

LE CLIMAT AU MÉSOZOÏQUE

Partie 1 : Les indices de variations du climat pour le mésozoïque (en particulier au Crétacé)

1. Les stomates, outils pour reconstituer la teneur en CO₂ de l'atmosphère.

Les variations climatiques de la planète sont associées à des modifications de la composition de son atmosphère en gaz à effet de serre.

La conservation des bulles d'air dans les glaces permet des mesures directes de la teneur en CO₂ de l'atmosphère sur les 800 000 dernières années (passé récent), ce qui permet d'envisager les variations climatiques du passé récent.

Pour des temps géologiques plus anciens (supérieur à 800 000 ans), nous n'avons pas à disposition des carottes de glace. On utilise donc des méthodes indirectes. L'une de ces méthodes utilisables repose sur des indices paléontologiques : l'observation de feuilles fossiles. On a montré expérimentalement que les feuilles possèdent un indice stomatique (= nombre de stomates par unité de surface), qui varie avec la concentration atmosphérique de CO₂.

Ressources	
-L'indice stomatique (IS) correspond au nombre de stomates (S) dénombré sur la face inférieure des feuilles par rapport au nombre total de cellules de cet épiderme, c'est-à-dire la somme des cellules non chlorophylliennes (CNC) et des stomates (S). Il est exprimé en %. $IS \text{ (en \%)} = \frac{S \times 100}{(CNC + S)}$ - Des études en laboratoire sous atmosphère contrôlée en CO₂ ont permis de déterminer l'indice stomatique de feuilles pour différentes concentrations de CO₂ : il est inversement proportionnel à la concentration atmosphérique en CO₂ - L'indice stomatique des feuilles fossiles datant du Crétacé est de 8 % et celui d'une feuille actuelle est de 2,34 %.	Matériel : -Fichier de données expérimentales donnant l'indice stomatique en fonction de la concentration de CO₂ atmosphérique

Protocole

- **Télécharger** sur l'ENT le fichier de données expérimentales et **construire** un graphique (courbe de tendance) représentant l'indice stomatique (%) en fonction de la concentration de CO₂ atmosphérique (ppmv = parties par million en volume). **Afficher** l'équation de la droite et le coefficient de détermination R².
- **Déterminer** la concentration de CO₂ atmosphérique du carbonifère et de l'actuel.

2. Les roches sédimentaires, des témoins du climat passé de la Terre

Les roches sédimentaires enregistrent les conditions du milieu de leur dépôt. L'étude de leurs conditions de formation actuelle permet de reconstituer les **paléoenvironnements*** et l'étude de leur répartition géographique permet de **reconstituer la paléogéographie*** et donc le **climat à l'échelle de la planète** (ou climat global) aux grandes échelles de temps.

L'analyse de la nature des roches sédimentaires accumulées sur des périodes de plusieurs dizaines de millions d'années et de leur contenu en fossiles montre des variations du climat à de plus grandes échelles de temps que le quaternaire.

* *paléo* = ancien, donc paléo-environnement = "ancien environnement" = environnement du passé, et paléogéographie = ancienne répartition géographique des continents.

Aides :

En usant du principe d'actualisme (document 1) et à partir des documents à disposition :

-**identifier** les roches principales rencontrées datées du Crétacé, et **dire** quelles informations elles apportent sur les climats du Crétacé.

-à partir du document 2 et du document 4, **positionner** sur la carte du document 3, les limites latitudinales des aires climatiques régnant au crétacé et nommer ces aires.

-comparer la répartition des aires climatiques au Crétacé et celle de la période actuelle (document 4)

Document 1 :

Pour la reconstitution des climats, on utilise souvent **le principe d'actualisme***.

