

TD : Les climats et la variabilité climatique

Objectifs méthodologiques :

- Reconstituer à une échelle locale un paléoenvironnement à partir de l'étude d'une carte géologique au 1/250 000 ou au 1/50000
- Comparer à une échelle globale des glaciations paléozoïques (Ordovicien et Permo-Carbonifère) en identifiant les contributions d'ordre biologiques, géologiques et des paramètres orbitaux dans les archives sédimentaires et discuter des limites des interprétations possibles.
- Quantifier l'effet de la formation de chaînes de montagnes et de leur altération sur le climat à l'échelle des temps géologiques
- Exploiter des données montrant des adaptations au changement climatique à l'échelle des organismes, des populations/espèces et des communautés.

La compréhension du fonctionnement du système climatique nécessite l'analyse des échanges d'énergie au sein des enveloppes externes de la Terre.

La variabilité climatique au cours des temps géologiques peut être mise en évidence grâce à des marqueurs sédimentaires et géochimiques.

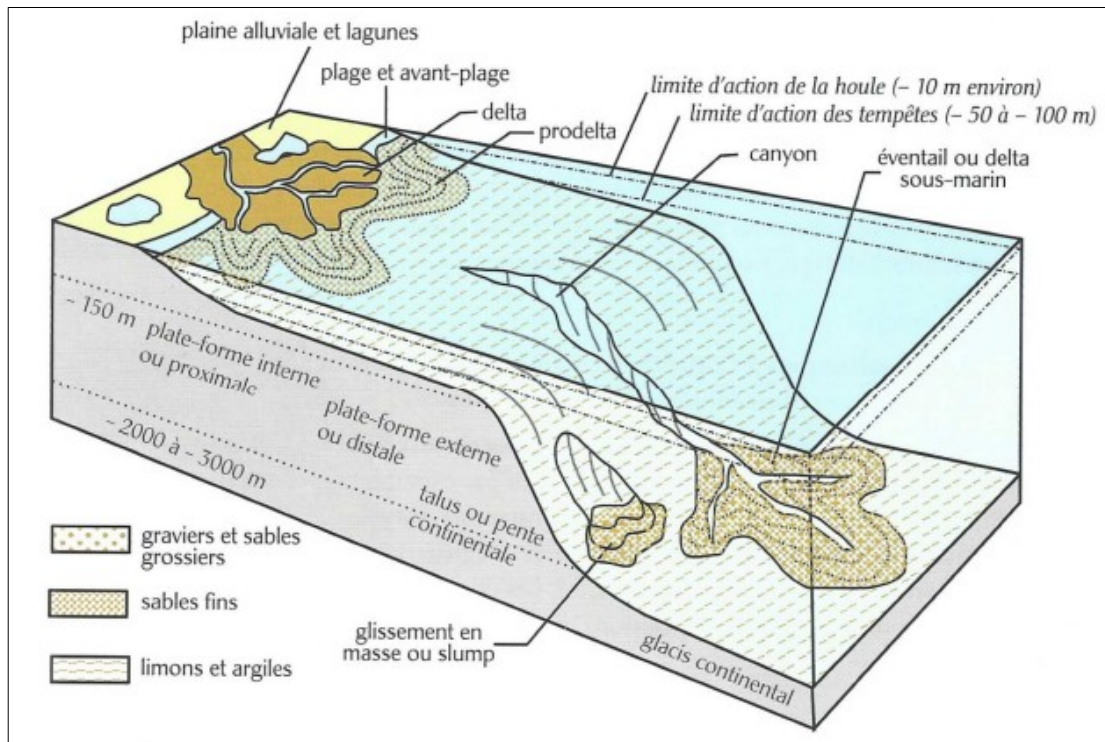
A l'échelle des temps ces variations climatiques sont pilotées par des facteurs géologiques, biologique et physico-chimique mais aussi par des paramètres orbitaux.

Actuellement, le réchauffement climatique peut être directement imputé aux activités anthropiques en lien les émissions de gaz à effet de serre et a des conséquences sur la biodiversité.

