

TP5 - Des indices pour reconstituer les paléoclimats

Pb : Comment peut-on reconstituer le climat sur des périodes très anciennes ?

Activité 1 - Des indices paléontologiques : Retrouver le taux de CO₂ à partir de feuilles fossiles grâce à l'utilisation de l'indice stomatique (Bordas p 141)

Question - On cherche à savoir s'il y a une relation entre le nombre de stomates chez le *Ginkgo biloba* et la concentration en CO₂ de l'atmosphère.

A partir de l'ensemble des documents proposés, déterminez l'indice stomatique d'une feuille de *Ginkgo biloba* dans notre atmosphère (370 ppmV de CO₂) et construisez le graphique mettant en évidence cette relation (le graphique devra parfaitement être mis en forme).

En quoi l'indice stomatique peut-il nous renseigner sur le climat passé ?

Document 1 : L'indice stomatique.



Feuille de *Ginkgo biloba* actuel



Stomate dans l'épiderme d'une feuille de *Ginkgo biloba* actuel : microscope optique x 600

Les stomates sont des structures formées de deux cellules stomatiques délimitant une ouverture appelée ostiole. Ils sont situés dans l'épiderme de la feuille entre les cellules épidermiques non chlorophylliennes.

Ces structures permettent les échanges gazeux avec l'atmosphère, en particulier l'absorption du CO₂ atmosphérique.

Important : Les deux cellules stomatiques constituent un seul stomate. Elles ne comptent donc que pour une unité, dans le calcul de l'indice stomatique.

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 %

$$IS \text{ (en \%)} = \frac{S \times 100}{(CNC + S)}$$

Document 2 : Protocole expérimental pour Mesurer l'indice stomatique actuel du *Ginkgo biloba* :

- **Enduire** la face inférieure de l'épiderme de vernis à ongle transparent.
- **Retirer** le film de vernis une fois celui-ci sec (empreinte).
- **Observer** cette empreinte au microscope (préparation microscopique).
- **Calculer** l'indice stomatique de la feuille.

Document 3 : Relation entre le taux de CO₂ et l'indice stomatique de feuilles du *Ginkgo biloba*.

Données de laboratoire	
PCO ₂ (ppmV)	Indices stomatiques (%)
290	15,8
296	15,6
300	14
310	13,8
320	12,6
330	12,5
335	11
370	

Document 4 : Fiche du tableur (document à ouvrir avec libreOffice Calc).

Activité 2 - Fossiles, roches sédimentaires et volcanisme : des témoins du climat passé.

Q1 - Quel climat régnait en France au Carbonifère ? Quel principe utilisez-vous ?

Q2 - Quels climats régnaient en Provence il y a 140 Ma et en Namibie il y a 600 Ma. Expliquez.

Q3 - Expliquez l'origine de la forte température régnant au Crétacé et la forte sédimentation carbonatée.

Fossiles et climats du passé

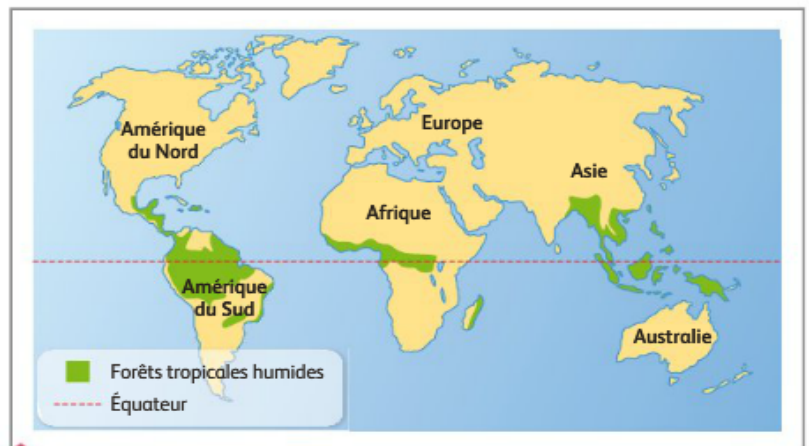
1 Forêt carbonifère et fougères arborescentes

L'essentiel du charbon exploité en France a livré de nombreux fossiles de fougères. Les troncs fossilisés indiquent qu'il s'agissait de **fougères arborescentes**.



