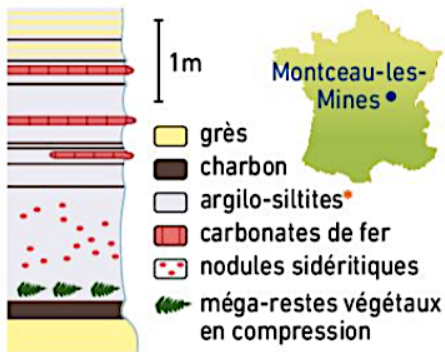


ATELIER N°3 : LES VARIATIONS CLIMATIQUES AU CARBONIFERE-PERMIEN (PALEOZOIQUE)

Préalable : rechercher sur l'échelle chronostratigraphique à quelle période temporelle correspondent le Carbonifère et le Permien.

DOCUMENT 1. Reconstituer un paléoclimat local au Carbonifère : l'exemple de Montceau-les-Mines

En Europe, le Carbonifère est connu pour ses gisements de charbon, exploités depuis le XIX^e siècle. Le site de Montceau-les-Mines a fait l'objet d'une étude depuis cette époque. La très bonne conservation des fossiles végétaux à l'intérieur de nodules* a permis la reconstitution d'un environnement chaud et humide propice au développement d'une forêt dense, peuplée d'espèces aujourd'hui disparues. La forte production de matière végétale et son enfouissement rapide sont à l'origine du charbon, une roche riche en carbone.



A Séquence stratigraphique du gisement fossilifère de Montceau-les-Mines.

Remarque : la sidérite ou carbonate de fer se forme en milieu lacustre* et témoigne d'un climat tropical.



C Reconstitution de la forêt houillère.

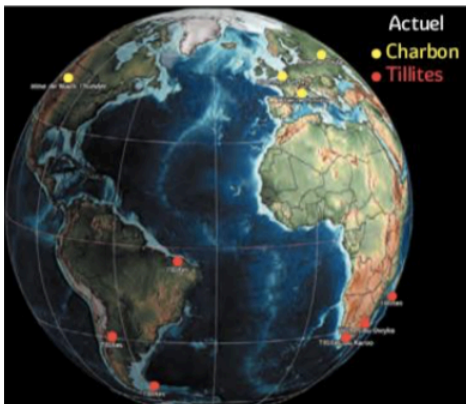


B Végétaux dans les nodules sidéritiques.

Activité associée au document 1 : à l'aide du site <https://dinosaurpictures.org/ancient-earth#0>, déterminer la paléolatitude de Montceau-les-Mines au Carbonifère.

DOCUMENT 2. Reconstituer le paléoclimat global au Permo-carbonifère.

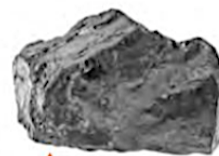
A l'échelle globale, il est possible d'avoir une représentation des paléocintures climatiques en utilisant des indices géologiques, tels que des roches sédimentaires. C'est le cas des gisements de charbon et des tillites.



Localisation actuelle de gisements de charbon et de tillites datant du Carbonifère (300 Ma).



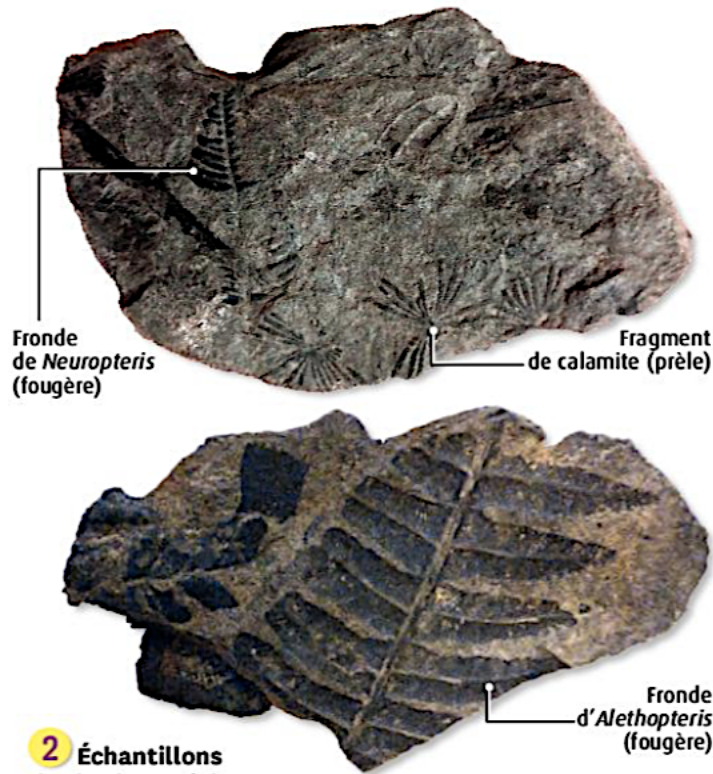
A Les tillites sont des roches issues d'un dépôt glaciaire (climat froid).



C Les charbons* proviennent de l'enfouissement rapide de matière végétale en climat humide, tempéré à chaud.

Activité associée au document 2 : à l'aide du site <https://dinosaurpictures.org/ancient-earth#0>, déterminer la paléolatitude des gisements de tillites afin de reconstituer le paléoclimat global au Carbonifère.

DOCUMENT 3. Température, CO₂ et piégeage du carbone organique.



2 Échantillons de charbons riches en végétaux fossilisés.