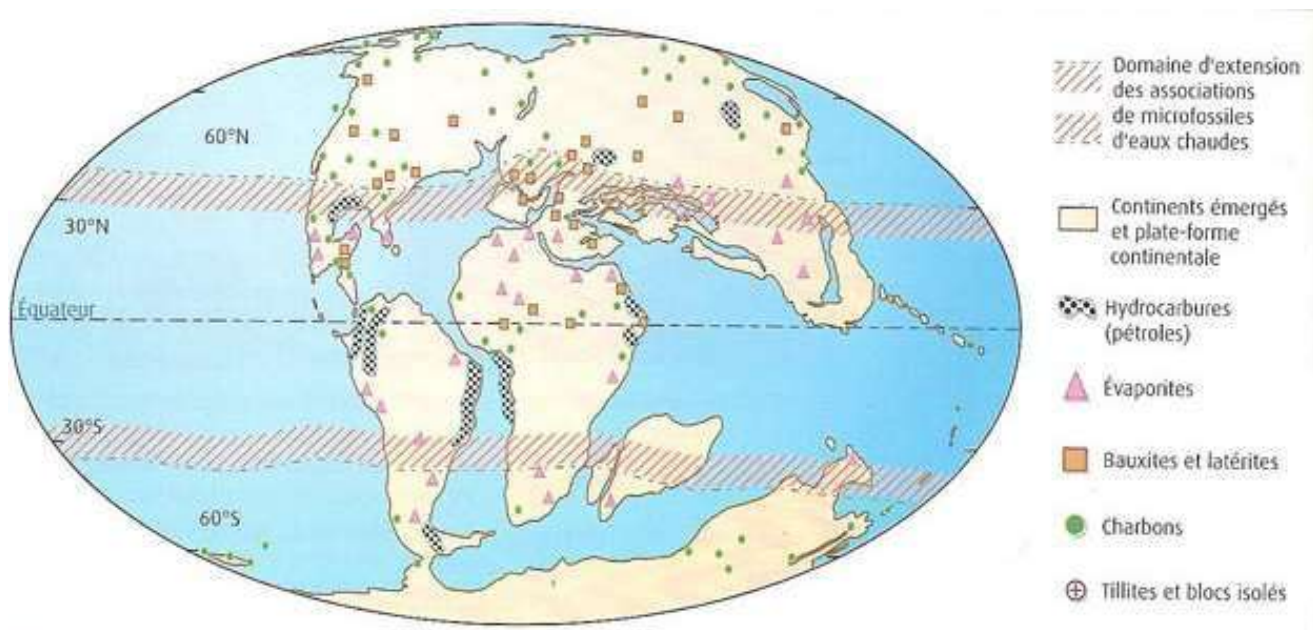
* **Actualisme** : théorie postulant que les lois régissant les phénomènes géologiques actuels étaient également valables dans le passé

Document 2 : Des clefs pour interpréter la répartition des marqueurs climatiques

	Bauxite et latérite	Évaporite	Pétrole	Charbon	Tillite et blocs isolés
Roches sédimentaires					
Processus de formation	Altération continentale par hydrolyse des roches siliceuses	Précipitation des ions d'une solution salée sursaturée	Accumulation puis transformation du phytoplancton	Accumulation puis transformation des végétaux continentaux ou littoraux	Accumulation et compaction de produits de l'érosion glaciaire des continents
Contexte favorable	Climat chaud et humide	Évaporation intense d'un bassin salé	Marge continentale anoxique à forte productivité primaire	Bassin continental subsident à forte productivité primaire	Présence d'une calotte glaciaire ou d'un glacier
Aires climatiques					
polaire			X		X
tempéré froid				X	
tempéré			X	X	
aride		X	X		
tropical	X		X	X	

Document 3 : La répartition des marqueurs climatiques datés du Crétacé à la surface de la planète et l'emplacement des continents.

L'emplacement des continents a une influence importante sur la température du globe car il modifie la circulation océanique et atmosphérique qui, à son tour, peut favoriser un réchauffement ou un refroidissement du climat.



Document 4 : La répartition des zones climatiques actuelles.

À partir des températures annuelles, on peut distinguer 3 grands types de zones climatiques : une zone chaude, 2 zones tempérées et 2 zones froides.



