



**Introduction :** Si des méthodes isotopiques peuvent être utilisées pour déterminer des climats, d'autres méthodes, s'appuyant sur l'actualisme, permettent aussi de déterminer des climats passés, avec certitudes. C'est entre autre le cas d'indices paléo-écologiques, comme la palynologie (études de pollens), ou même d'autres indices, comme des indices préhistoriques, paléontologiques ou sédimentaires.

**Problème : Comment déterminer des climats passés grâce à des données palynologiques ou paléontologiques ?**

Objectifs :

- ➔ Comprendre et utiliser la palynologie pour déterminer des climats passés.
- ➔ Mettre en application l'actualisme pour déterminer des climats passés

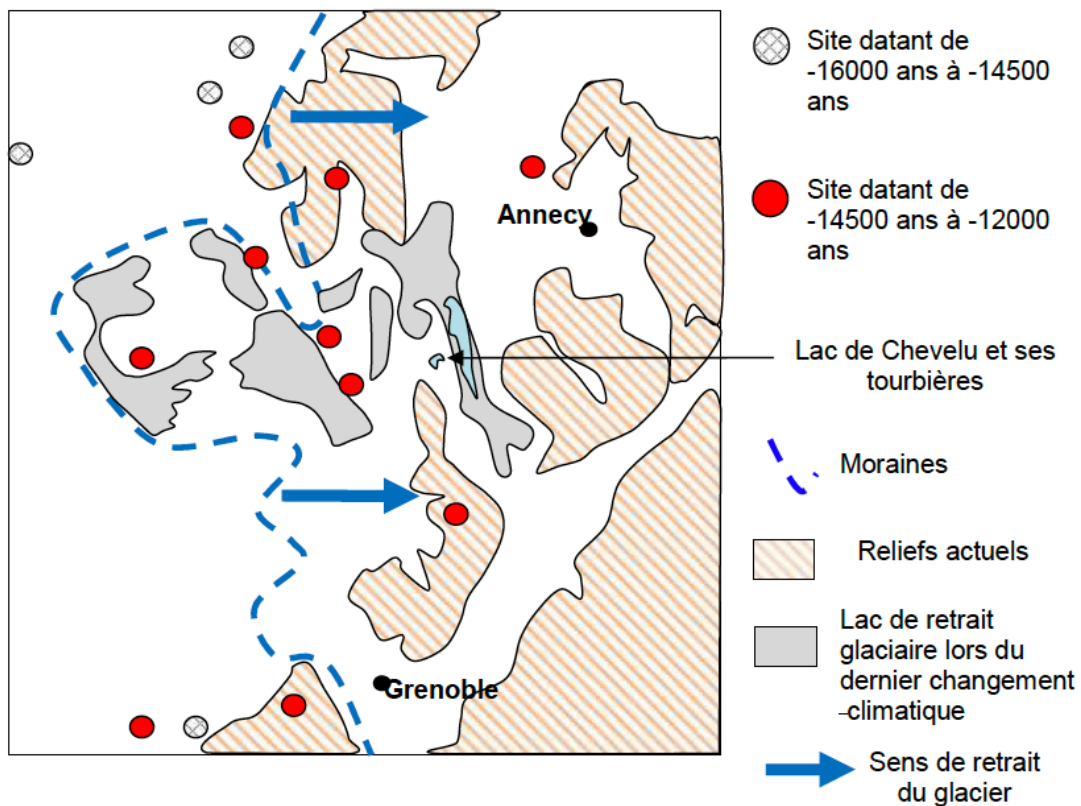
## I- Palynologie, indices préhistoriques et sédimentaires

Le lac de Saint Jean de Chevelu à 320 m d'altitude au pied de la Montagne du Chat en Savoie s'est formé au cours de la dernière glaciation. L'étude de différents sites préhistoriques (-16 000 ans à -12 000 ans) autour de ce lac, montre une modification de la répartition au cours du temps des habitats de l'Homme et de leur habitudes culturelles et alimentaires entre 21 500 ans et 10 000 ans.

