

PALEOBIOMES 2 ; un logiciel de reconstitution climatique

Activité 1: COMPRENDRE LES VARIATIONS CLIMATIQUES À PARTIR DE DIFFÉRENTES DONNÉES

1) L'ANALYSE DES CALOTTES GLACIAIRES

Le rapport entre les quantités de ^{18}O et de ^{16}O de la glace issue de carottages glaciaires constitue un excellent paléothermomètre pour peu que l'on mesure également la température des glaces. En effet lorsque la température augmente, le $\delta^{18}\text{O}$ (delta ^{18}O) des glaces augmente et lorsque la température diminue, le $\delta^{18}\text{O}$ diminue.

On peut donc connaître à partir du delta ^{18}O des glaces, la température qui régnait à l'époque des précipitations au dessus des pôles. Ce qui permet de repérer les variations de température au cours de la période quaternaire. En extrapolant, on estime que la température des pôles nous renseigne sur la température globale de la terre à une époque donnée. Ainsi lorsqu'il faisait plus chaud aux pôles, il devait faire également plus chaud sur Terre et inversement.

Ouvrir la base de données glaciaires

- Ouvrir le **logiciel PaléoBiomes- version 2.0** puis « Fichier » - « Ouvrir une base de données glaciaires » - « Carottes de glace ».



- valider l' avertissement
- Cliquer sur « Représenter les données » - « Les données glaciologiques d'un site » - « Calottes polaires (Groenland Antarctique) ».
- valider l'avertissement
- Cliquer sur la station franco-italienne «EPICA Dome Concordia» localisée à plus de 1000 km à l'intérieur du continent antarctique.



Questions:

- **Quelle est la profondeur atteinte par ce forage?**
- **Quel est l'âge de la glace à cette profondeur ?**
- Cliquez sur "représenter la répartition des paramètres" - "choisir les différentes variables (concentrations, température.).
- Décocher "Concentration en CH_4 (ppbv)" - "Concentration en N_2O (ppbv)"
Cochez "Temp. (Diff. en $^{\circ}\text{C}$ par rapport à moy. act).

Cliquer sur "Affichage rapide des courbes".

Remarque: Une capture des courbes par l'élève est possible.

Questions:

- **Existe-t-il une corrélation entre les variations de température de la planète et la teneur atmosphérique en dioxyde de carbone ?**

Cocher "Concentration en CH_4 (ppbv)".

"Afficher et actualiser le Spectre de répartition".



Questions:

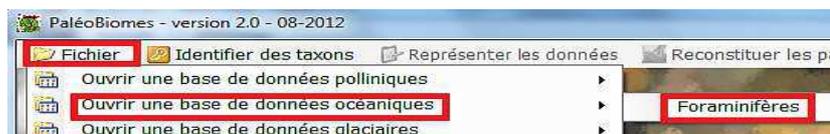
- Ce nouveau diagramme confirme-t-il vos précédentes observations?
- Que montrent les variations climatiques enregistrées depuis les 800 000 dernières années dans les glaces de cette station Antarctique ?

Fermer le module "Base de données glaciaires"

2) L'ANALYSE DES DONNEES FORAMINIFERES

Les foraminifères sont des protozoaires qui utilisent l'oxygène présent dans l'eau pour former leur test carbonaté. Le delta 18O des foraminifères dépend du rapport 18O /16O de l'océan mais aussi de la température de cet océan. C'est pourquoi on utilise les foraminifères qui vivent au fond des océans (foraminifères benthiques) car la température y est constante et le delta 18O de ces foraminifères ne dépend que du delta 18O des océans. Le delta 18O des foraminifères benthiques nous donne une indication de la quantité de glace présente aux pôles. En effet lorsque le delta 18O augmente, il y a plus de glace aux pôles et donc il fait plus froid sur Terre.

Ouvrir la base de données foraminifères



- Valider l'avertissement
- "Représenter les données" - "Les données océaniques d'un site" - Océan mondial (Foraminifères benthiques et delta 180)".

Nous analyserons uniquement les résultats du **forage ODP 677** réalisé au milieu de l'Atlantique (en bleu sur le graphique du delta 180 PDB des foraminifères benthiques).

