

### C1. Les climats du passé : les apports de la palynologie (avec stratégie)

Les glaces continentales (inlandsis) permettent de retracer l'évolution du climat depuis 800 000 ans. Leur exploitation montre l'instabilité du climat au cours du Quaternaire (période géologique la plus récente et qui a débuté voici environ -2,6 Ma environ). Voir enseignement scientifique.

**Comment retrouver des archives des anciens climats en dehors des glaces continentales ? Quelles informations ces archives apportent-elles ?**

Pour répondre aux problématiques, on vous demande :

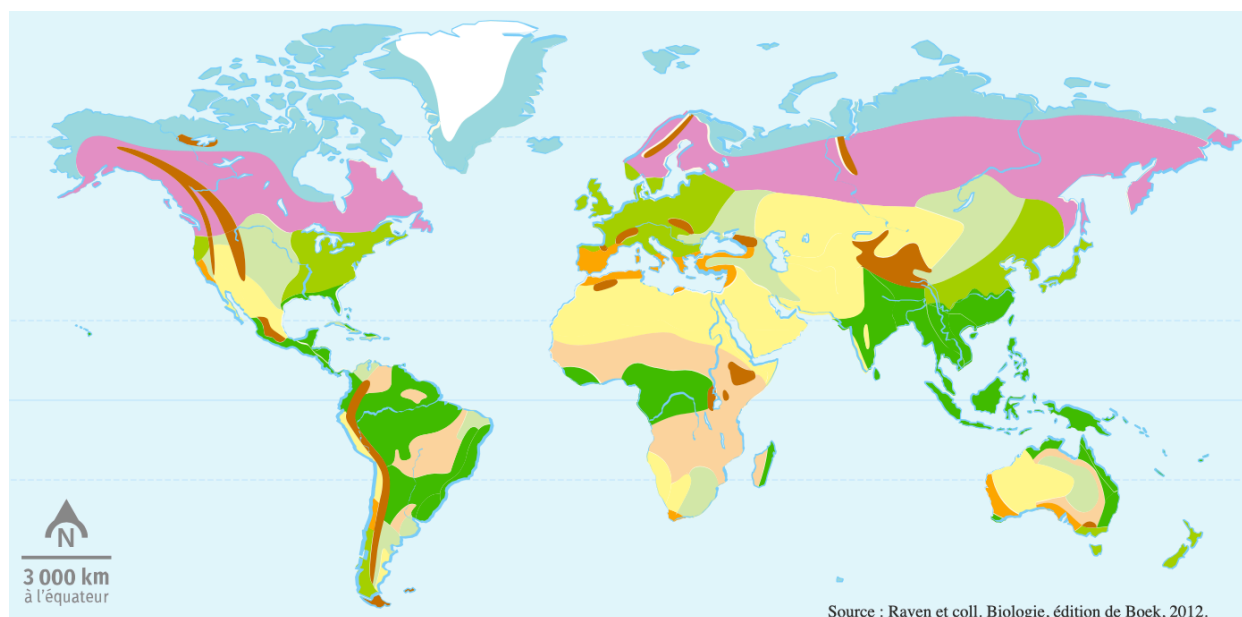
- d'**effectuer** le protocole d'observation du pollen pour **déterminer** les conditions climatiques à deux périodes géologiques différentes du Quaternaire : l'Holocène et le Pléistocène ;
- de **confirmer** vos conclusions en effectuant un diagramme pollinique.

Rendre compte de vos observations et résultats selon le mode de communication le plus approprié.











### Ressources complémentaires

#### Document 1. Les principaux biomes terrestres

= écosystèmes caractéristiques de grandes zones biogéographiques soumises à un climat particulier.



Source : Raven et coll. Biologie, édition de Boek, 2012.

D'après Le Livre Scolaire 2<sup>nde</sup> 2019.

