

Les variations climatiques anciennes

Les différents marqueurs géochimiques montrent qu'au cours de son histoire, la planète a subi des changements variations importantes des températures sur des périodes plus ou moins longues. On cherche à reconstruire ces variations et les mécanismes à l'origine des changements climatiques.

Pour la période donnée, utiliser les différentes ressources afin de reconstituer le climat de l'époque. Puis proposer et tester une hypothèse sur l'origine de la variation climatiques constatée.

Ressources pour chaque atelier :

- Ressources documentaires et fossiles / roches associées (*Les documents de chaque atelier sont sur le Netboard*)
- Calcul de l'indice stomatique
- Logiciel de simulation SimClimat pour tester vos hypothèses

Production attendue pour chaque binôme :

- Présenter l'exploitation de l'ensemble des ressources pour reconstituer le climat de l'époque étudiée
- Présenter votre hypothèse et les résultats de votre simulation avec Simclimat

Mise en commun des ateliers :

- Compléter le tableau de synthèse

Compétences travaillée/évaluée		
Pratiquer des démarches scientifiques	Formuler une hypothèse, en déduire ses conséquences testables ou vérifiables Concevoir une stratégie de résolution Interpréter des résultats et en tirer des conclusions	<i>Evaluation sur la ressource Calcul de l'indice stomatique</i>
Concevoir, créer, réaliser	Mettre en œuvre un protocole	
Communiquer et utiliser le numérique	Communiquer ses démarches et résultats de façon appropriée Utiliser des logiciels de traitements, d'acquisition, de simulation...	

Le climat au Cénozoïque (Période dans l'encadré vert)

Eonothème	Era	Système	Série	Etage	Gradstein & Ogg, 2004	
Cénozoïque	Quaternaire	q	Holocène	q4	0.0118	
			Pléistocène	Supérieur	q3	0.126
				Moyen	q2	0.781
				Inférieur	q1	1.806
	Néogène	p	Pliocène	Plaisancien	p2	2.586
			Zancléen	p1	3.600	
		m	Miocène	Messinien	m6	5.332
				Tortonien	m5	7.246
				Serravallien	m4	11.608
				Langhien	m3	13.65
				Burdigalien	m2	15.97
				Aquitaniens	m1	20.43
		g	Oligocène	Chattien	g2	23.03
Rupélien				g1	28.4 ± 0.1	
Eocène				Priabonien	e7	33.9 ± 0.1
				Bartonien	e6	37.2 ± 0.1
	Lutétien			e5	40.4 ± 0.2	
e-g	Paléocène	Yprésien	e4	48.6 ± 0.2		
		Thanétien	e3	55.8 ± 0.2		
		Sélandien	e2	58.7 ± 0.2		
		Danien	e1	61.7 ± 0.2		

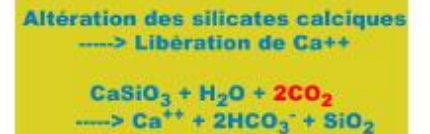
Phase de compression des Alpes (mise en place de la chaîne)

L'indice stomatique :

L'indice stomatique mesuré sur des fossiles de feuilles de chêne (*Quercus Patraea*) datées de 7Ma est de 16%

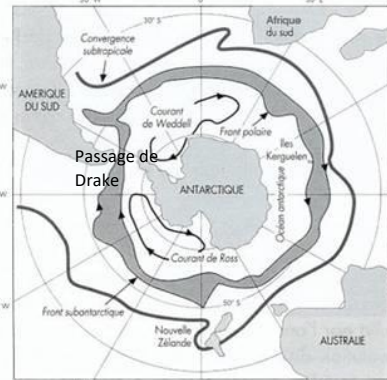
Les roches magmatiques et métamorphiques constituant les orogènes sont de nature silicatée, c'est-à-dire constituées de silicates. Ces derniers sont soumis à l'érosion dès leur mise en place. Leur érosion est mécanique (action de l'eau, de la glace...) mais aussi chimique.

