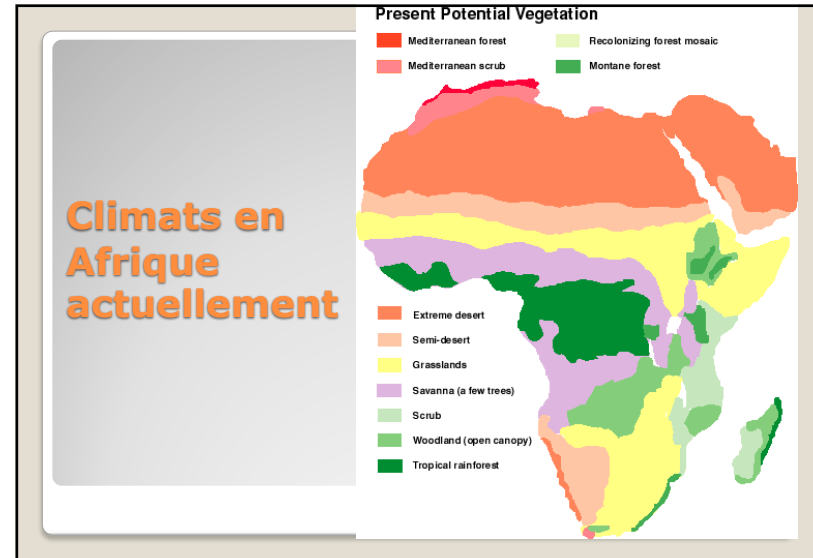


Structure des plaques tectoniques

28



29



30



31



32

- Les précipitations ont fortement diminué il y a entre 5 800 et 4 800 ans dans la région du Cameroun et dans le centre du Sahel-Sahara.
- Les sources d'humidité pour le Sahel et le Sahara sont, d'une part, l'océan Atlantique et, d'autre part, la mousson venant d'Afrique centrale qui sont modulés par deux courants atmosphériques, le jet d'est tropical (TEJ) et le jet d'est africain (AEJ).
 - Le premier évolue à haute altitude et près de l'équateur tandis que le second se situe à plus basse altitude mais plus au nord. Si le TEJ ralentit, les conditions sont plus arides et, inversement, un AEJ plus fort provoque des conditions sèches.
- Les températures estivales dans la région s'étendant du Groenland à la mer de Norvège auraient baissé il y a entre 6 000 et 5 000 ans.
- Les anomalies de température se manifestent alors jusqu'au nord de l'Afrique, ce qui a pour conséquence de ralentir le TEJ, réduisant les précipitations. Par ailleurs, la baisse des températures au sol dans le Sahara bloque aussi la remontée vers le nord de la mousson, conduisant à une baisse des précipitations dans le Sahel.

La fin du Sahara vert

Collins, J.A.; Prange, M.; Caley, T.; Gimeno, L.; Beckmann, B.; Mulitza, S.; Skonieczny, C.; Roche, D.; Schefuss, E. Rapid termination of the African Humid Period triggered by northern high-latitude cooling. *Nature Communications* 2017, 8, 1372, doi:10.1038/s41467-017-01454-y.

33

Exemple de faunes associées

Subclass Archosauria
Order Crocodylia
Suborder Eusuchia

34

- L'absence de crocodiliens actuellement en antarctique s'explique aisément en raison du climat (voir plus loin dans le cours). Il est par ailleurs très difficile d'y trouver des fossiles en raison de l'épaisseur de glace qui recouvre une grande partie du continent.
- L'absence en Eurasie est récente puisque des fossiles de crocodiliens sont connus en France.

Conclusion

La description d'un crocodilien en Normandie par Georges Cuvier (1769-1832) a joué un rôle important dans la compréhension de l'extinction des espèces.

35

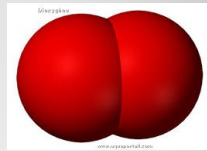
L'absence en Eurasie

- L'Eurasie a subi durant le quaternaire une série de modifications climatiques qui ont profondément modifié la structure de la faune et de la flore.