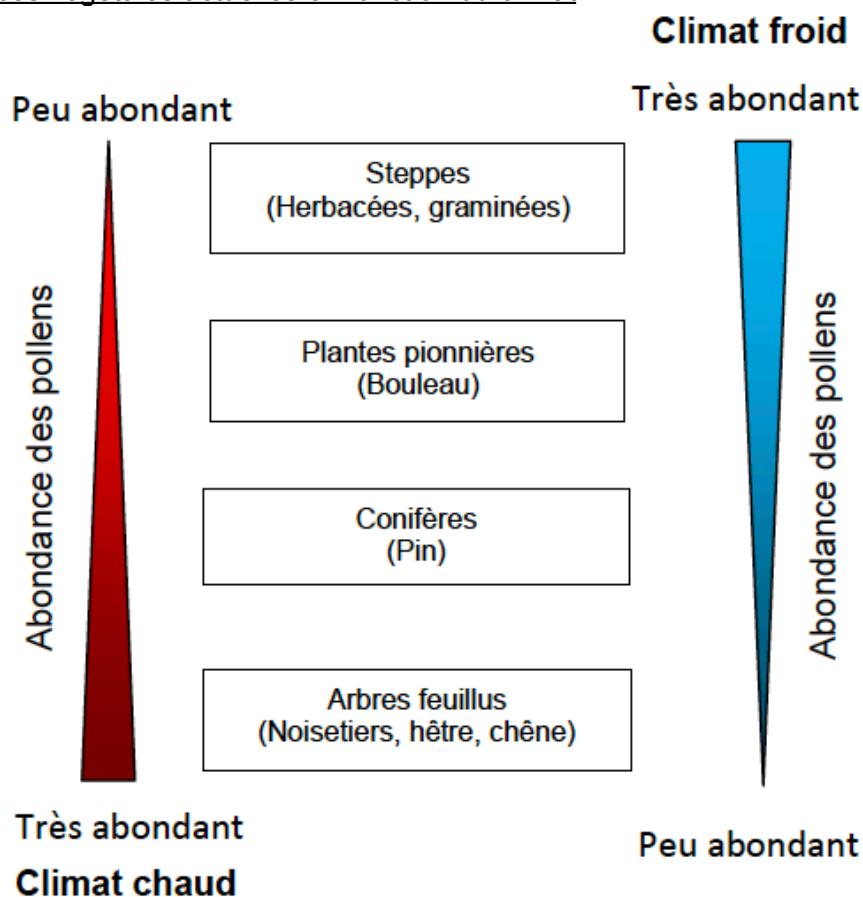
**On cherche à identifier, par l'étude d'indices préhistoriques, sédimentaires et l'observation de pollens issus de tourbe, que l'évolution de l'occupation en Savoie par l'Homme entre 21 500 ans et 10 000 ans est contemporaine d'une modification climatique.**

**Ressources documentaires : Doc. 1 à Doc.5**

**Doc. 1 : Des sites colonisés par l'Homme au Paléolithique**



**Doc. 2 :** Principales espèces végétales actuelles en fonction du climat



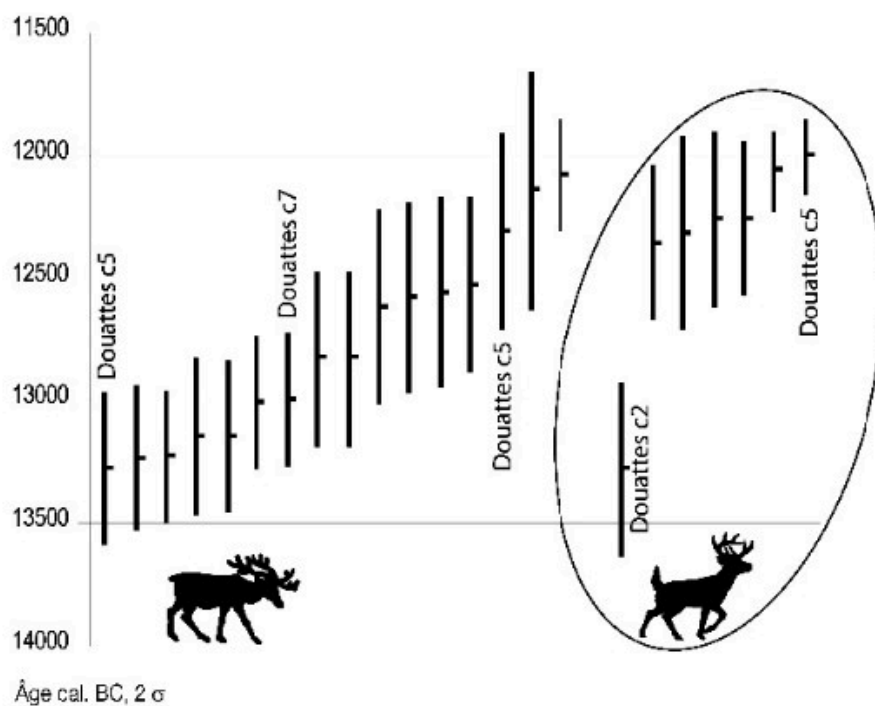
**Doc. 3 :** Des indices préhistoriques.