I. Reconstitution d'un paléoenvironnement à partir de cartes géologiques au 1/50 000 et 1/250000

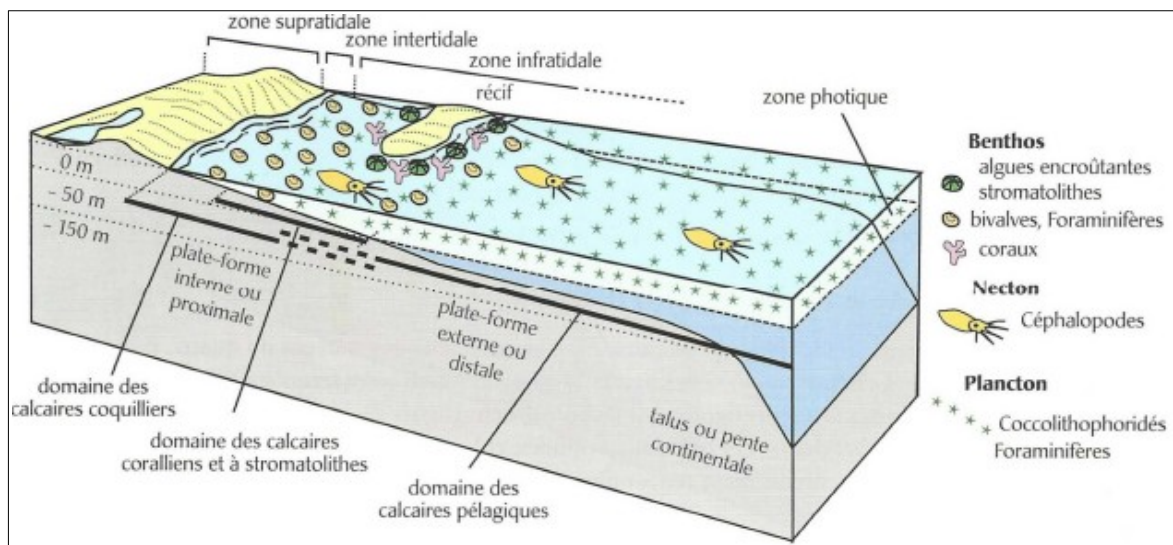
Au travers de l'étude des cartes géologiques, les **archives sédimentaires et leurs fossiles** témoignent des conditions dans lesquelles les sédiments en question se sont déposés et plus largement **des périodes de régression ou de transgressions marines**.

Par exemple, pour les **roches détritiques**, les **grès** se forment en **domaine continental**, les **graviers et sables grossiers** sont des **dépôts fluviaux ou de plate forme épicontinentale** avec des courants (ou des marées) de forte énergie alors que les **limons et argiles** se déposent en **milieux lacustres ou au niveau au pied du talus continental**.



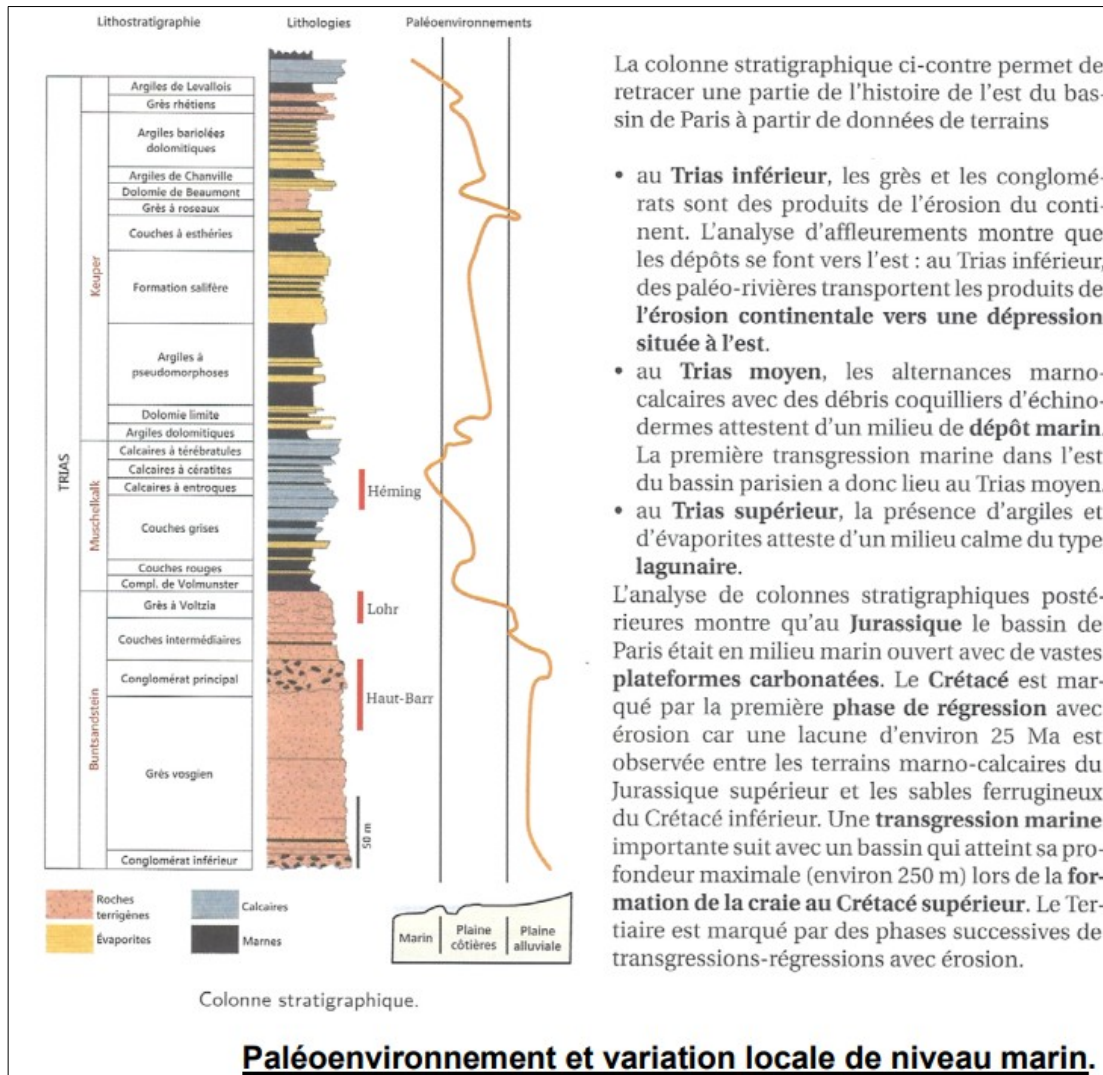
Document 1 : paléoenvironnements de dépôt de la sédimentation détritique (d'après Beaux et al)