Time (Millions of Years)	Cold	Warm	Dry	Wet
Quaternary	Highly variable with 'G' (Glacial)	Highly variable	Highly variable	Highly variable
1.6				
Pliocene				
Miocene				
Oligocene				
Eocene				
66.4				
Paleocene				
Cretaceous				
Jurassic				
Triassic				
245				
Permian				
Carboniferous				
Devonian				
Silurian				
Ordovician				
Cambrian				

36

- L'oxygène est le troisième élément présent dans l'atmosphère après l'hydrogène et l'hélium:
 - 86 % de la masse des océans, sous la forme d'eau ;
 - 46,4 % de la masse de l'écorce terrestre ;
 - 21 % du volume total de l'atmosphère.



Connaître la température passée

37

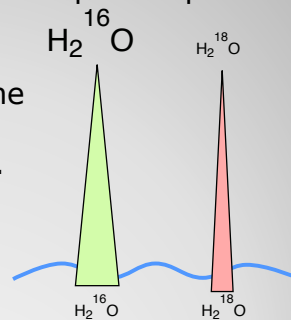
• L'oxygène

Isotopes les plus stables					
Iso	AN	Période	MD	Ed	PD
				MeV	
^{14}O	{syn.}	1,17677 min	$\beta+$	1,72	^{14}N
^{15}O	{syn.}	2,0357 min	$\beta+$	1,72	^{15}N
^{16}O	99,762 %	stable avec 8 neutrons			
^{17}O	0,038 %	stable avec 9 neutrons			
^{18}O	0,2 %	stable avec 10 neutrons			
^{19}O	{syn.}	26,91 s	$\beta-$	4,821	^{19}F
^{20}O	{syn.}	13,51 s	$\beta-$	3,814	^{20}F

Connaître la température passée

38

- L'énergie nécessaire pour vaporiser H_2^{16}O est plus faible que celle nécessaire pour vaporiser H_2^{18}O .
- Donc l'eau présente dans l'atmosphère sera plus riche en ^{16}O que celle de l'eau restant sous forme liquide.

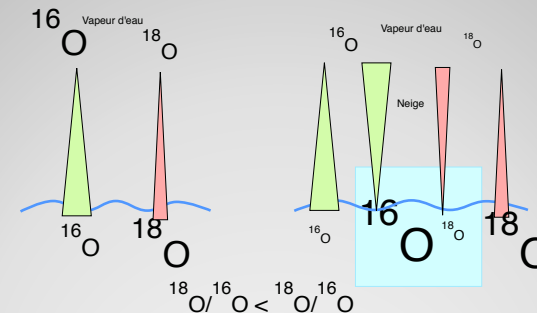


Différence entre H_2^{16}O et H_2^{18}O

39

Période chaude


Période froide



Contenu isotopique de l'eau

40

$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3$



Où est présent l'oxygène ?

41

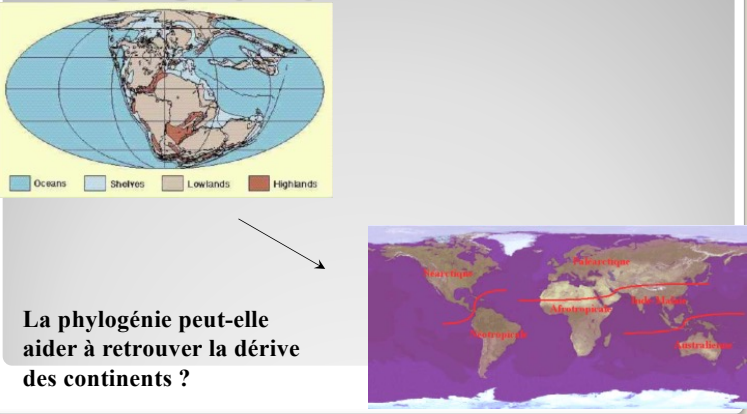
- Des tentatives pour découper secondairement ces régions ont été faites, mais la généralité de ces sous-régions est souvent restreinte à un groupe d'organisme.

Découpages successifs



42

Retour aux régions biogéographiques



La phylogénie peut-elle aider à retrouver la dérive des continents ?