Pour faire disparaître les résultats des deux autres forages il suffit d'activer le déplacement vertical des courbes.

Il conviendra de faire « monter » les courbes verte et rouge et de faire descendre la courbe bleue.

Déplacement vertical des courbes



Remarque: Une capture du graphe peut être faite par l'élève pour comparaison

Questions:

- Que montre le graphique du delta 180PDB des foraminifères benthiques de 800 000 ans à nos jours ?
- Que montre la comparaison de ces deux courbes ?

Exploitation possible : notion de cycle glaciaire

Les paléoclimatologues parlent de **cycles glaciaires** pour caractériser les variations climatiques du Quaternaire récent :

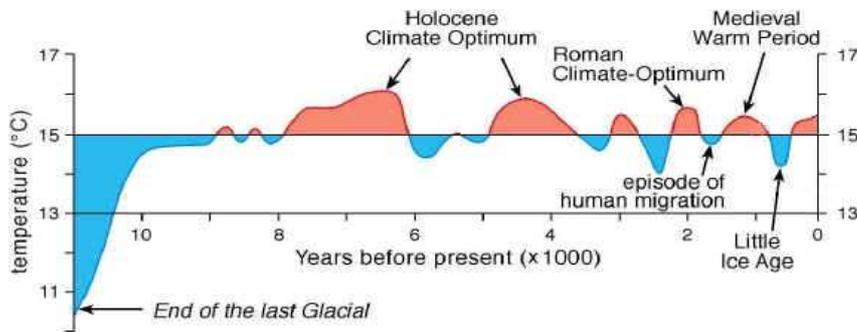
- Reporter sur le graphique le moment du **Dernier Maximum Glaciaire (DMG)**. A quel moment situer la dernière «*déglaciation*» ?
- Ajouter en légende le nom de «*période post-glaciaire*» pour désigner la période actuelle.
- Délimiter les périodes glaciaires et interglaciaires ? Ont-elles les mêmes durées ?
- Proposez une définition des cycles glaciaires. Estimez leur durée moyenne. Combien de cycles glaciaires pouvez-vous compter sur 800 000 ans ?

Question pour prolonger la problématique

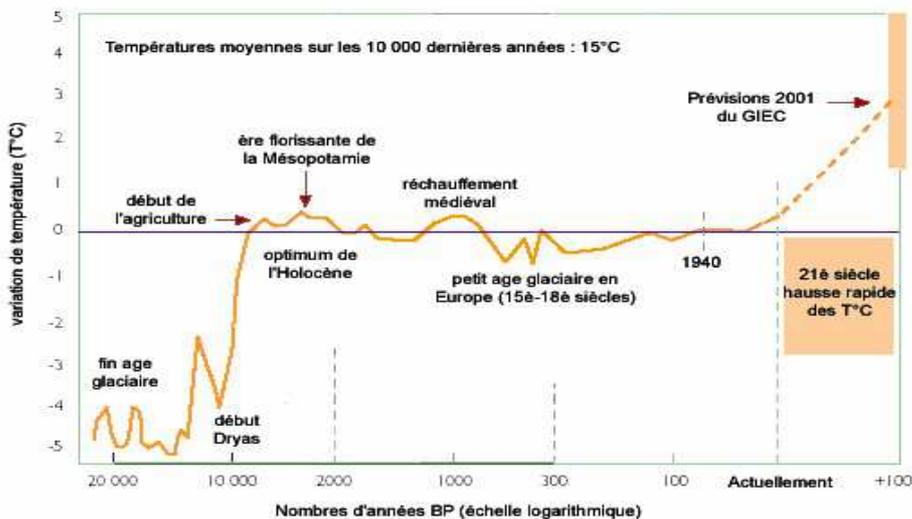
- La fin du dernier cycle glaciaire, est-il aussi marqué en palynologie et dans l'étude de la macrofaune en Europe ?

Activité 2: COMPRENDRE LES VARIATIONS CLIMATIQUES À PARTIR DE L'ANALYSE DES GRAINS DE POLLEN

Documents de référence: Variations de températures obtenues à partir de données glaciaires.