De la même manière, les **dépôts carbonatés** et les **fossiles** qu'ils contiennent sont **caractéristiques des zones** où ils se sont déposés.



Document 2 : paléoenvironnements de dépôt de la sédimentation carbonatée (d'après Beaux et al)

Pour exemple, voici une colonne stratigraphique permettant de reconstituer le paléoenvironnement à l'est du bassin de Paris.



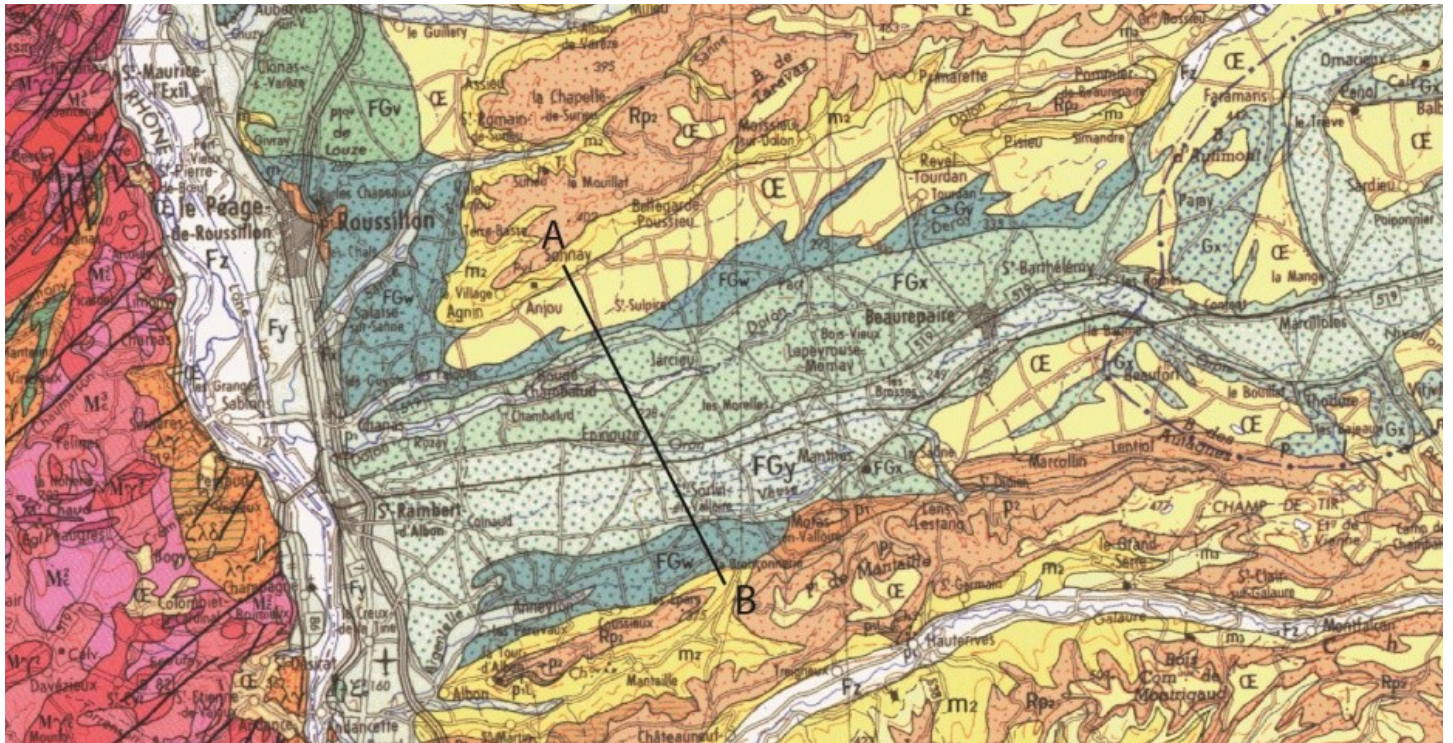
Document 3 : paléoenvironnement et variation locale de niveau marin (d'après Bordi et al)