Par exemple :



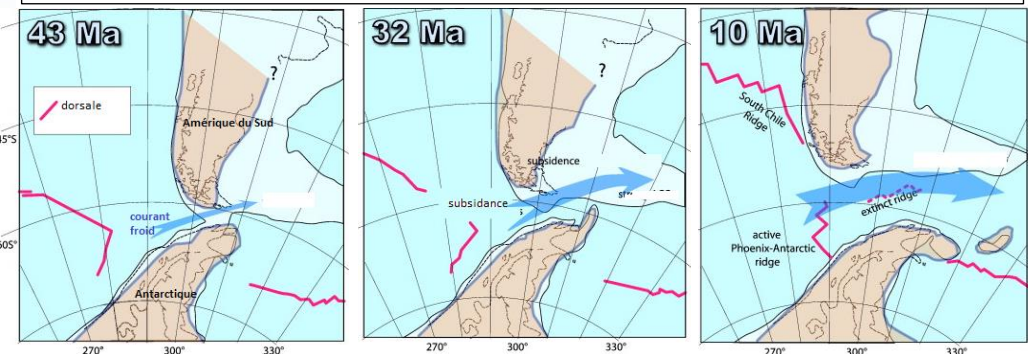
Le courant Circum-polaire

Le **courant antarctique circumpolaire** (aussi nommé Grande dérive d'Ouest) est le courant marin de l'océan Austral qui coule d'ouest en est autour de l'Antarctique. Il est issu de l'ouverture du passage de Drake il y a environ 33 millions d'années, consacrant la séparation définitive de l'Antarctique de l'Amérique du Sud. Cette ouverture a eu des implications majeures, induisant un refroidissement global du climat, ainsi que la formation d'une calotte polaire pérenne sur l'Antarctique.



Courant Circum polaire actuel

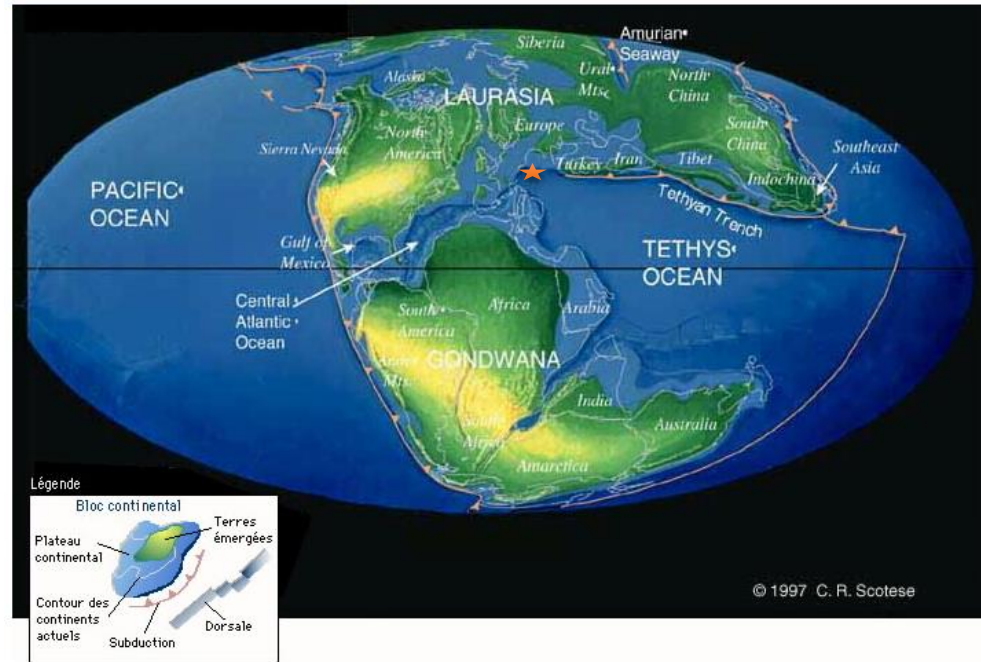
Histoire de l'ouverture du passage de Drake et formation du courant circum polaire