Average near-surface temperatures of the northern hemisphere during the past 11.000 years (after Dansgaard et al., 1969, and Schönwiese, 1995)



Selon le document utilisé, on notera un réchauffement depuis le dernier maximum -20000BP avec un refroidissement (young Dryas) entre -11000 et -10000 BP

Le logiciel permet de travailler avec les données soit d'un site soit de plusieurs sites dont l'intervalle de temps couvre la période recherchée.

Ouvrir la base de données polliniques



On va tout d'abord sélectionner les **taxons marqueurs climatiques** du type de climat que l'on désire mettre en évidence. Ici, pourra utiliser les arbres, arbustes et herbacées de climat froid et de climat tempéré.

Puis "Afficher"- "Repérer les taxons par type et préférence" et retenir (noter) quelques taxons dans chacune des propositions.



"les arbres de milieu forestier" : Carpinus, Fagus, Quercus robur

"les arbustes de milieu forestier" : Corylus

"les plantes herbacées de milieu humide": Cypéracées

"les plantes herbacées de milieu froid" : Artémisia, Polygonum

"les arbustes de milieu froid":Chénopodiacées

"les arbres de milieu froid": Abies, Bétula

1er cas, on travaille sur un seul site:

"Représenter les données" - "un seul site" - "Europe" et choisir un site sur la carte qui s'affiche. Survoler les sites pour choisir le plus adéquat.

ex Amsoldingen en Suisse car l'intervalle d'étude va de 602 à 20600 BP . C'est en plus un site continental de faible altitude, donc moins sujet aux influences maritime et alpine.



Il est possible de répartir les élèves sur l'exploitation de plusieurs autres sites et de mutualiser ensuite.

Clic sur le site (gauche pour afficher les données ou droit pour visualiser sur Google maps le paysage actuel.(une connexion internet est nécessaire)).

"Afficher les données" et activer les taxons préalablement retenus. Clic d'abord sur les taxons correspondant à un même climat puis continuer avec les autres.