Activité 1 :

→ A partir du document 3, établir une corrélation entre les types de paléoenvironnements et le type de dépôts sédimentaires.

Dans cette séance, nous nous intéresserons donc aux dépôts dont nous faisons abstraction jusque là, les dépôts du Quaternaire, qui sont dans leur grande majorité des dépôts glaciaires et péri-glaciaires, marqueurs des dernières glaciations que la France a connu.

1. étude de l'avancée maximale des terrasses fluvio-glaciaires et de l'avancée des glaciers à partir de la carte de Lyon au 1/50 000

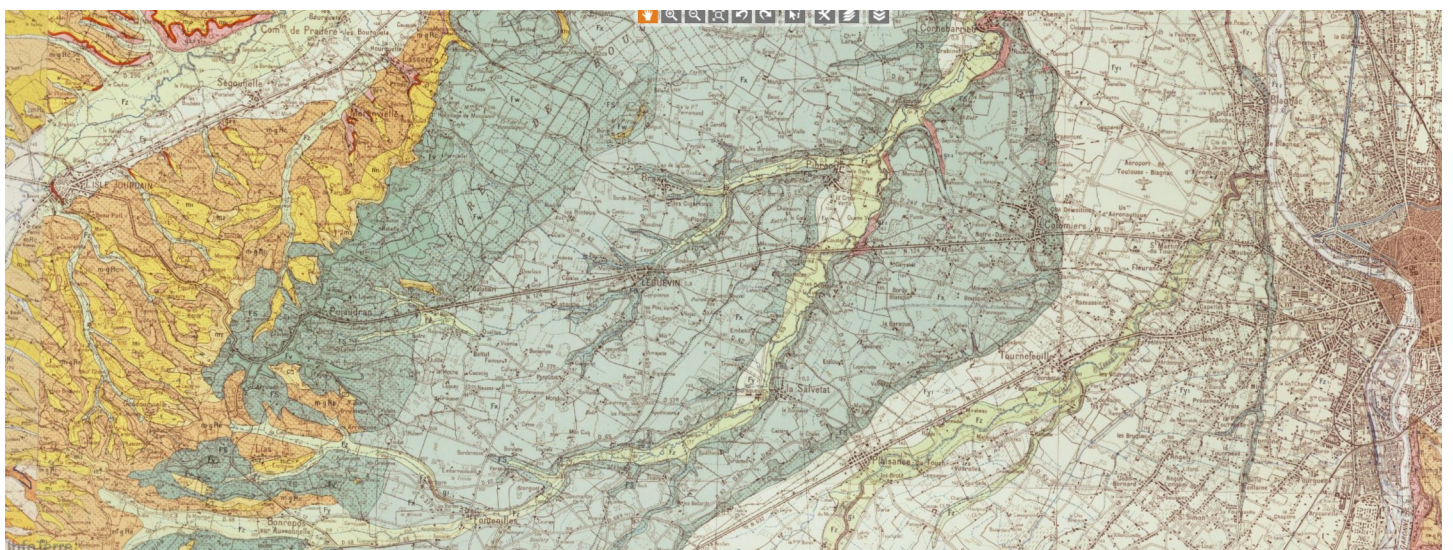


Document 6 : les glaciations du Quaternaire

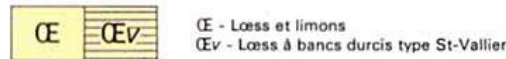
Activité 2 :

- A partir de l'extrait de carte au 1/250 000 près de Lourdes, réalisez une ou pe schématique selon le trail fourni
- Conclure sur l'intensité des glaciations dans cette région.