#### Document 2. L'obtention de diagrammes polliniques.

Les arbres et les plantes herbacées produisent une grande quantité de **pollen**, dont la morphologie est caractéristique de l'espèce. Les grains de pollen peuvent se déposer dans les sédiments des lacs (sédiments lacustres) ainsi que dans les tourbières. L'enveloppe externe, très résistante, permet au pollen de se conserver pendant des milliers d'années. Le **carottage de sédiments** accumulés dans les lacs et tourbières permet ainsi de réaliser des **analyses polliniques à différents niveaux** et de **dater ces niveaux au <sup>14</sup>C**. Les **proportions de grains de pollen des différentes espèces** présentes dans un niveau donné, permettent de réaliser un **spectre pollinique**. L'ensemble des spectres des différents niveaux aboutit à la construction d'un **diagramme pollinique**. L'analyse d'un **diagramme pollinique** permet d'étudier l'évolution de la végétation en un site donné pendant une période plus ou moins étendue et **témoigne des climats successifs** si on considère que les espèces végétales passées avaient les mêmes exigences que les espèces actuelles (**principe d'actualisme**). Toutefois, les séries continues couvrant plus de 20 000 ans sont exceptionnelles.

#### Document 3. Recherche des conditions climatiques à deux périodes (Holocène et Pléistocène) au niveau de la tourbière du Mont-Bar.

##### Matériel à votre disposition :

- Microscope photonique, lames et lamelles ;
- Culots de pollens prélevés dans la tourbière du Mont-Bar datant du Pléistocène (avant -11 700 ans) et de l'Holocène (de -11 700 ans à l'actuel) ;
- Fiche de reconnaissance des pollens et exigences climatiques des espèces (« tableau pollen » dans votre répertoire TGn°x).

Le Mont-Bar (1137m) est un volcan situé au nord de la chaîne du Deves (Haute-Loire). On trouve au cœur du cratère une tourbière sur une surface de près de 3 ha. La tourbière est classée Natura 2000.

Photo Norbert DUTRANOY  
© [http://www.chamina.com/circuits/pages/galerie/photo\\_3\\_5.asp](http://www.chamina.com/circuits/pages/galerie/photo_3_5.asp)



### Points clés du protocole :

Un carottage a été effectué à différentes profondeurs dans la tourbière : en profondeur (prélèvement correspondant au culot Pléistocène) et plus en surface (culot correspondant à l'Holocène). En effet, plus la profondeur est importante, plus la formation est ancienne.

- **Étudier** un des deux culots (Holocène ou Pléistocène) afin d'inventorier les différents pollens rencontrés. Pour cela, **réaliser** une préparation observable au microscope photonique (**prélever** une petite goutte de solution avec la pipette plastique puis **placer** une lamelle en évitant les bulles d'air).

Tableau de résultats.

Espèce	Pléistocène		Holocène	
	Présence / absence	Abondance visuelle (+ ou +++)	Présence / absence	Abondance visuelle (+ ou +++)
Pin				
Saule				
Aulne				
Bouleau				
Noisetier				
Hêtre				
Chêne				
Tilleul				
Poacées				

L'abondance des pollens doit être déterminée sur un champ assez large.

En **déduire** comment les conditions climatiques ont évolué au cours du temps (synthèse des deux culots).

### Document 4. Élaboration d'un diagramme pollinique simplifié (voir définition en introduction).

**Matériel à votre disposition :** logiciel Excel et fichier de données « 21Pollenvide »

Le diagramme pollinique n'est pas construit : vous devez le construire sous le logiciel Excel à partir des données brutes.

### Protocole :

- **Ouvrir** le fichier « 21Pollenvide » (dans le répertoire TGn°X).
- **Réaliser** le graphique d'abondance relative du pollen des espèces en fonction de l'âge du prélèvement pour la station de l'ouest des Etats-Unis uniquement. Pour réaliser le graphique, suivre notamment les consignes ci-dessous :
  1. **Sélectionner** les données utiles.
  2. **Faire** un graphique du type « nuage de points avec ligne droite et marqueurs ».
  3. **Titre, légender. Insérer** le graphique dans votre production après l'avoir traité (voir ci-dessous).
- **Traiter** le graphique de manière à ne garder que les espèces utiles pour **déterminer** comment a évolué le climat en ce lieu au cours du temps (à justifier sur votre feuille Word ou manuscrite).

## C1. L'origine des variations climatiques : les rôles des paramètres astronomiques et des rétroactions (sans stratégie)

Au cours des 800 000 dernières années, on observe des transitions cycliques entre des périodes glaciaires et interglaciaires.