Crétacé	Supérieur c	Maastrichtien c6	65.5 ± 0.3
		Campanien c5	70.6 ± 0.6
		Santonien c4	83.5 ± 0.7
		Coniacien c3	85.8 ± 0.7
		Turonien c2	89.3 ± 1.0
		Cénomarien c1	93.5 ± 0.8
	Inférieur n	Albien n6	99.6 ± 0.9
		Aptien n5	112.0 ± 1.0
		Barrémien n4	125.0 ± 1.0
		Hauterivien n3	130.0 ± 1.5
		Valanginien n2	136.4 ± 2.0
		Berriasien n1	140.2 ± 3.0
Jurassique	Supérieur j5-7	Tithonien j7	145.5 ± 4.0
		Kimméridgien j6	150.8 ± 4.0
		Oxfordien j5	155.0 ± 4.0
		Callovien j4	161.2 ± 4.0
	Moyen j1-4	Bathonien j3	164.7 ± 4.0
		Bajocien j2	167.7 ± 3.5
		Aalénien j1	171.6 ± 3.0
	Inférieur i	Toarcién i4	175.6 ± 2.0
		Pliensbachien i3	183.0 ± 1.5
		Sinemurien i2	189.6 ± 1.5
Hettangien i1		196.5 ± 1.0	
			199.6 ± 0.6

Le climat au Crétacé (Période dans l'encadré rouge)

Fin du Jurassique (152 Ma)



Paléogéographie au Jurassique supérieur.

★ France

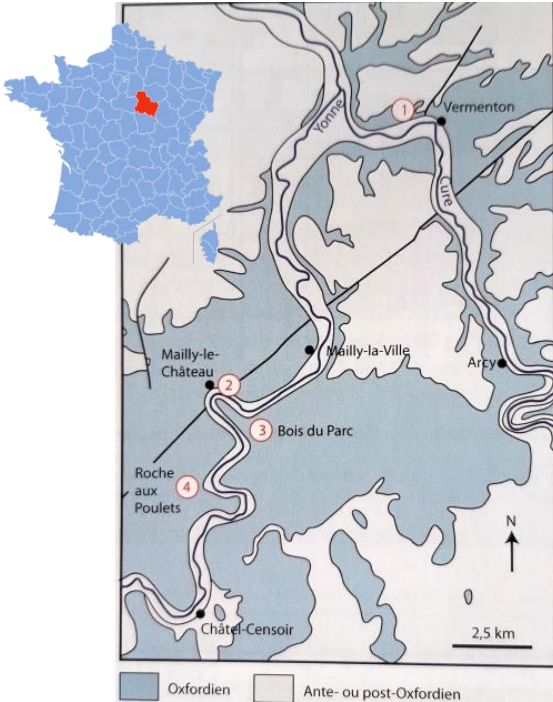
A cette époque la Pangée (continent unique) est en train de se fracturer : de nombreuses dorsales océaniques se forment et fragmentent les blocs continentaux. Leur activité volcanique est très importante, entraînant l'ouverture des océans et séparant les blocs continentaux

L'indice stomatique :

L'indice stomatique mesuré sur des fossiles de feuilles de Ginko (Ginko adiantoïde) datées du Crétacé supérieur est de 7,5%

Indices pour reconstituer le paysage au Jurassique supérieur en France. On parle de paléoenvironnement.

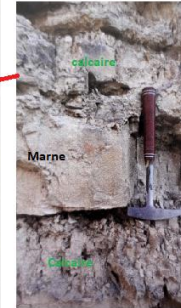
Les numéros correspondent aux différents lieux d'étude



Carte géologique simplifiée de la région étudiée

(1) Vermenton

Roches et fossiles trouvés



On observe une alternance de marnes et de calcaires très fins. Ces roches se forment dans des milieux aquatiques calme, d'environ 100m de profondeur.