2. étude du modelé fluvio-glaciaire à partir de la carte de Toulouse au 1/50 000

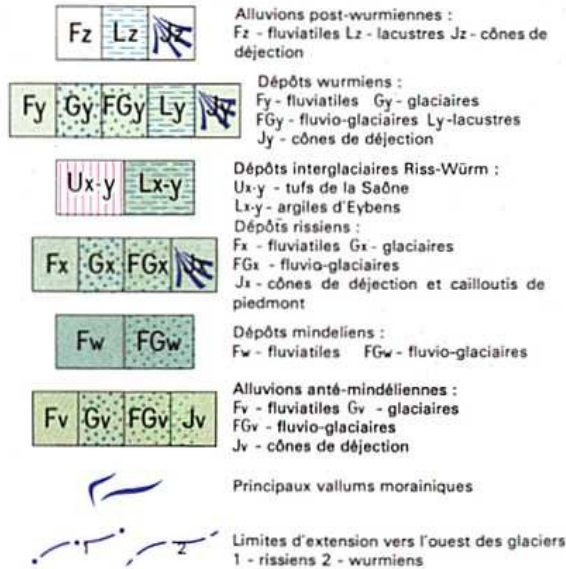


QUATERNAIRE
Dépôts superficiels divers



Alluvions fluviales et dépôts glaciaires fluvio-glaciaires et lacustres

Régions situées à l'est de l'axe Saône-Rhône



II. L'étude des glaciations du Paléozoïque nous permettent de comprendre les raisons de l'entrée en glaciation

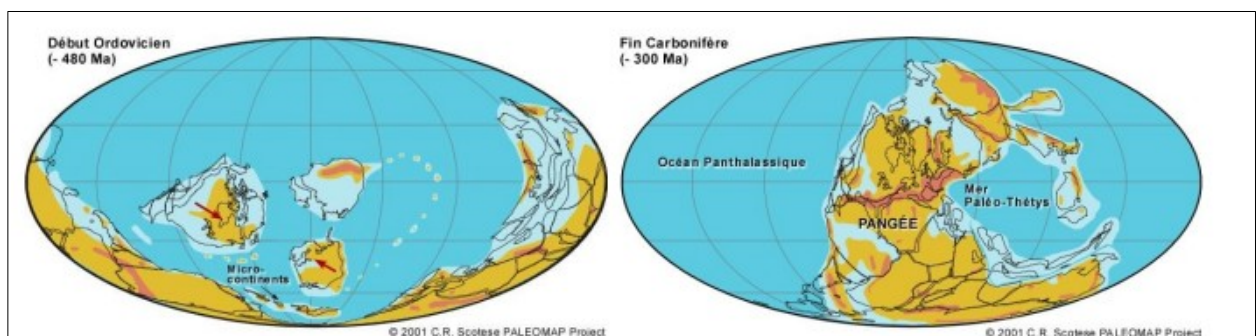
Deux glaciations ont pu être mises en évidence au Paléozoïque : la **courte glaciation de la fin de l'Ordovicien**, et la **longue glaciation de la fin du Carbonifère - Permien**. On cherche ici à identifier quelques causes de ces glaciations.

Activité 4 :

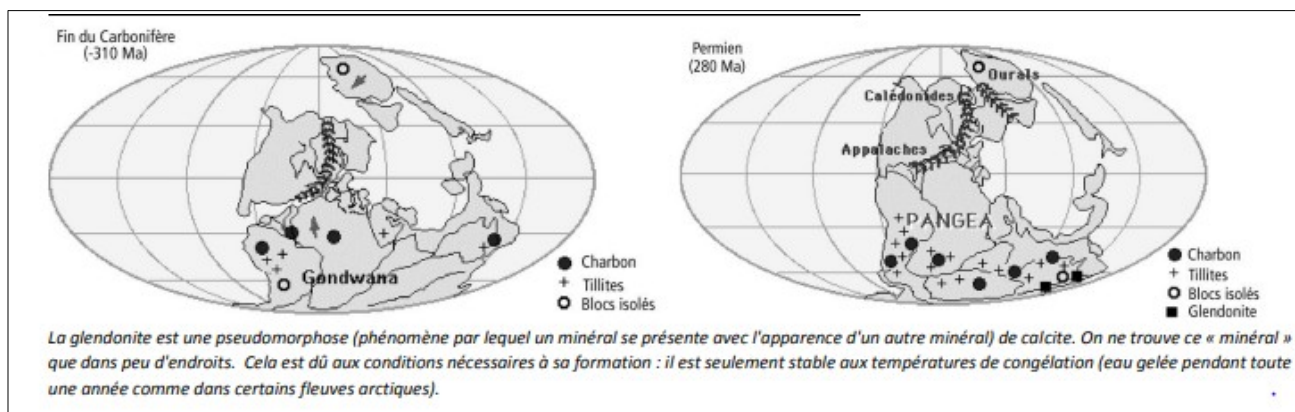
→ A l'aide des documents suivants, proposez des hypothèses sur les causes de l'entrée en glaciation pour chacune des deux glaciations du Paléozoïque et discuter de la fiabilité des marqueurs utilisés