Fermer		Afficher		Choisir un autre site		Représenter la répartition des pollens		Sélectionner les pollens à représen	
Localité : AMSOLDINGER						Diagrammes polliniques pour l'ensemble des taxons présents			
Nom du site : AMSOLDINGERSEE (P03)						Diagrammes polliniques pour les taxons sélectionnés			
Longitude : 7,58						Spectres polliniques au cours du temps (taxons sélectionnés)			
Valeurs brutes pour AMSOLDINGER (en %)						Spectre pollinique à une date précise (taxons sélectionnés)			
<input checked="" type="checkbox"/> Abies :	19	6,7	<input type="checkbox"/> Cupressaceae :	2	0,7	<input type="checkbox"/> Myrica :	0	0	<input type="checkbox"/> Sang
<input type="checkbox"/> Acer :	0	0	<input checked="" type="checkbox"/> Cyperaceae :	129	45,6	<input type="checkbox"/> Myriophyllum :	0	0	<input type="checkbox"/> Saxif
<input type="checkbox"/> Alnus :	30	10,6	<input type="checkbox"/> Dipsacaceae :	0	0	<input type="checkbox"/> Nymphaeaceae :	0	0	<input type="checkbox"/> Sorbu
<input type="checkbox"/> Apiaceae :	2	0,7	<input type="checkbox"/> Dryas :	0	0	<input type="checkbox"/> Olea :	0	0	<input type="checkbox"/> Taxu
<input checked="" type="checkbox"/> Artemisia :	0	0	<input type="checkbox"/> Ephedra :	0	0	<input type="checkbox"/> Picea :	7	2,5	<input type="checkbox"/> Thali
<input type="checkbox"/> Asteraceae :	0	0	<input type="checkbox"/> Ericaceae :	0	0	<input type="checkbox"/> Pinus :	3	1,1	<input type="checkbox"/> Tilia :
<input checked="" type="checkbox"/> Betula :	6	2,1	<input type="checkbox"/> Euphorbia :	0	0	<input type="checkbox"/> Pistacia :	0	0	<input type="checkbox"/> Typh.
<input type="checkbox"/> Brassicaceae :	4	1,4	<input type="checkbox"/> Fabaceae :	0	0	<input type="checkbox"/> Plantago :	4	1,4	<input type="checkbox"/> Ulmu
<input type="checkbox"/> Buxus :	0	0	<input checked="" type="checkbox"/> Fagus :	7	2,5	<input type="checkbox"/> Poaceae :	28	9,9	<input type="checkbox"/> Utric
<input type="checkbox"/> Calluna :	0	0	<input type="checkbox"/> Filipendula :	4	1,4	<input checked="" type="checkbox"/> Polygonum :	0	0	<input type="checkbox"/> Vibur
<input type="checkbox"/> Campanula :	0	0	<input type="checkbox"/> Frangula :	0	0	<input type="checkbox"/> Populus :	0	0	<input type="checkbox"/> Viola
<input type="checkbox"/> Cannabis/Humulus :	0	0	<input type="checkbox"/> Fraxinus :	8	2,8	<input type="checkbox"/> Quercus ilex type :	0	0	<input type="checkbox"/> Viscu
<input checked="" type="checkbox"/> Carpinus :	1	0,4	<input type="checkbox"/> Hedera :	1	0,4	<input checked="" type="checkbox"/> Quercus robur type :	13	4,6	<input type="checkbox"/> Vitis :
<input type="checkbox"/> Caryophyllaceae :	0	0	<input type="checkbox"/> Helianthemum :	0	0	<input type="checkbox"/> Ranunculaceae :	2	0,7	Total de
<input type="checkbox"/> Cedrus :	0	0	<input type="checkbox"/> Hippophae :	0	0	<input type="checkbox"/> Rhamnus :	2	0,7	Indice l
<input type="checkbox"/> Centaurea :	0	0	<input type="checkbox"/> Ilex :	0	0	<input type="checkbox"/> Rosaceae :	0	0	2,06
<input type="checkbox"/> Cerealia type :	2	0,7	<input type="checkbox"/> Lamiaceae :	0	0	<input type="checkbox"/> Rubiaceae :	2	0,7	Indice l
<input checked="" type="checkbox"/> Chenopodiaceae :	0	0	<input type="checkbox"/> Lamium-type :	0	0	<input type="checkbox"/> Rumex :	0	0	0,68
<input checked="" type="checkbox"/> Corylus :	7	2,5	<input type="checkbox"/> Lythrum :	0	0	<input type="checkbox"/> Salix :	0	0	Taxons
									Total de
									Indice l
									0,77
									Remar

"Représenter la répartition des pollens" - "Diagrammes polliniques pour les taxons sélectionnés"

Les diagrammes s'affichent alors.

Le document peut-être imprimé, sauvegardé pour être ensuite exploité par l'élève.

Exploitation possible:

Tous les taxons sont ils de bons marqueurs? Lesquels retenir? A discuter

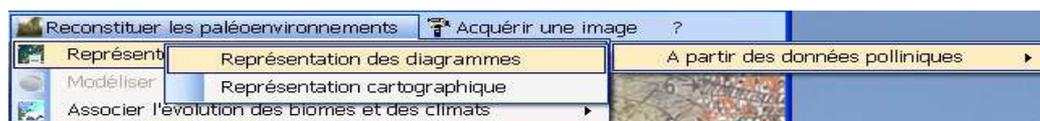
Quelles sont les variations climatiques enregistrées par les végétaux?

Correspondent elles aux documents précédents?

2^{ème} cas, on travaille avec plusieurs sites:

Dans le cas qui nous intéresse, nous choisissons d'observer la répartition dans le temps d'un taxon marqueur sur plusieurs sites. La variation latitudinale est intéressante... Là encore, il y a la possibilité de mutualiser.

"Reconstituer les paléoenvironnements" -



"Représenter les résultats sous forme de diagrammes"- "Répartition diachronique d'un taxon"

Exemple pour Quercus robur marqueur de climat tempéré.

Puis par un clic, choisir les sites en fonction de l'âge, latitude, altitude, etc.....