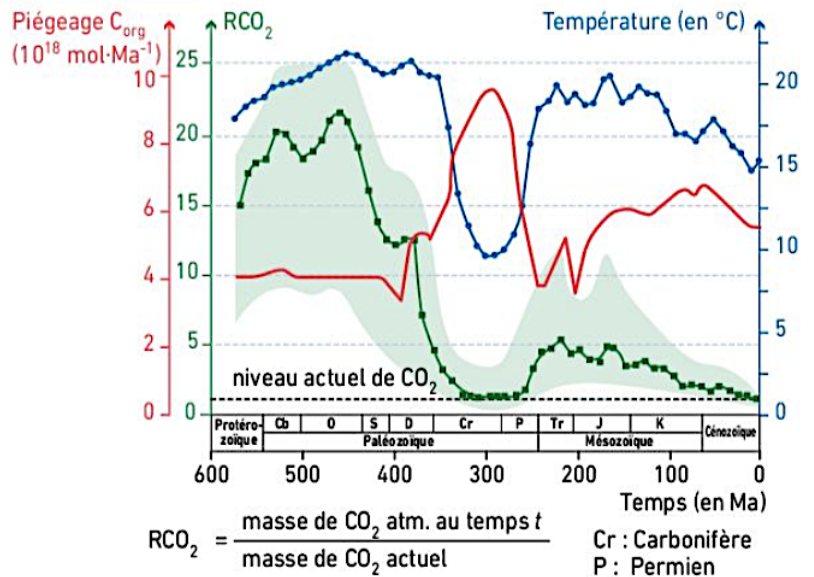
Au Carbonifère, les fougères arborescentes et des sortes prêles géantes forment de vastes forêts. Peu d'organismes possèdent les enzymes nécessaires à la digestion de leurs tissus. La matière organique est donc mal recyclée et peut dans certaines conditions s'accumuler, piégeant ainsi le carbone prélevé sous forme de CO₂ atmosphérique lors de la photosynthèse.

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).



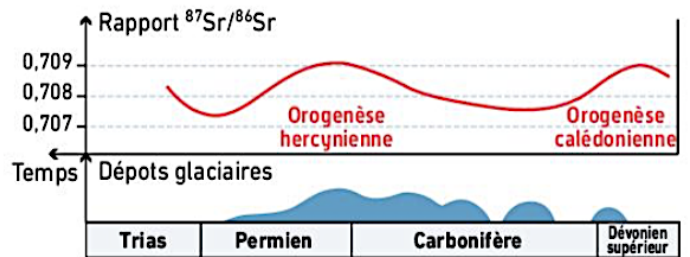
DOCUMENT 4. Paléogéographie au Carbonifère-Permien.

La fin de l'ère primaire est marquée par la réunion des blocs continentaux en un seul continent, la Pangée (voir p. 171). Ce mécanisme a entraîné plusieurs conséquences :

- La formation de la ceinture orogénique* hercynienne, située au niveau de l'équateur et subissant une importante altération.
- La présence d'une masse continentale importante aux latitudes élevées de l'hémisphère Sud (A), favorisant la formation d'une calotte glaciaire.

Activité associée au document 4 : à l'aide du logiciel Tectoglob3D, réaliser des cartes paléogéographiques afin de mettre en évidence l'orogénèse hercynienne au Carbonifère-Permien.

- Les sédiments détritiques issus de l'érosion de la chaîne hercynienne se sont déposés dans des bassins sédimentaires situés sur son pourtour. Cette importante sédimentation a favorisé le piégeage de la matière végétale qui a lentement évolué pour former le charbon.
- Les décomposeurs présents sur les continents à cette époque n'étaient pas capables de décomposer la lignine (voir p. 219). D'énormes quantités de matières végétales ont ainsi échappé à la décomposition.
- Le rapport isotopique du strontium dans les sédiments carbonatés océaniques est utilisé par les géologues comme marqueur de l'altération des roches continentales. Un rapport élevé traduit une forte altération (B).



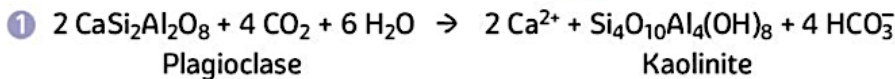
- B** Extension des dépôts glaciaires et rapport isotopique du strontium à la fin de l'ère primaire.

DOCUMENT 5. Altération des roches continentales et CO₂.



- A** Observation d'un granite altéré au microscope en lumière polarisée analysée.

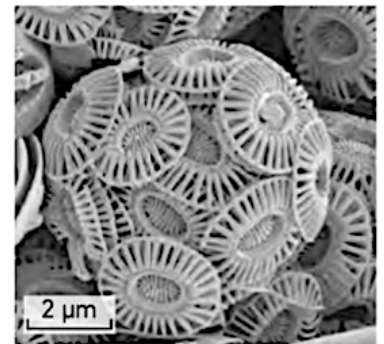
- B** Échantillon d'un granite altéré.



Les roches silicatées comme le granite subissent en surface une **altération chimique*** sous l'effet de l'eau chargée en CO₂.

L'observation au microscope polarisant en LPA* d'un granite altéré (A) montre la transformation des plagioclases (Pl) en de nombreux cristaux d'un minéral argileux, la kaolinite (Ka) suivant la réaction (1).

Les ions Ca²⁺ et HCO₃⁻ ainsi formés passent en solution et sont transportés par les cours d'eau. Lorsque les conditions sont réunies, ils précipitent, le plus souvent grâce à l'action des êtres vivants, et forment des sédiments carbonatés suivant la réaction (2), dite de précipitation* des carbonates.



- C** Tests calcaires de coccolithophoridés (microalgues), observés au MEB*.

Indice : en bilan (c'est-à-dire en considérant les réactions 1 et 2), combien de molécules de CO₂ l'altération d'un feldspath plagioclase consomme-t-elle ?