Document 7 : quelques paramètres orbitaux et atmosphériques actuels et à la fin de l'Ordovicien
(* : estimations ayant un faible degré de fiabilité)

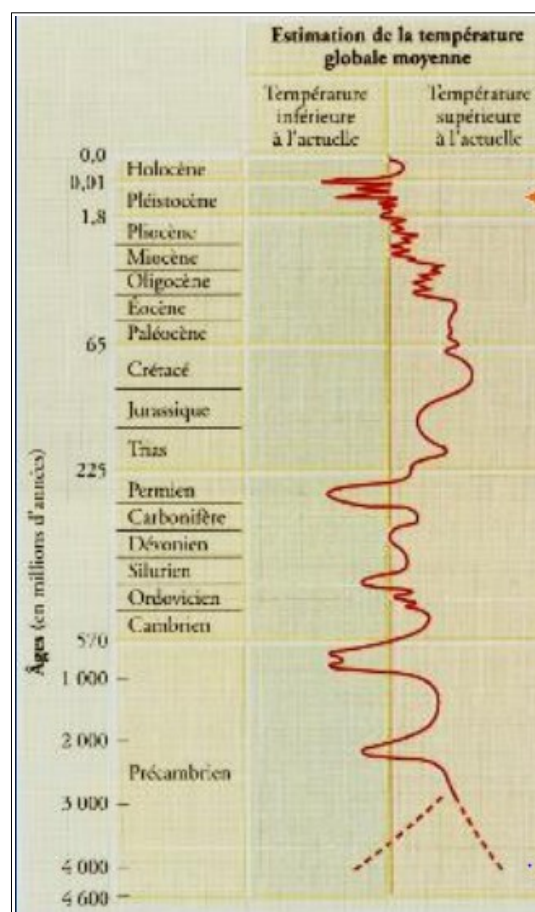
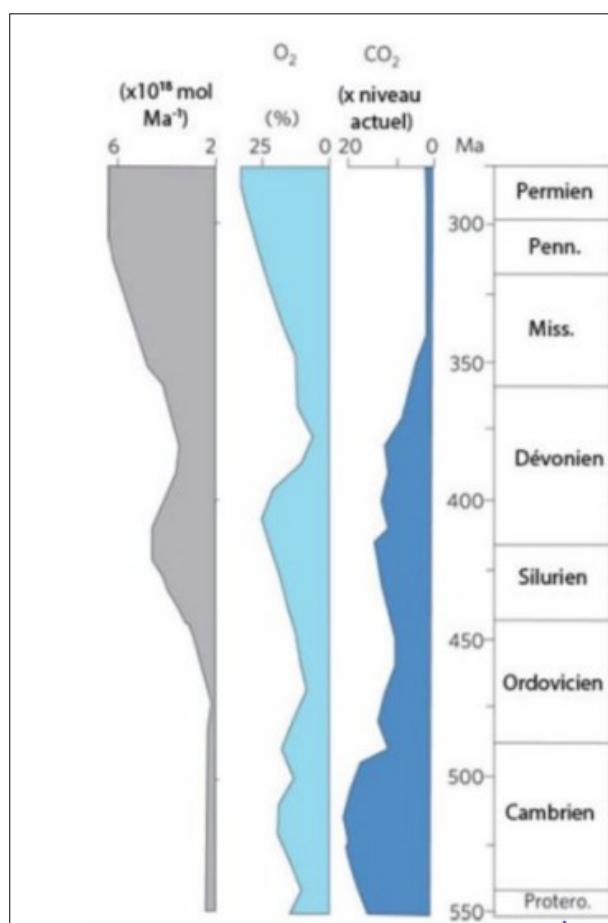
paramètre	taux de CO ₂	excentricité	obliquité
valeur (ordovicien sup)	0,39 % *	0,06 *	22° *
valeur (actuel)	0,028 %	0,017	23,44°