Les fougères arborescentes constituent actuellement un groupe de végétaux chlorophylliens qui nécessitent la présence importante d'eau dans leur milieu pour assurer une partie de leur cycle de reproduction.

En 1726, James Hutton formule le principe d'actualisme : « *Les lois régissant les phénomènes géologiques actuels étaient également valables dans le passé* ». Appliqué aux êtres vivants, il suppose que les espèces fossiles avaient des exigences écologiques semblables aux espèces qui leurs sont proches actuellement.

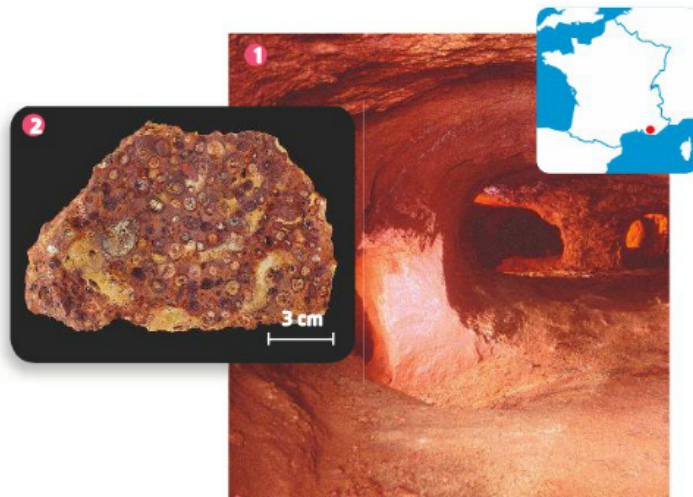


Nathan SVT TS SPE

Roches sédimentaires et climats du passé

1 Bauxites provençales et latérites tropicales

La bauxite est un **minéral** d'aluminium plus ou moins riche en fer, découvert en 1821 aux Baux de Provence. Dans cette localité, le minéral, riche en oxyde d'aluminium (Al_2O_3), se présente sous forme de poches formées dans des calcaires altérés.



2 Les traces laissées par les glaciers

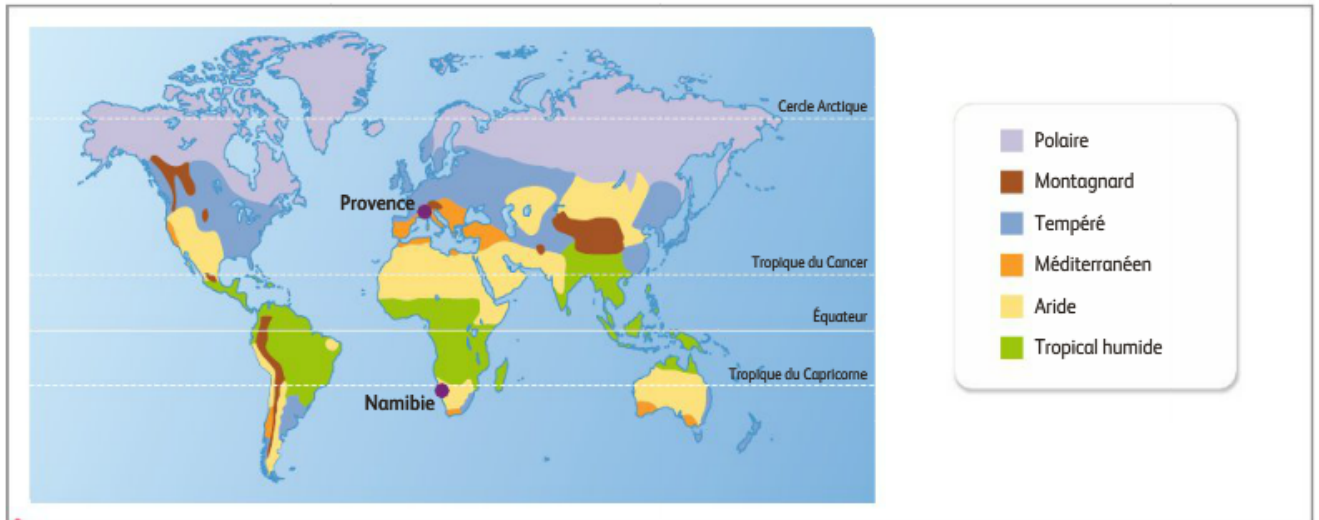


Nathan SVT TS SPE

Les roches silicatées s'altèrent par hydrolyse : en présence d'eau, les éléments chimiques constitutifs des minéraux de ces roches sont lessivés (silice, Ca, Mg, K, Na) tandis que d'autres comme le fer et l'aluminium, moins solubles, ont tendance à rester sur place. Ils participent à la formation d'argiles ou précipitent sous forme d'hydroxydes. Les sols rouges qui en résultent sont des **latérites**.



b Carte de répartition des sols latéritiques dans le monde actuellement.



c Carte des principales zones climatiques du monde.