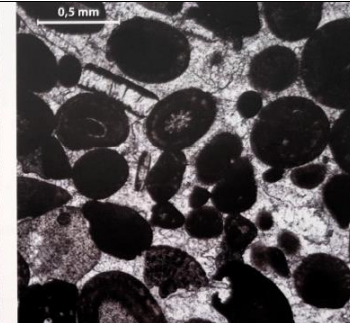
Ammonite



Trigonia

(bivalve)

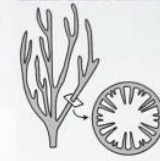
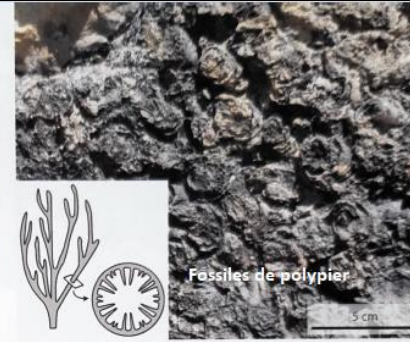
(2) Mailly-le-château



Calcaire à Oolithes – les oolithes sont des petites billes calcaires (observées au microscope image de gauche). Les oolithes se forment dans des milieux aquatiques agités peu profonds.

Nombreux fossiles de coraux cassés, de débris de coquille de bivalves, d'échinodermes (oursins)

(3) Bois du parc



Associés à ces calcaires riches en fossiles de coraux (polypiers) on trouve de nombreux fossiles de bivalves, d'oursins...

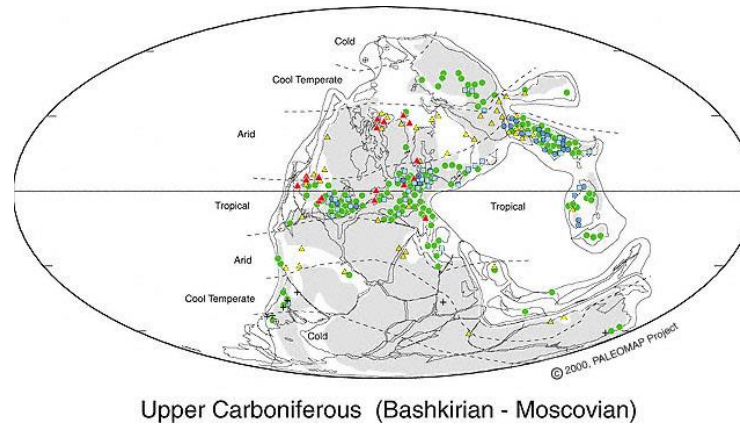
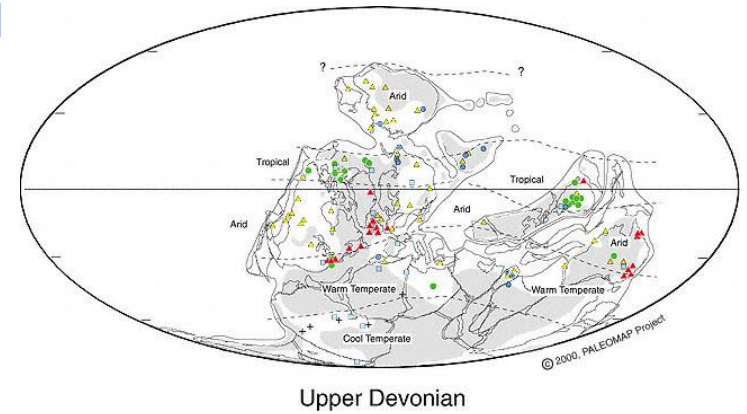
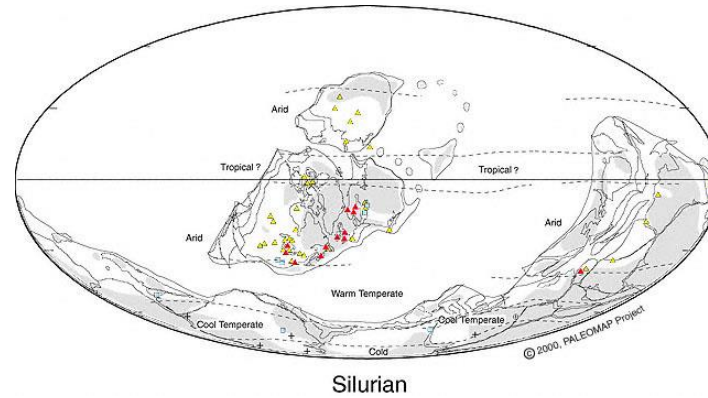
Rappels : Les coraux actuels se développent dans une eaux claires, chaude et peu profonde.