Ces peintures représentent les animaux que les hommes du paléolithique côtoyaient. On retrouve généralement des animaux adaptés à un climat froid et sec, comparable à la Sibérie actuelle (rennes, rhinocéros, chevaux, hyènes des cavernes, lions des cavernes, mammouths, Bisons).

Mammouths, rhinocéros laineux, hyènes et lions des cavernes disparaissent des peintures entre 14000 et 12000 cal. BC.

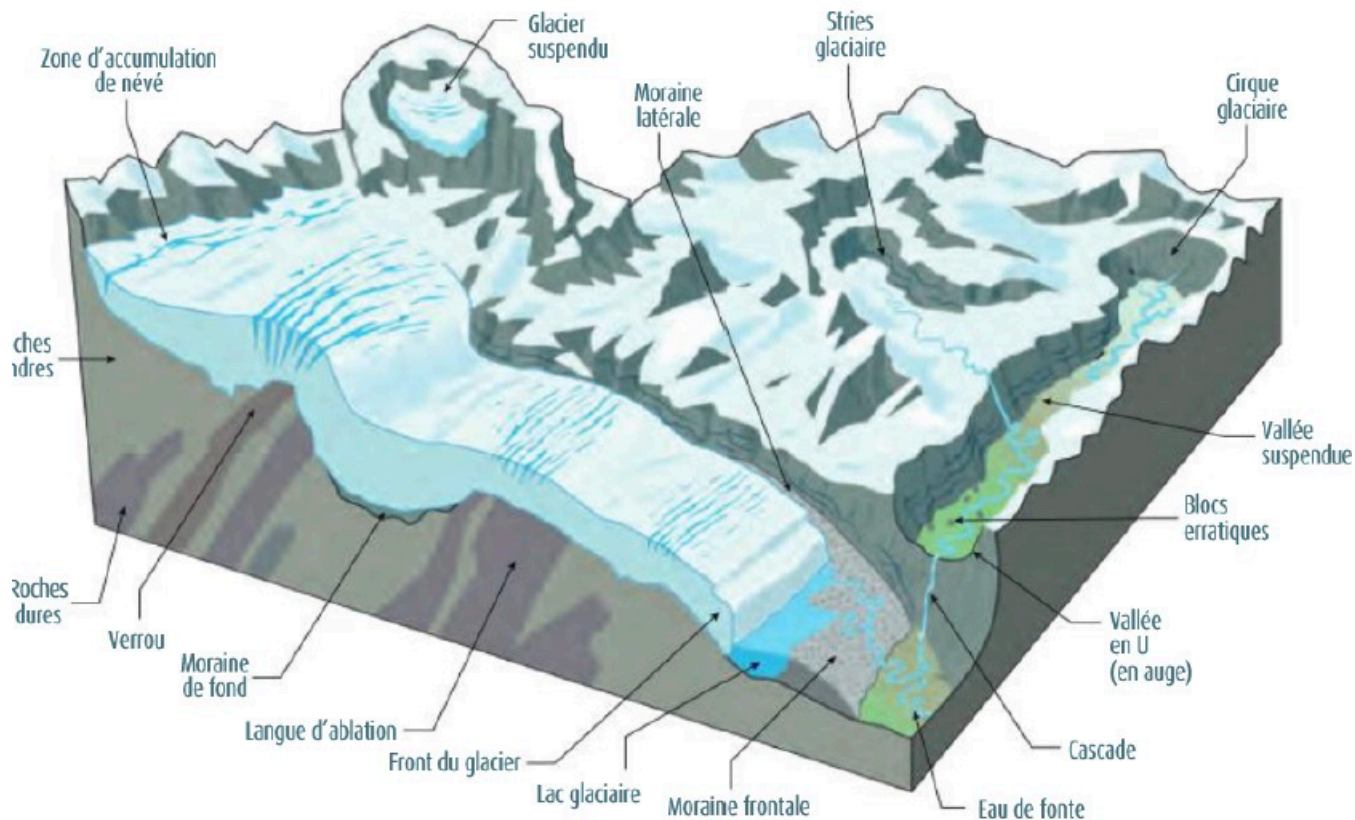
**Doc. 4 : Identification et datation au  $^{14}\text{C}$  d'os retrouvés dans les foyers des campements humains.**