43

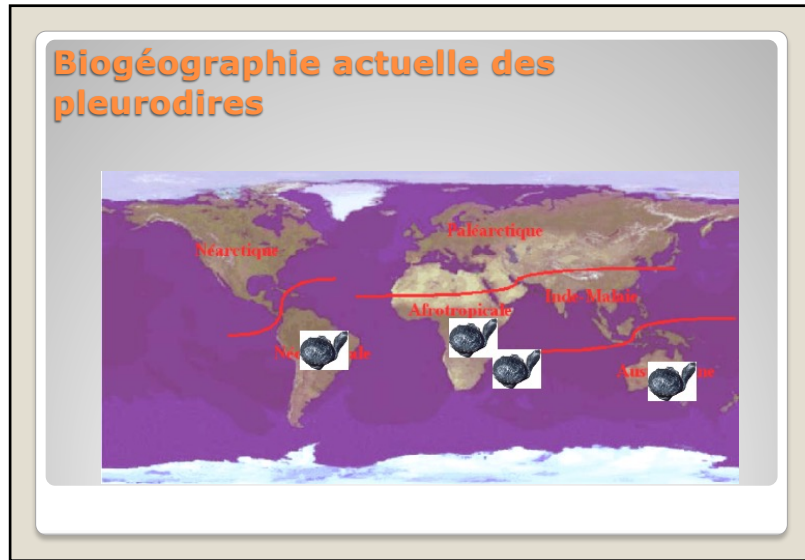
- Il y a 313 espèces de tortues décrites séparées en deux grands groupes

Les pleurodires Les cryptodires

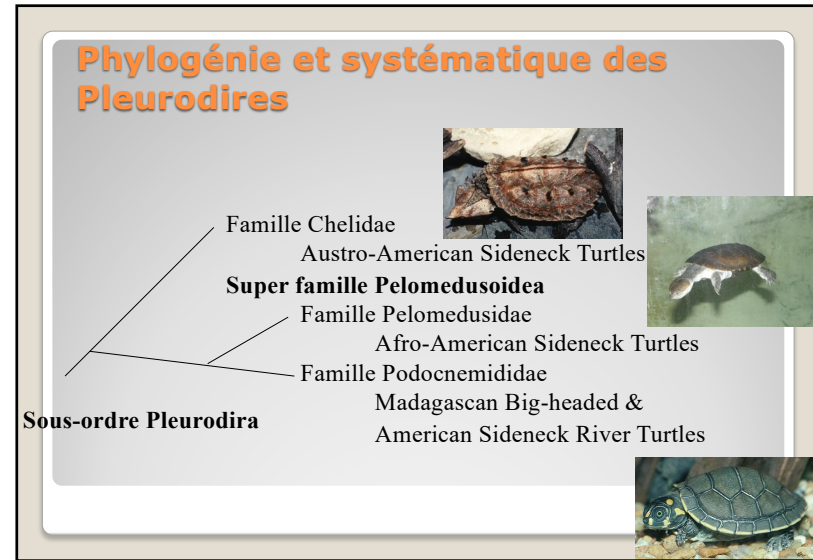


Exemple des chéloniens...