Partie 2 : L'origine des variations du climat aux grandes échelles

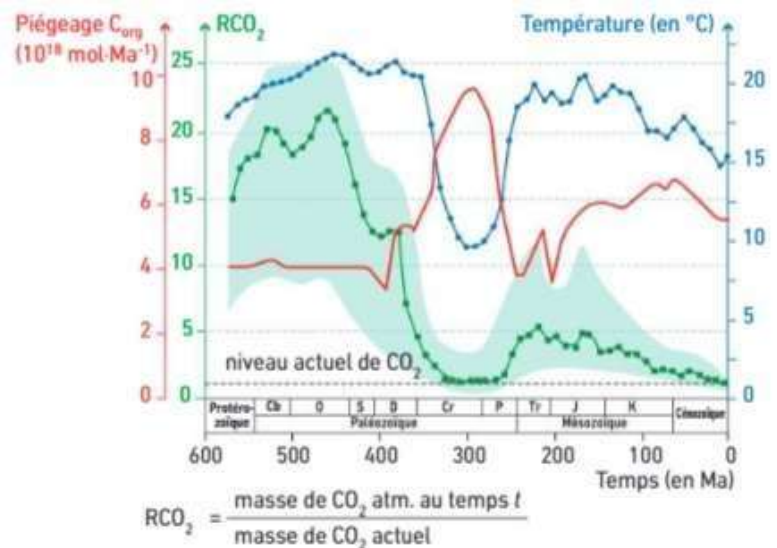
Document 1 : Piégeage du carbone organique, CO₂ et température mondiale depuis 600 Ma

Le graphique ci-contre présente les résultats de plusieurs modèles construits par les paléoclimatologues.

En **bleu** : modèle de température basé sur l'étude des isotopes de l'oxygène des sédiments océaniques.

En **vert** : modèle de l'évolution de la teneur atmosphérique en CO₂, prenant en compte plusieurs données (fossiles, indices stomatiques*, roches sédimentaires...). La plage vert clair correspond à la zone d'incertitude.

En **rouge** : modèle du piégeage du carbone issu de la matière organique dans les roches sédimentaires (charbon, pétrole, gaz naturel).

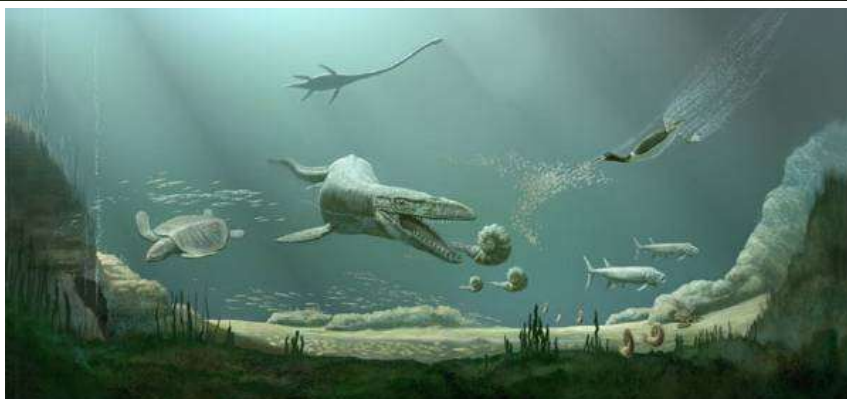


Document 2 : LE MONDE AU CRÉTACÉ : (-144 Ma à -66 Ma)

Doc a : L'océan Atlantique est en pleine expansion au Crétacé, l'activité des dorsales est à son paroxysme.

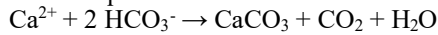
Sur les continents, le monde appartient aux reptiles et notamment aux dinosaures. Dans les mers, les formes planctoniques (coccolithophoridés et foraminifères) pullulent, elles sont à l'origine de dépôt considérables de craie.

De plus, il n'y a aucune orogénèse durant cette période. Le niveau des océans est élevé et de grandes surfaces continentales sont immergées.



Doc b : La précipitation du carbonate de calcium effectuée par des microorganismes marins.