Le climat au Paléozoïque

(Période dans l'encadré bleu)

Paléozoïque	Permien	Changhsingien	253.8 ± 0.7	
		Lopingien	260.4 ± 0.7	
		Wuchiapingien	265.8 ± 0.7	
		Capitanien	268.0 ± 0.7	
		Wordien	270.6 ± 0.7	
		Roadien	275.6 ± 0.7	
		Kungurien	275.6 ± 0.7	
		Artinskien	284.4 ± 0.7	
		Sakmarien	294.6 ± 0.8	
		Assélien	299.0 ± 0.8	
	Carbonifère	Pennsylvanien	Gzhélien	303.9 ± 0.9
			Kasimovien	306.5 ± 1.0
			Moscovien	311.7 ± 1.1
		Mississippien	Bashkirien	318.1 ± 1.3
			Serpukhovien	326.4 ± 1.6
			Viséen	345.3 ± 2.1
			Tournaisien	359.2 ± 2.5
			Faménoien	374.5 ± 2.6
	Dévonien	Frasnien	385.3 ± 2.6	
		Givetien	391.8 ± 2.7	
Eifelien		397.5 ± 2.7		
Emsien		407.0 ± 2.8		
Pragien		411.2 ± 2.8		
Lochkovien		416.0 ± 2.8		
Silurien	Pridoli	418.7 ± 2.7		
	Sheinwoodien	426.2 ± 2.4		
	Télychien	428.2 ± 2.3		
	Aéronien	436.0 ± 1.9		
	Rhuddanien	439.0 ± 1.8		
		443.7 ± 1.5		

Orogenèse Hercynienne



LEGEND

		WARM	COOL
WET	Tropical	● Coal ● Bauxite ● Laterite	● Coal & Tillites
	Warm Temperate	■ Kaolinite (& coal & evaporite) 🌴 Crocodiles 🌴 Palms & Mangroves	
	Arid	▲ Evaporite ▲ Calcrete	⊕ Tillite ⊕ Dropstone ● Glendonite
DRY			

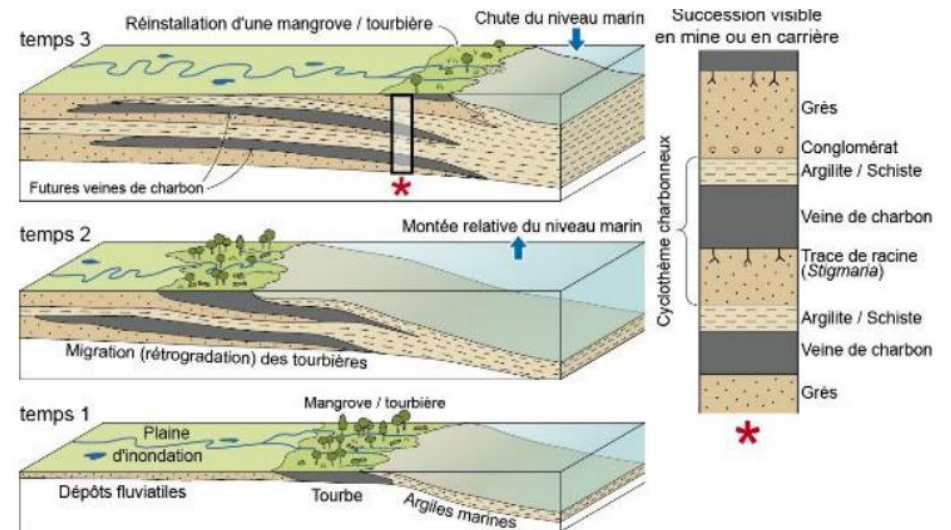
L'indice stomatique :