Les sites choisis s'affichent à droite, "afficher et actualiser les diagrammes"



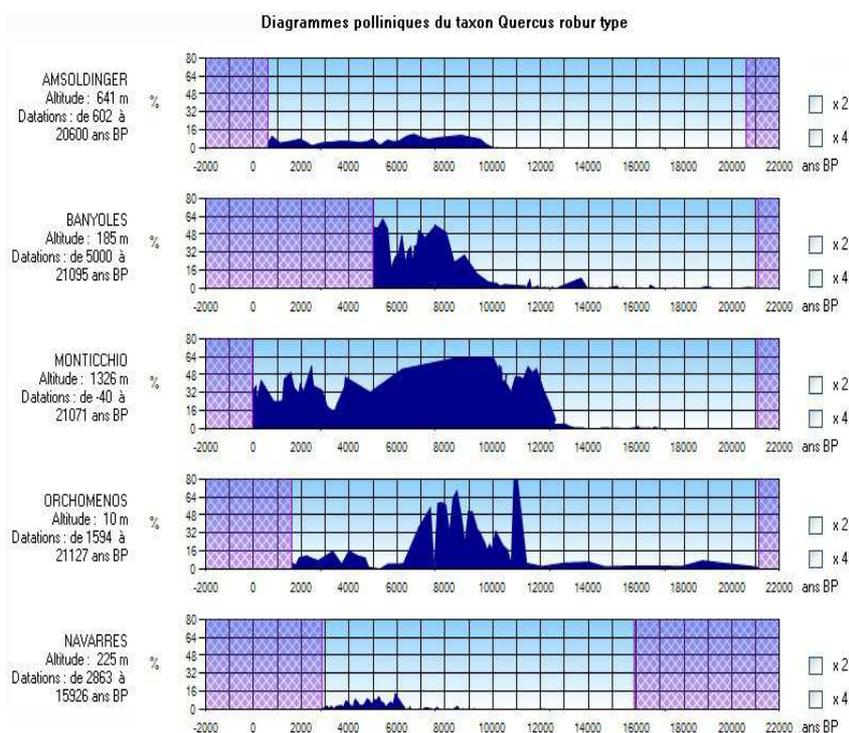
Quercus robur type

Sites sélectionnés :

- 1) AMSOLDINGER Altitude : 641 m
Datations : de 602 à 20600 ans BP
- 2) BANYOLES Altitude : 185 m
Datations : de 5000 à 21095 ans BP
- 3) MONTICCHIO Altitude : 1326 m
Datations : de -40 à 21071 ans BP
- 4) ORCHOMENOS Altitude : 10 m
Datations : de 1594 à 21127 ans BP
- 5) NAVARRES Altitude : 225 m
Datations : de 2863 à 15926 ans BP

Afficher et actualiser les diagrammes

Effacer et recommencer la sélection



Interprétation: précocité de la présence des taxons dans le sud ou des zones proche des océans (méditerranée ici) peu ou pas présent autour de - 10000 BP.

Remarque :Des élèves peuvent travailler en parallèle sur la disparition des marqueurs du froid. (Artémisia, Betula)

Ouvrir la base de données faunistiques



"Représenter les données" - "les données faunistiques d'un site" - "Europe"



La carte apparaît mais le nombre de sites étant important (280), il vaut mieux faire une requête précise selon l'âge.

Les sites ayant au moins 3 datation sont les plus utiles dans notre cas.



Celui de Reilhac en Dordogne (13700 - 6172 BP) est intéressant puisqu'il englobe la période du Dryas 3