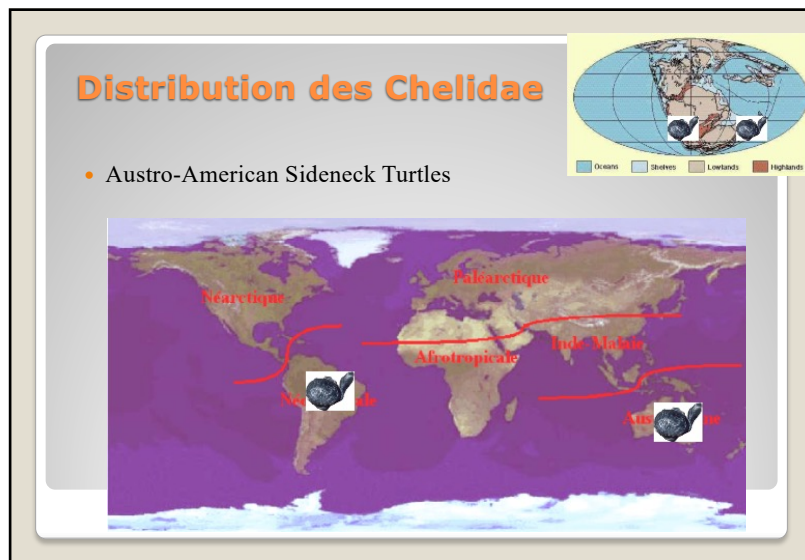
44



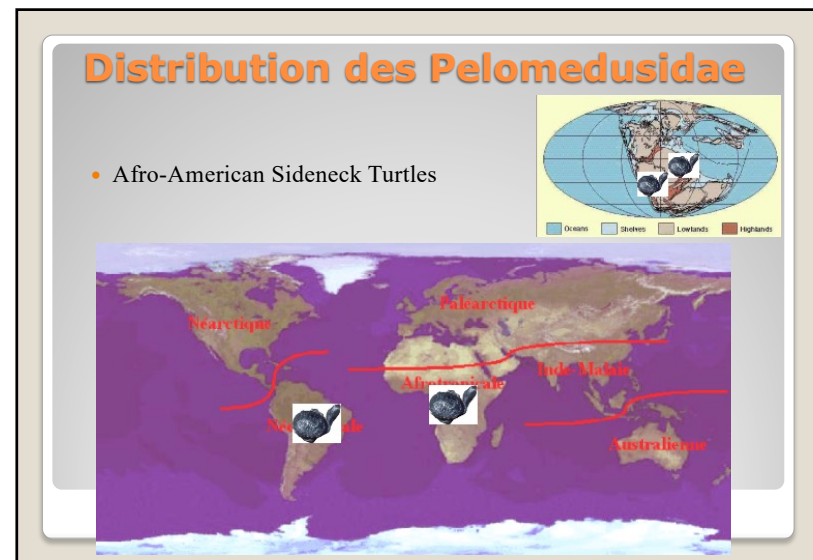
45



46



47



48

Distribution des Podocnemididae

Madagascan Big-headed & American Sideneck River Turtles

49

- Les faunes actuelles peuvent ne représenter qu'une partie de l'histoire car il est possible que des formes aient existé ailleurs mais aient disparu.

Apport des fossiles

50

Hamadachelys escuilliei

Crétacé - Secondaire
65 millions d'années

Chelonia - Pleurodira - Podocnemididae

Madagascan Big-headed & American Sideneck River Turtles

- Tong, H. et Buffetaut, E. 1996. A new genus and species of pleurodiran turtle from the Cretaceous of southern Morocco. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 199, 1, 133-150

51

Papoulemys laurenti

Eocène - Tertiaire
37 à 49 millions d'années

Chelonia - Pleurodira - Podocnemididae

- Tong, H. 1998. Pleurodiran turtles from the Eocene of Saint-Papoul (Aude, southern France). Oryctos, 1, 45-53.

Crâne, vue dorsale (a) ventrale (b) latérale gauche (c)
Skull, dorsal view (a) ventral view left lateral view (c)

52

- En réalité, les pleurodires étaient présents sur toute la Pangée mais ont été exclues de la Laurasia par un nouveau groupe de tortues apparu en Chine et qui s'est dispersé dans toute la Laurasia: les Emydidae, dont fait partie la Cistude d'Europe présente en France.

Conclusion



53

- La température, au même type que l'hygrométrie, explique une grande proportion de la répartition actuelle des espèces.

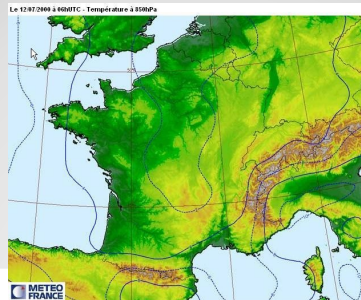
*Candolle, Alphonse Pyrame, de.
1855. Géographie botanique
raisonnée. Masson, Paris, France.*



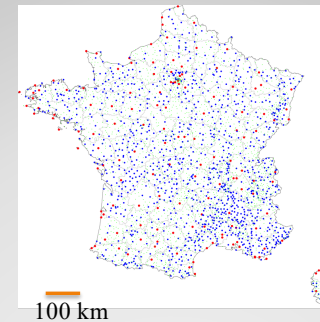
L'effet de la température sur la répartition des espèces