La craie est une roche sédimentaire formée de l'accumulation de squelettes carbonatés (CaCO_3) de microorganismes marins. La présence de ces microorganismes planctoniques renseigne sur leurs exigences écologiques : mer chaude, peu profonde, luminosité importante, forte quantité de nutriments. Ces microorganismes fabriquent leur squelette en faisant précipiter du carbonate de calcium selon l'équation suivante :



Certaines périodes géologiques ont été propices à l'accumulation de craie, comme au Crétacé supérieur (-100 Ma à -65 Ma)

Les falaises d'Étretat sont constituées de **craie**.

Pour information :

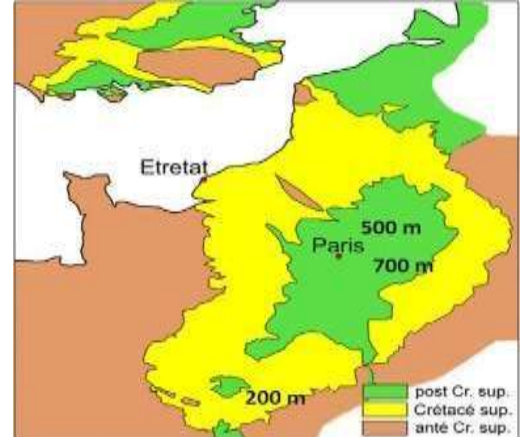
Au cours du Crétacé, la région d'Étretat se situe à environ 30° de latitude nord. Elle est aujourd'hui à la latitude de $49,7^\circ$.

Les valeurs indiquent l'épaisseur des dépôts de craie (en jaune) dans le Bassin parisien.

Les falaises calcaires d'Étretat



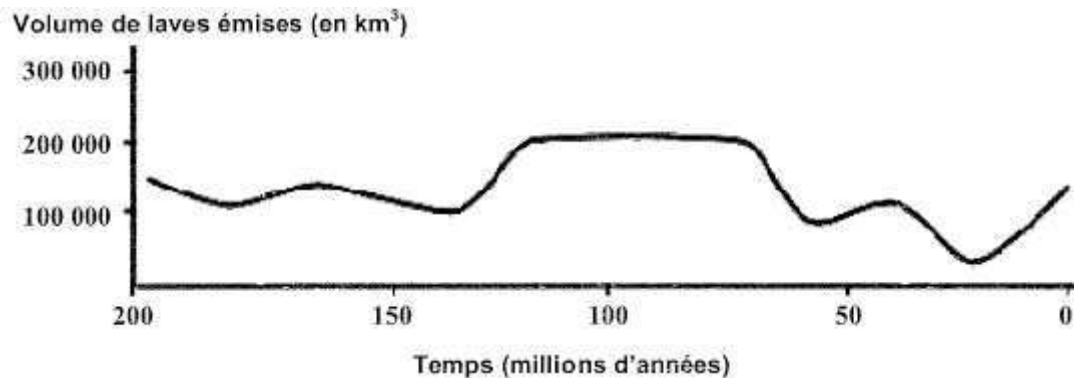
L'étendue de la « mer de la craie »



Doc c : L'activité des dorsales océaniques et le volcanisme de points chauds.

Lors du fonctionnement des dorsales océaniques ou des volcans de points chauds, la production magmatique est énorme. En conséquence, d'immenses quantités de CO_2 vont se dégager du magma se retrouvant à la surface terrestre, puis diffuser de l'eau des océans vers l'atmosphère.

L'activité des dorsales océaniques ou de certains points chauds a été très importante à certaines périodes de l'histoire de notre planète. Au Crétacé, l'ouverture de l'océan Atlantique amorcée dans sa partie nord au Jurassique se poursuit et s'étend au sud. Le Crétacé est donc une période de très forte activité des dorsales océaniques. La production de magma est énorme.



Document 3 : valeur de l'albédo pour différents types de surfaces

L'albédo moyen actuel est de 0,3.

Nature de la surface	Albédo
Neige	> 0,9
Glaces de mer	0,6 à 0,85
Végétation	0,1 à 0,25
Sols nus ou roches	0,1 à 0,2
Mer calme	0,05 à 0,1

Document 4 : Tectonique des plaques et paléogéographie de la Terre au cours des temps géologiques :

<https://youtu.be/bzvOMee9D1o>