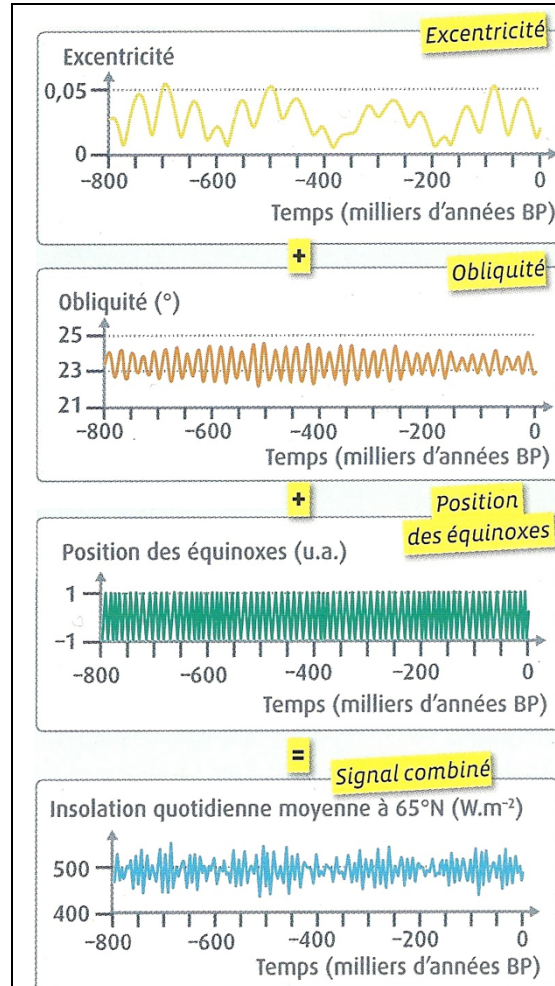
**Quels sont les rôles des paramètres astronomiques et des rétroactions dans les changements climatiques ?**

Pour répondre à la problématique, on vous demande :

- d'**effectuer** les différentes simulations demandées et de **rendre** compte de vos résultats : 4 copies d'écran analysées.

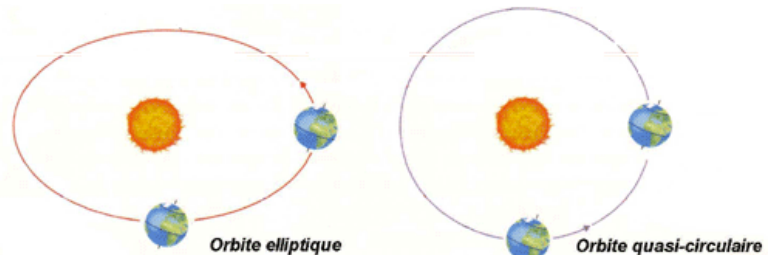
### Ressources complémentaires

#### Document 1. Les paramètres orbitaux.

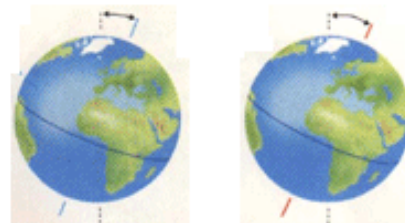


Age BP = age « before present » fixé à l'année 1950.

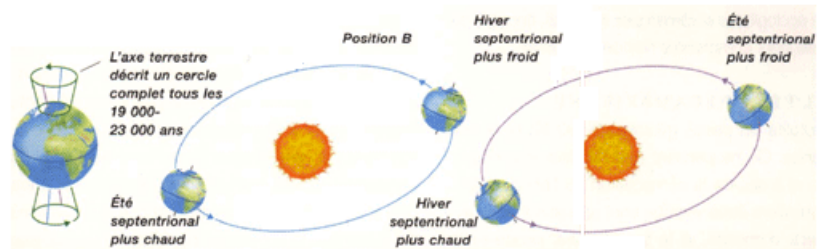
- L'excentricité correspond à l'aplatissement plus ou moins prononcé de l'orbite terrestre autour du soleil. Elle varie de 0 (orbite circulaire) à 0,07 (valeur actuelle : 0,017. Périodes de 400 000 et 100 000 ans.