54

Les isothermes Lignes fictives au niveau de la surface de même température

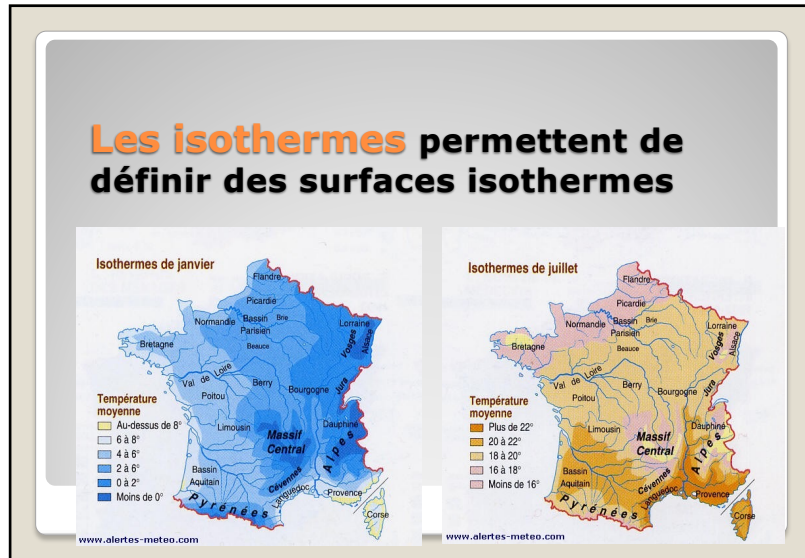


55



Distribution des stations météorologiques en France

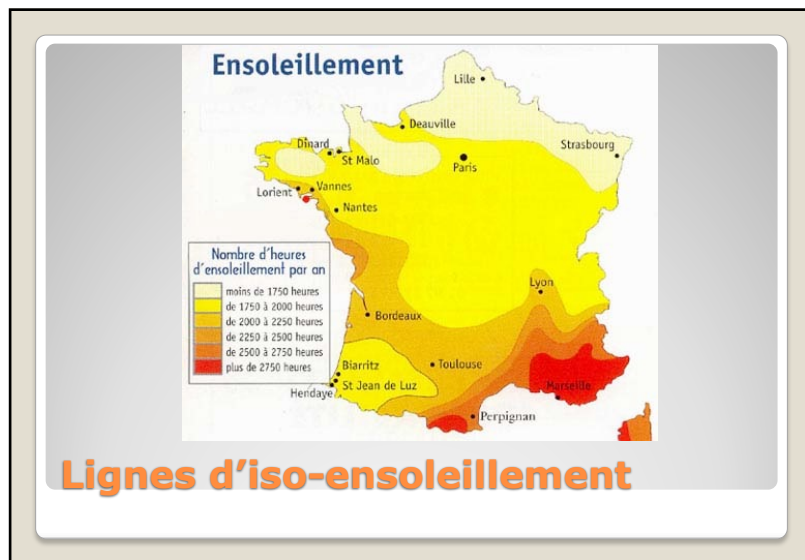
56



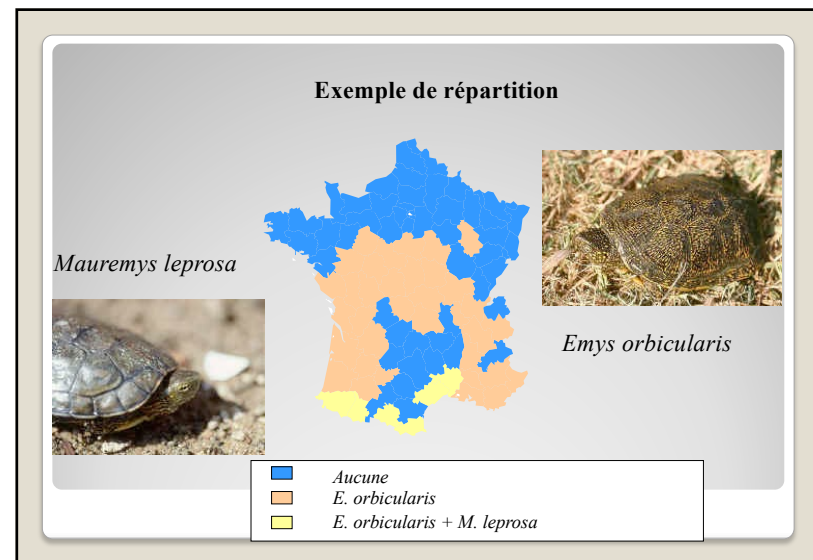
57



58



59



60



L'héliothermisme chez les chéloniens

61

- Thermoconforme = La température du corps est identique à celle du milieu
- Thermorégulateur = L'animal régule sa température corporelle
 - **Thermorégulateur métabolique** = Le métabolisme est utilisé pour réguler la température corporelle
 - **Thermorégulateur comportemental** = Le comportement est utilisé pour réguler la température corporelle

Régulation de la température

62

- Poïkilotherme = Température corporelle variable



- Homéotherme = Température corporelle constante



Régulation de la température

63