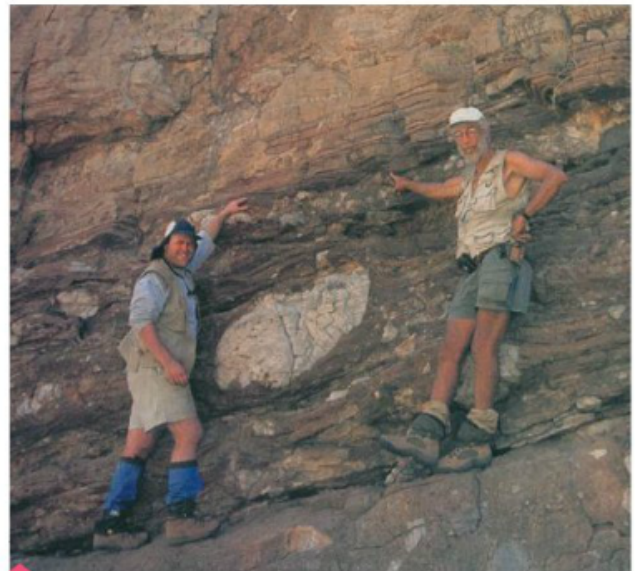
Nathan SVT TS SPE

À l'échelle du globe, les périodes froides sont caractérisées par l'existence de calottes glaciaires aux pôles et de glaciers en montagne. L'érosion glaciaire est essentiellement mécanique. La glace érode, polit et transporte des éléments de toutes tailles qui se déposent au front du glacier (moraine frontale) ou sur ses côtés (moraines latérales).

Sur la côte ouest de la Namibie au Sud-Ouest de l'Afrique, des affleurements très anciens (Protérozoïque, 600 Ma) montrent un empilement de roches sédimentaires. Les géologues pensent que le niveau carbonaté n'a pu se déposer que dans des eaux chaudes.



b «ice rafted debris» inclus dans un sédiment marin (Protérozoïque, Namibie). Les blocs inclus dans les sédiments ont été transportés par des icebergs puis ont chuté dans le fond de l'océan lorsque les icebergs ont fondu.



c Tillites surmontées d'un niveau calcaire (600 Ma, Namibie). Les deux géologues posent une main sur la limite entre le niveau carbonaté et la tillite.