D'après : <https://www.researchgate.net>

Les derniers rennes sont attestés vers 12300-12000 cal. BC, supplantés par le cerf dont les vestiges deviennent prédominants.




**Doc. 5 : Des indices sédimentaires.**



L'érosion glaciaire creuse des vallées en U et se manifeste aussi par des surfaces arrondies et polies (roches moutonnées) souvent striées par les blocs de roche enchâssés dans la glace lors de son déplacement. Les moraines sont des accumulations des roches arrachées par le glacier. Ces dépôts sont caractéristiques par l'hétérogénéité de leur granulométrie : des argiles à des blocs de plusieurs mètres appelés « blocs erratiques » que l'on retrouve laissés en place après la fonte.

### Moraine du glacier de Moiry et bloc erratique Pierre à Martin (Haute Savoie)



Matériel et protocole d'utilisation du matériel		
<b>Matériel :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Échantillons de roche moutonnée</li><li>- Échantillons de tourbes</li><li>- Données polliniques issues de divers prélèvements de tourbe</li><li>- Microscope optique</li><li>- Fiche d'identification des pollens</li><li>- Lames</li><li>- Lamelles</li><li>- Pipettes compte-gouttes</li><li>- Fuchsine glycinée</li><li>- Logiciel de traitement de données numériques et sa fiche technique</li><li>- Fichier : clé de détermination de grains de pollen</li></ul>	<b>Afin de vérifier l'évolution de l'occupation en Savoie par l'Homme entre 21 500 ans et 10 000 ans est contemporaine d'une modification climatique :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Exploiter les indices préhistoriques humains.</b></li><li>- <b>Exploiter les indices sédimentaires</b></li><li>- <b>Exploiter les indices palynologiques :</b></li></ul> <b>Identifier</b> des pollens et des paléoenvironnements <i>Appeler l'examineur pour vérifier le résultat</i> <b>Traiter</b> des données numériques.	
<b>Sécurité (logo et signification)</b> 	<b>Précautions de manipulation</b> 	<b>Dispositif d'acquisition et de traitement d'images (si disponible)</b> 

## II- les stomates, des indicateurs du climat du passé

Pour étudier les variations passées de la concentration atmosphérique en CO<sub>2</sub> et ainsi mieux connaître les climats anciens, on peut montrer expérimentalement que le Ginkgo biloba (espèce présente sur la Terre depuis 200 millions d'années) possède sur ses feuilles une quantité de stomates, qui varie avec la concentration atmosphérique de CO<sub>2</sub>.