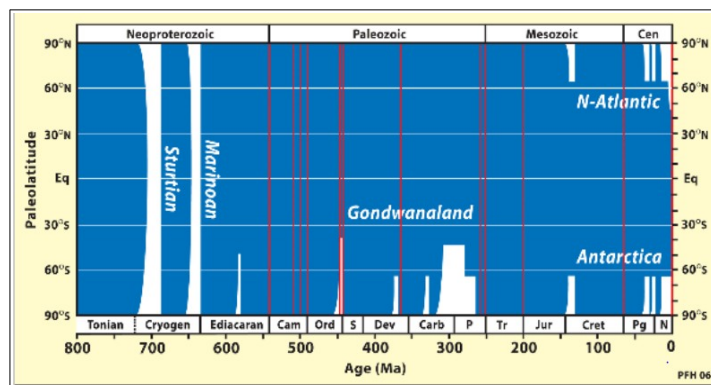
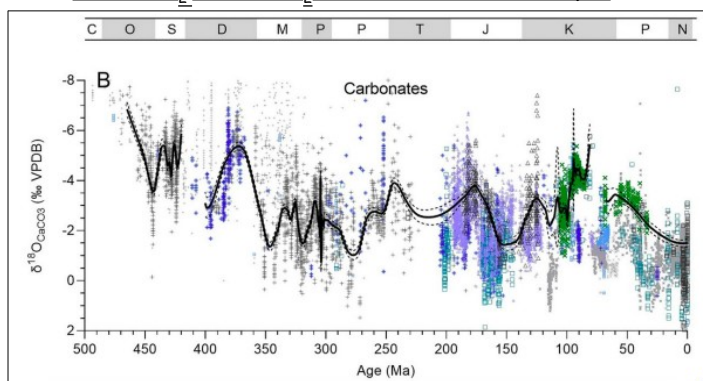
Document 8 : Paléogéographie de la Terre au début de l'Ordovicien et à la fin du Carbonifère



Document 9 : localisation de différents dépôts sédimentaires à la fin du Paléozoïque



Document 10 : stockage de matière organique fossile, taux d'O₂ et de CO₂ au cours du Paléozoïque



Document 12 : évolution du δ¹⁸O des carbonates fossiles au cours du temps et tendance (ligne continue) inférée

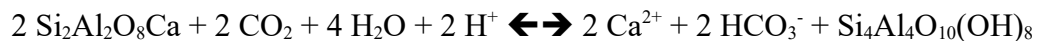
Document 13 : extension des calottes polaires et banquises permanentes au cours des temps géologiques (les lignes rouges indiquent les extinctions massives)



Document 14 : stries sur des calcaires datés de l'Ordovicien supérieur du centre du Brésil

III. Effet des orogénèses sur le Climat, exemple de l'altération de l'Himalaya

Les dépôts sédimentaires calculées à partir des différents dépôts détritiques des rivières et fleuves issues de l'Himalaya permettent d'estimer une érosion de 2 millions de km³ de roches en 20 Ma d'une densité moyenne de 3. Ces roches contiennent en moyenne 2 % de silicates calciques qui s'altèrent au contact de l'atmosphère :



Données : $M_{\text{Si}} = 28,1 \text{ g/mol}$, $M_{\text{Al}} = 27 \text{ g/mol}$, $M_{\text{O}} = 16 \text{ g/mol}$, $M_{\text{Ca}} = 40 \text{ g/mol}$, $M_{\text{C}} = 12 \text{ g/mol}$, M_{CO_2}

Nombre d'Avogadro = $6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Activité 5 :

→ Calculer la masse de silicates altérée en 20 Ma.

→ En déduire la masse de CO₂ consommée au cours de cette altération.

→ Comparer cette valeur à la quantité de CO₂ atmosphérique (850 GT) et expliquer le rôle des orogénèses dans les variations du CO₂ atmosphérique.

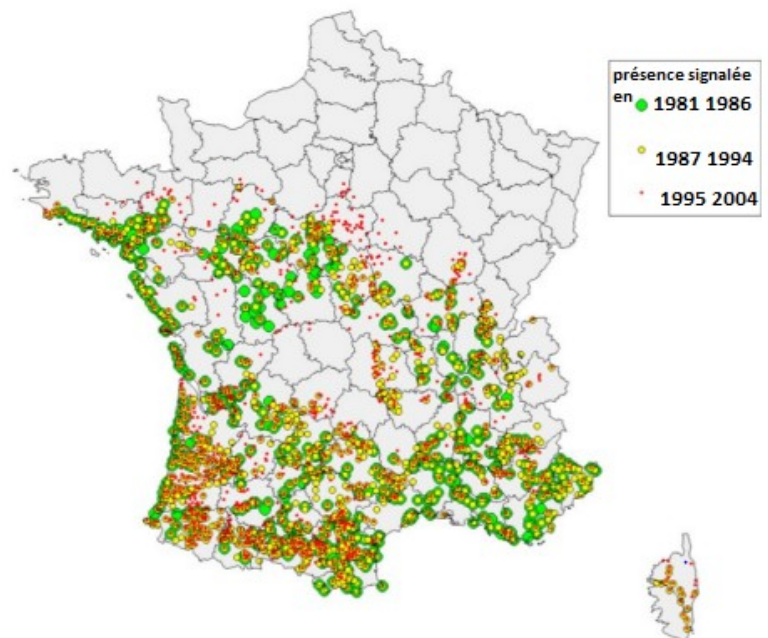
IV. Le réchauffement climatique actuel et l'effet sur la biodiversité