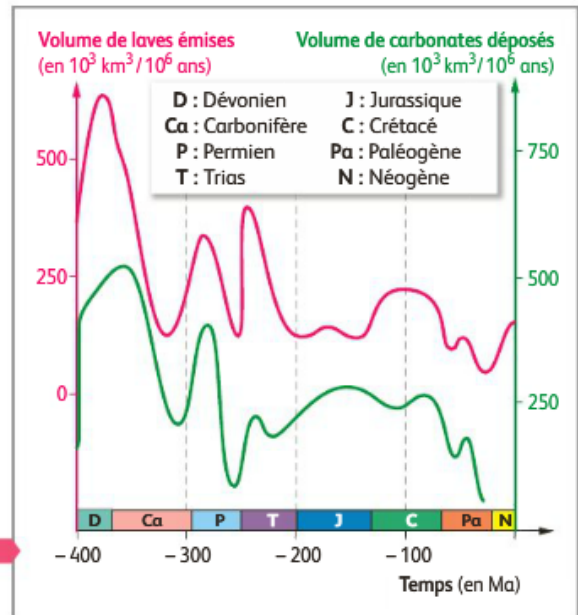
Nathan SVT TS SPE

• **Volcanisme et climats du passé**

Doc 2. Volcanisme, sédimentation carbonatée et variations climatiques mondiales

- ▶ À la surface du globe, l'activité volcanique produit essentiellement des basaltes, roches riches en silicates calciques (CaSiO_3 , $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). Le volcanisme s'accompagne aussi d'une libération de CO_2 dans l'atmosphère avec augmentation de l'effet de serre.
- ▶ Sur les continents, une température élevée et des eaux de ruissellement riches en CO_2 (donc acides) favorisent l'altération des roches, en particulier des basaltes, qui libèrent des ions Ca^{2+} et HCO_3^- . Dans les océans, les basaltes sont aussi soumis à une altération sous l'effet de l'infiltration d'eau de mer dans la croûte océanique.
- ▶ La vitesse d'ouverture des océans a varié au cours du temps. Par exemple, le Crétacé est une période de forte expansion océanique, entraînant ainsi une augmentation du volume des dorsales et une **transgression** marine. Cette avancée de l'eau vers les continents crée des milieux propices à la sédimentation carbonatée.

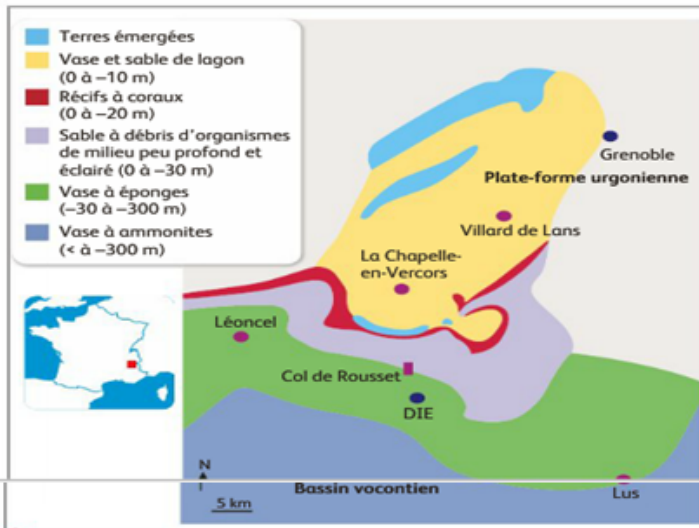
Estimation des volumes de roches carbonatées et de roches volcaniques produits depuis 600 Ma.



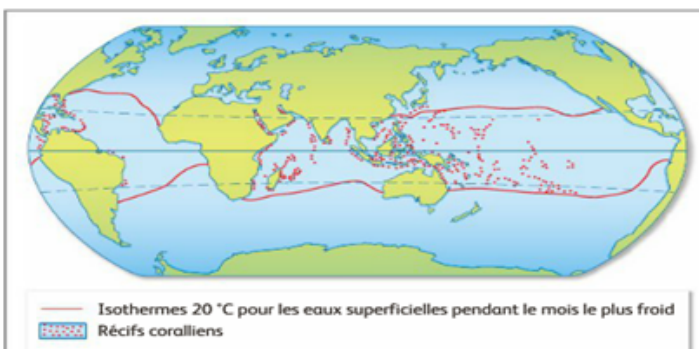
Nathan SVT TS SPE

Doc 3. Calcaires urgoniens et récifs coralliens

- ▶ Les calcaires urgoniens (Crétacé inférieur, 115 Ma) constituent l'ossature de nombreux massifs du Sud-Est de la France. Ces roches sédimentaires ont livré de nombreux fossiles (**polypiers** et autres organismes) permettant de reconstituer les **paléoenvironnements**.
- ▶ Les récifs coralliens actuels sont des constructions calcaires (CaCO_3) dues à des animaux marins regroupés sous le terme de « corail » et vivant en colonies. Ces organismes hébergent des algues microscopiques réalisant la photosynthèse. Le corail se développe dans les mers chaudes (26°C), limpides, bien oxygénées et peu profondes délimitant un espace entre le littoral et le récif appelé lagon.



Reconstitution de la paléogéographie au Crétacé inférieur (d'après H. ARNAUD).



Carte de répartition des principaux récifs coralliens actuels dans le monde.



Polypiers fossiles 1 dans du calcaire urgonien et polypiers actuels 2.



Île Maurice et sa barrière de corail.

Le lagon est la zone peu profonde comprise entre les terres émergées et le récif; au-delà, la profondeur de l'océan augmente rapidement.

Nathan SVT TS SPE