- L'obliquité correspond à l'inclinaison de la Terre qui est plus ou moins grande. Elle varie de 22° à 25° (valeur actuelle : 23°5') Période de 41 000 ans.



- La précession des équinoxes : la conséquence de la précession est que le solstice d'été dans un hémisphère donné a lieu alternativement tous les 11 000 ans soit près du Soleil, soit loin du soleil. Périodes de 19 000 et 24 000 ans



Images : <http://www.cnrs.fr>

#### Document 2. Protocole sous SimClimat.

**Matériel à votre disposition :** logiciel SimClimat

**Modélisations réalisables et fonctionnalités sommaires :** le logiciel SimClimat permet d'imposer différentes valeurs aux paramètres orbitaux de la Terre et aux différentes rétroactions climatiques. On peut alors simuler l'évolution de la température globale de la Terre, du niveau marin, de la latitude des calottes glaciaires... à partir d'une date de référence.

#### Mode d'emploi rapide du logiciel :

- Lorsque vous ouvrez le logiciel, **lancer** « nouvelle simulation », puis **choisir** « maintenant » pour l'état initial. **Choisir** une durée de simulation de 5 000 ans (ce qui permet de visualiser les changements sur une période plus longue).
- **Proposer** un nom à votre simulation (chaque simulation est représentée par une couleur différente).
- **Travailler** ensuite sur les paramètres orbitaux « excentricité », « obliquité » et « précession » et pour les différentes simulations effectuées, n'**exploiter** que les valeurs extrêmes (minimale et maximale) pour simplifier.

**Attention, à chaque nouvelle simulation il faut tout paramétrer de nouveau (pas de mise en mémoire).**

- Pour les émissions de CO<sub>2</sub> : « régler directement la concentration en CO<sub>2</sub> qui restera constante pendant toute la simulation ».
- Pour les rétroactions climatiques : « l'albédo reste constant à sa valeur actuelle », pour les océans « négliger le puits océanique », pour la végétation « négliger les flux de CO<sub>2</sub> liés à la végétation », pour la vapeur d'eau « la concentration reste constante à sa valeur actuelle ».

**Attention, à chaque nouvelle simulation il faut tout paramétrer de nouveau (pas de mise en mémoire).**

Conseil : pour visualiser le réchauffement ou le refroidissement, vous servir des graphiques « niveau de la mer » et « latitude des calottes glaciaires » plus démonstratifs que la température.

**Trouver** alors une situation engendrant un réchauffement et une situation engendrant un refroidissement.

Dans un deuxième temps, travailler avec la simulation induisant un refroidissement.

- **Entrer** de nouveau les paramètres orbitaux conduisant à ce refroidissement.
- Pour les émissions de CO<sub>2</sub> : « régler directement la concentration en CO<sub>2</sub> qui restera constante pendant toute la simulation ».
- Les rétroactions climatiques doivent cette fois-ci être conservées (normalement c'est par défaut) : « l'albédo est calculé par SimClimat en fonction de la température », pour les océans « le puits océanique est calculé par SimClimat en fonction de la température », pour la végétation « la végétation éponge 35 % des émissions anthropiques de CO<sub>2</sub> », pour la vapeur d'eau « la concentration est calculé par SimClimat en fonction de la température ».

**Attention, à chaque nouvelle simulation il faut tout paramétrer de nouveau (pas de mise en mémoire).**

Dans un troisième temps, **travailler** avec la simulation induisant un refroidissement.

- **Entrer** de nouveau les paramètres orbitaux conduisant à ce refroidissement.
- Pour les émissions de CO<sub>2</sub> : « régler les sources et les puits de CO<sub>2</sub> puis « émissions anthropiques » comme aujourd'hui soit 8 GtC/an. **Laisser** les autres paramètres par défaut (vous pouvez y jeter un coup d'œil : nous en parlerons de toute manière plus tard ».)
- Les rétroactions climatiques doivent encore être conservées (toujours c'est par défaut).

**Attention, à chaque nouvelle simulation il faut tout paramétrer de nouveau (pas de mise en mémoire).**