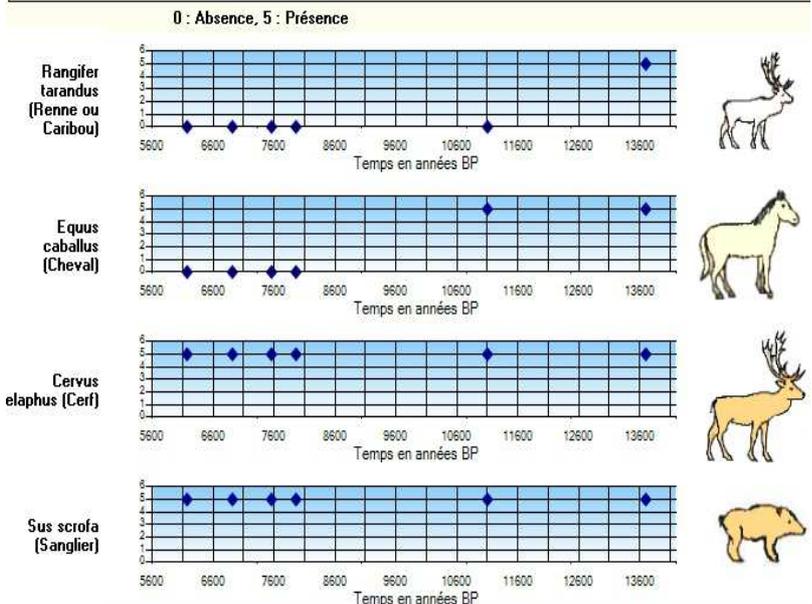
Un clic sur le site pour faire apparaître le diagramme.

Localité : Reilhac	Nombre de datations : 6
Nom du site : Sanglier	Région : France Dordogne
Longitude : 1,75	Latitude : 44,68
	Altitude :

Ce dernier indique la régression des taxons de climat froid (Rennes et cheval) et le maintien de ceux de climat tempéré (cerf et sanglier).

La lacune entre 11100 et 8100 peut être imputée à un refroidissement marqué accompagné de précipitations importantes de neige ayant interrompu la présence humaine et ou animale.

D'autres site comme celui de La Colombière à Pont d'Ain dans l'Ain montrent les mêmes événements.



Conclusion générale sur la pertinence des différents types de données

Activité 3: COMMENT ABORDER LES MODULES DE RECONSTITUTION DE PAYSAGE et DE CARTE DE REPARTITION DES TAXONS

Ouvrir une base de données

"Reconstituer les paléo environnements"

"Associer l'évolution des biomes et des climats"

Choisir " construire une carte" ou "construire un paysage"

EXERCICE à partir des données glaciaires:

Effets des activités humaines : rechercher les variations, dans les glaces du Groenland, du plomb (Pb) et du cuivre (Cu) . Que peut on remarquer?

indices:

époque romaine (-500 à 300 ap JC)

époque impériale chinoise(-2205 à – 221 av JC)

Activité 4: CAUSE POSSIBLE DE L' ÉVOLUTION DE LA BIODIVERSITÉ entre – 11800 et - 6000 ans sur le site de Pré en Pail (Mayenne).

Pour cette activité, en plus du logiciel paléobiomes, utiliser le diaporama en ligne sur le site ACCES . ([format ppt](#) ou [format odp](#))

- afficher les diapos 1 et 2 et repérer les conditions aux dates -11800 et -6000 ans.

Quelle cause possible peut expliquer l'évolution de la biodiversité entre ces dates ?

Pour vérifier cela nous allons nous intéresser à l'évolution de quatre taxons considérés comme marqueur de climat : **Quercus robur**, **Artémisia**, **Poacées** et **Corylus**

- A partir du logiciel noter les préférences climatiques et la répartition géographique de chaque taxon.
- Afficher ensuite les diagrammes polliniques, le cas échéant adapter l'échelle verticale.
- Saisir à partir des diagrammes les informations relatives à une variation climatique.
- imprimer si nécessaire.

Conclure.

Modification récente de la biodiversité

Quelle est l'évolution des Poacées à partir de – 4200 ans?

Proposer une explication à cela en mettant en relation cette remarque avec le paysage actuel à Pré en pail.

Pour confirmer cela voir diapos 3 à 5.

Choisir plusieurs taxons marqueurs de l'anthropisation (influence de l'Homme) : **Céréalia** (plante cultivée), **Plantago** (marqueur du piétinement) et **Rumex** (plante nitrophile), ainsi que d'autres espèces telles que **Quercus robur** et **Corylus**.

- afficher les diagrammes polliniques

conclure

NB: Pour expliquer la présence de Rumex au delà de -9200 penser à regarder ses préférences climatiques.