1. effet du réchauffement climatique sur l'aire de répartition des chenilles processionnaires

La chenille processionnaire du Pin est la larve du papillon *Thaumetopoea pityocampa*. Elle vit en nids dense à l'extrémité des rameaux de nombreuses espèces de pins, activement, en raison de son impact sur forêts.

Activité 6 :

→ Interpréter à l'aide de vos connaissances l'évolution de la répartition des la chenille processionnaire du pin entre 1981 et 2004 en France.

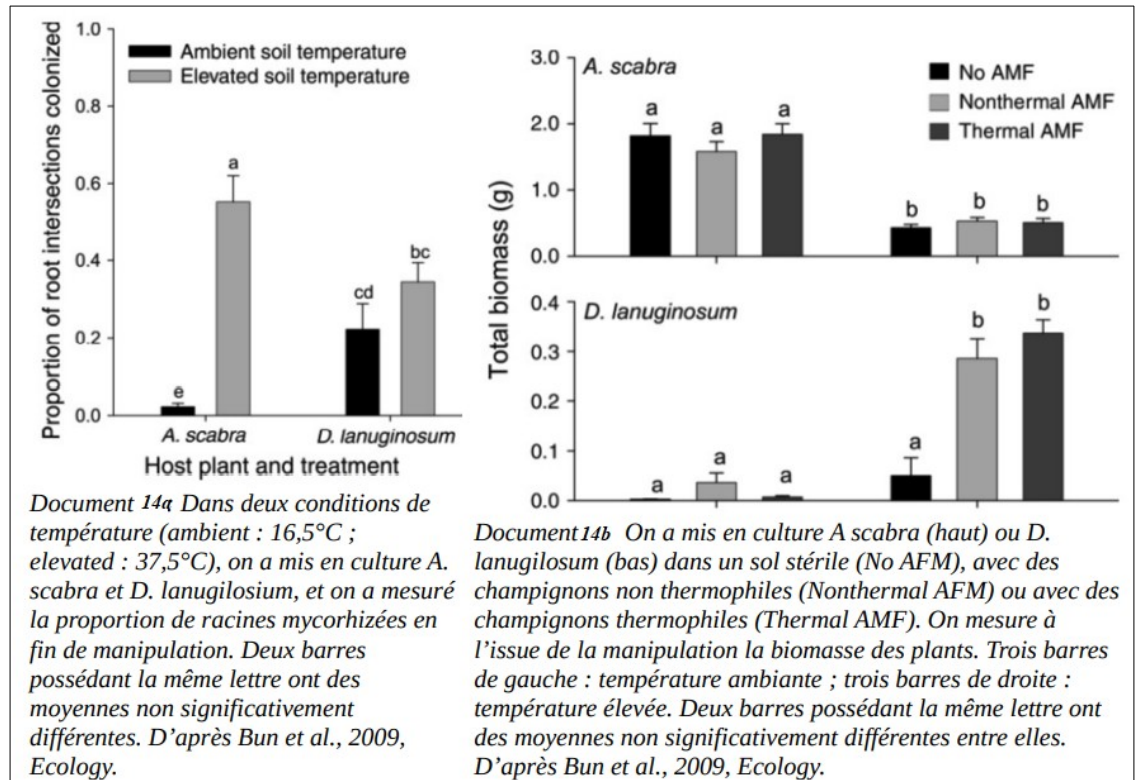


Document 15 : répartition des chenilles processionnaires du Pin en France entre 1981 et 2004

2. Impact du réchauffement climatique sur les relations interspécifiques

On a étudié l'impact du réchauffement climatique sur deux plantes mycorhizées :

- *Agrostis scabra*, une Poacée thermophile facultative ;
- *Dichanthelium lanuginosum*, une Poacée thermophile stricte



Activité 7 :

- Analysez l'impact de la température sur le niveau de mycorhization de chacune des deux espèces végétales. Comment peut-on interpréter les différences observées entre les deux espèces ?
- Analysez l'impact de la mycorhization sur la production de biomasse de chacune des deux espèces.
- Analysez l'impact de la température sur la production de biomasse de chacune des deux espèces.