L'indice stomatique mesuré sur des fossiles de feuilles de *Métasequoia* datées de fin carbonifère est de 9,5%

Reconstitution du paysage au Silurien / Dévonien et au carbonifère (d'après les fossiles trouvés dans les schistes)



Entre 420 et 300 Ma environ se met en place l'orogène Hercynienne (chaîne de montagne importante résultant de la collision des blocs continentaux et de la formation de la Pangée = continent unique). Dès sa mise en place, la chaîne subit de l'érosion, les sédiments issus de ce mécanisme recouvrent et enfouissent rapidement les nombreux végétaux produits du Silurien au Carbonifères. La matière organique ainsi enfouie rapidement d'une part, et recouverte par la montée des eaux d'autre part, n'est plus en contact du dioxygène (milieu anoxique) et ne se décompose pas, elle est transformée en charbon. Ce phénomène se répétant plusieurs fois, il se forme des couches de charbon.



L'indice stomatique, un indice pour reconstituer le taux de CO₂ atmosphérique

Les feuilles des plantes vasculaires montrent une corrélation inverse entre le nombre de leurs stomates et la quantité de CO₂ atmosphérique. On utilise pour quantifier les différences un indice, **l'indice stomatique** (c'est le rapport entre le nombre de stomates et le nombre de cellules épidermiques).

Utiliser l'indice stomatique afin de déterminer les conditions climatiques de l'époque étudiée.

Matériel / ressources

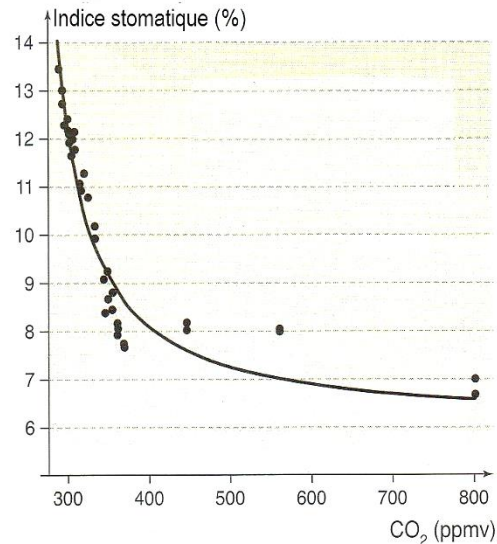
L'indice stomatique est le pourcentage de stomates dénombrés sur la face inférieure d'une feuille par rapport au nombre total de cellules épidermiques. Les études expérimentales, sur des végétaux actuels cultivés sous atmosphère de CO₂ dont la concentration est contrôlée, montrent qu'il existe une relation entre l'indice stomatique et le taux de CO₂ atmosphérique (graphe ci-contre).

On dispose de l'indice stomatique de feuilles fossiles :

- Feuilles de chêne (*Quercus Patraea*) datées de 7Ma est de 16%
- Feuilles de Ginko (*Ginko adiantoide*) datées du Crétacé supérieur est de 7,5%
- Feuilles de Métaséquoïa datées de fin carbonifère est de 9,5%

Matériel :

- Feuille de plante vasculaire actuelle



⇒ Proposer une stratégie de résolution

Matériel :

- Feuille
- Vernis
- Pince fine
- Lame / lamelle
- Microscope
- Caméra

- Logiciel Mesurim2

Protocole :

- Réaliser l'empreinte foliaire de la face inférieure de la feuille
- Calculer l'indice stomatique (en %)
- Présenter et exploiter vos résultats pour montrer comment l'indice stomatique calculé sur cette feuille donne un indice sur les conditions climatiques de la période étudiée.