**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 CO<sub>2</sub> atmosphérique.

**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 %.

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

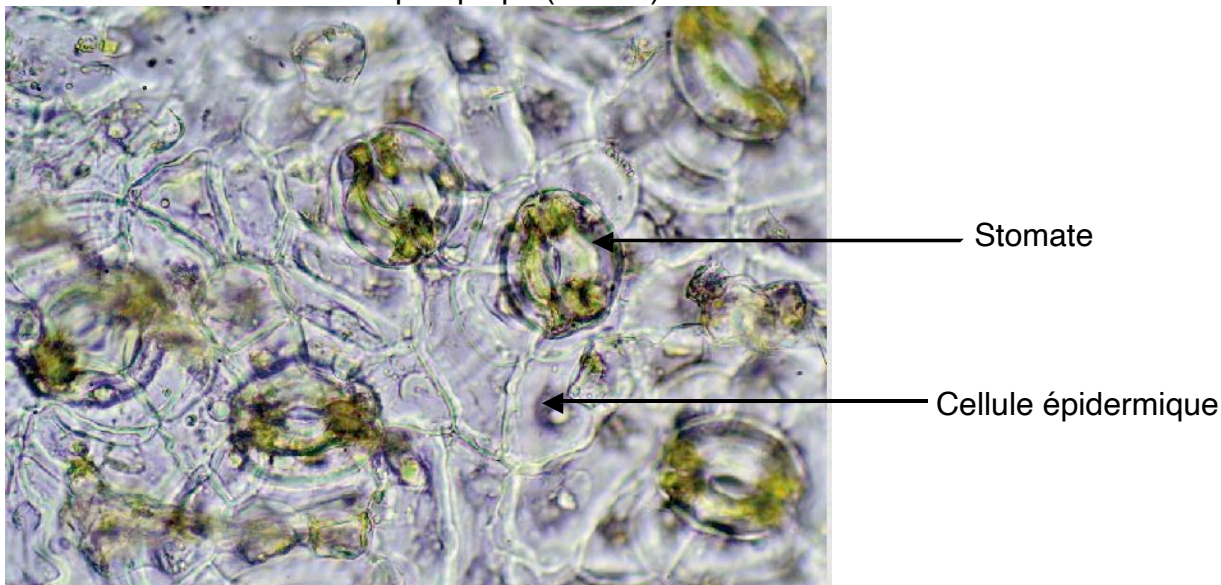
*Important* : Les deux cellules stomatiques constituent un seul stomate. Elles ne comptent donc que pour une unité, dans le calcul de l'indice stomatique

Document 1 : le Ginkgo biloba, une espèce présente sur Terre depuis 200 millions d'années



**Problème** : On cherche à savoir si le nombre de stomates chez le *Ginkgo biloba* dépend de la concentration en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère. Une telle relation actuelle de causalité permettrait en effet d'utiliser cette méthode pour évaluer les concentrations en CO<sub>2</sub> atmosphérique du passé à partir du nombre de stomates des feuilles de Ginkgo fossiles.

Document 2 : Photographie de l'épiderme de la face inférieure d'une feuille de Ginkgo biloba actuel observé au microscope optique(Gx400)



- 1) Concevoir une stratégie pour résoudre une situation problème : Proposer une démarche d'investigation qui permette de connaître les climats du passé
- 2) Mettre en oeuvre le protocole d'abord pour le laurier.
- 3) **Mettre en œuvre le protocole** de mesure de l'indice stomatique **afin de montrer** si l'indice stomatique du Ginkgo biloba actuel est lié ou non à l'augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère.

### **PROTOCOLE :**

**Mesurer** l'indice stomatique actuel du Ginkgo biloba (sur feuille ou directement sur image):

1. enduire la face inférieure de l'épiderme de vernis à ongle transparent.
2. retirer le film de vernis une fois celui-ci sec (empreinte).
3. Mettre entre lame et lamelle le film obtenu avec une goutte d'eau
4. observer cette empreinte au microscope (préparation microscopique).
5. Capturer l'image
6. Utiliser mesurim© pour pointer et compter le nombre de stomates
7. Calculer l'indice stomatique de la feuille.

4) **Compléter** les données du fichier **tableur (ginkgo.xls)**, sachant que la valeur actuelle de la concentration atmosphérique en CO<sub>2</sub> est de 370 ppmV :

➔ Indices stomatiques mesurés au laboratoire sous atmosphère contrôlée en CO<sub>2</sub> (teneur en ppm = parties par million en volume)

*Indication de réussite : la valeur de l'indice mesuré pour le Ginkgo doit être entre 6,5 et 9,5.*

- 5) **Réaliser le graphe de l'indice stomatique en fonction de la teneur en CO<sub>2</sub>**
- 6) **Répondez au problème posé au début de l'activité**