

Étude d'une modification climatique dans la région du lac Salinas au Pérou, sujet de métropole, mars 2023, exercice 2

Énoncé

Exercice sur 8 points

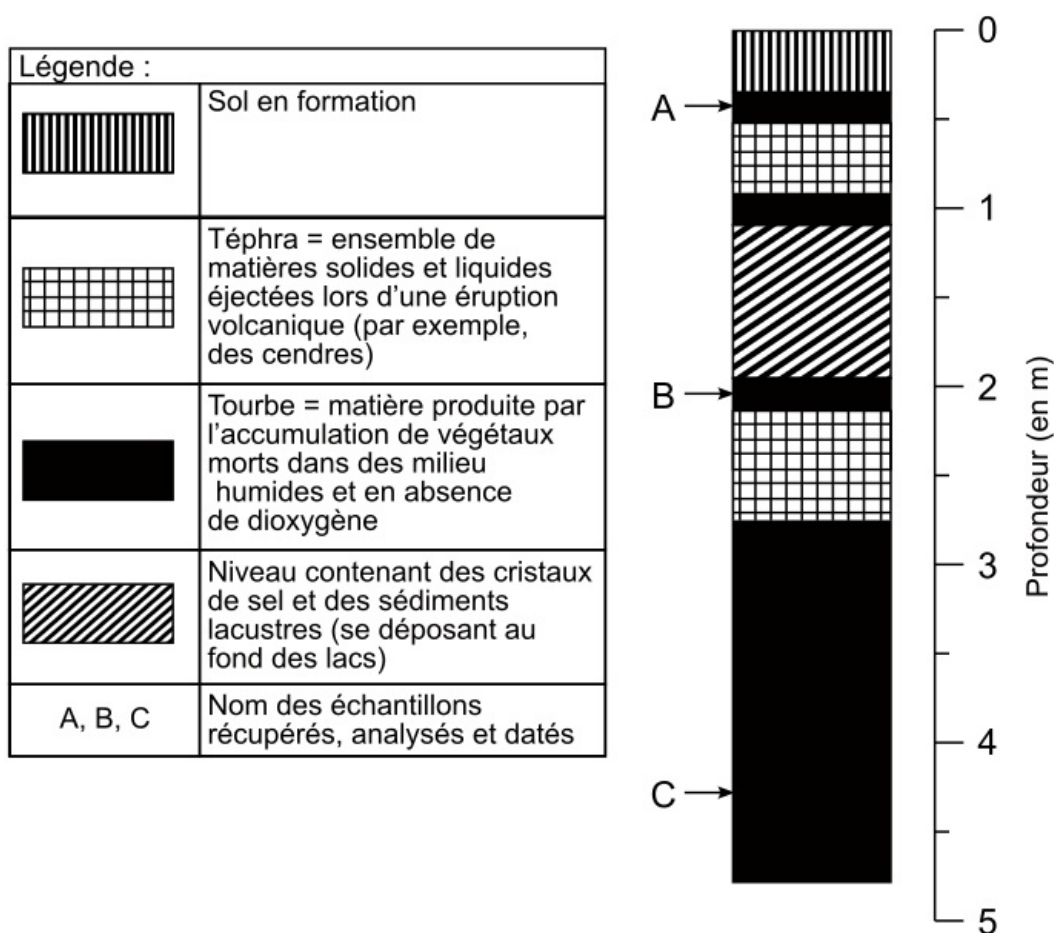
Le climat d'une région est défini par deux paramètres principaux : la température et l'humidité. On s'intéresse au climat local du lac Salinas, un lac salé situé à 4 300 m d'altitude dans la région d'Arequipa au Pérou. Des études montrent que ce lac a enregistré une modification de certains paramètres climatiques au cours des 15 000 dernières années.

QUESTION :

Montrer quelle variation climatique a affecté la région du lac Salinas au cours des 15 000 dernières années.

Vous organiserez votre réponse selon une démarche de votre choix, intégrant des données des documents et les connaissances utiles.

Document 1 : profil d'une carotte prélevée dans les sédiments du lac Salinas



Source : d'après « Étude téphrostratigraphique et bio-climatique du Tardiglaciaire et de l'Holocène de la Laguna Salinas, Pérou méridional », Juvigné et al., Géographie physique et Quaternaire, 1997

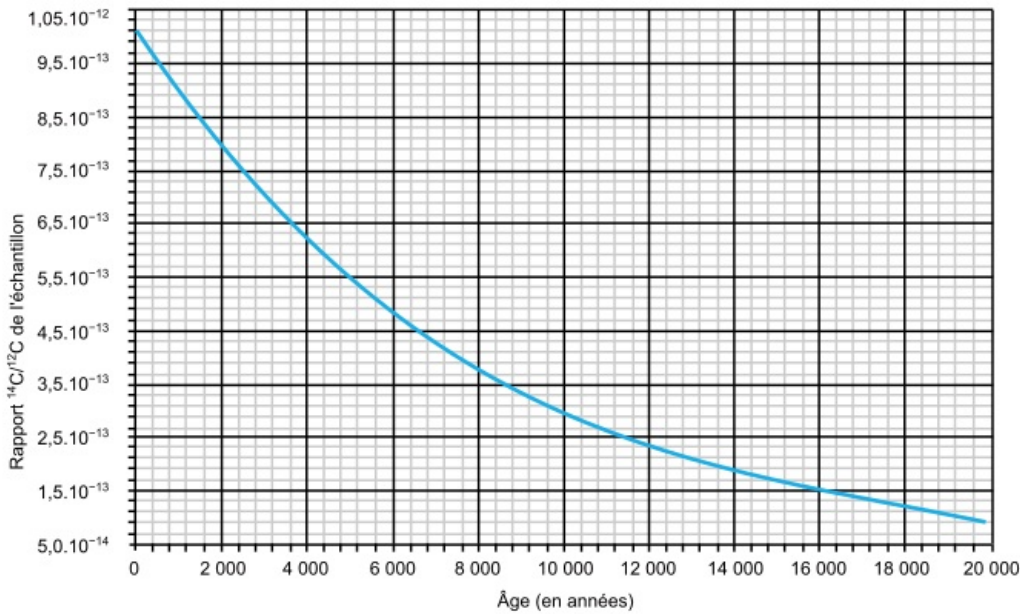
Document 2 : datation par radiochronologie à l'aide de la méthode du ^{14}C

Il existe trois isotopes de l'atome de carbone. Deux sont des isotopes stables : le ^{12}C (majoritaire à 98,9 %) et le ^{13}C . Le troisième isotope, le ^{14}C , est radioactif.

Le CO_2 atmosphérique contient principalement l'isotope stable ^{12}C . Cependant, une très faible quantité (1 pour 10^{12} molécules) de CO_2 atmosphérique contient du ^{14}C radioactif.

Ce $^{14}\text{CO}_2$ est produit en continu dans la haute atmosphère. On considère que le rapport $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ du CO_2 est relativement stable dans le temps. Cependant, lorsqu'un organisme meurt, il n'échange plus avec son milieu et son propre rapport $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ commence à décroître selon la courbe suivante.

Évolution du rapport $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ en fonction du temps écoulé depuis la mort de l'organisme



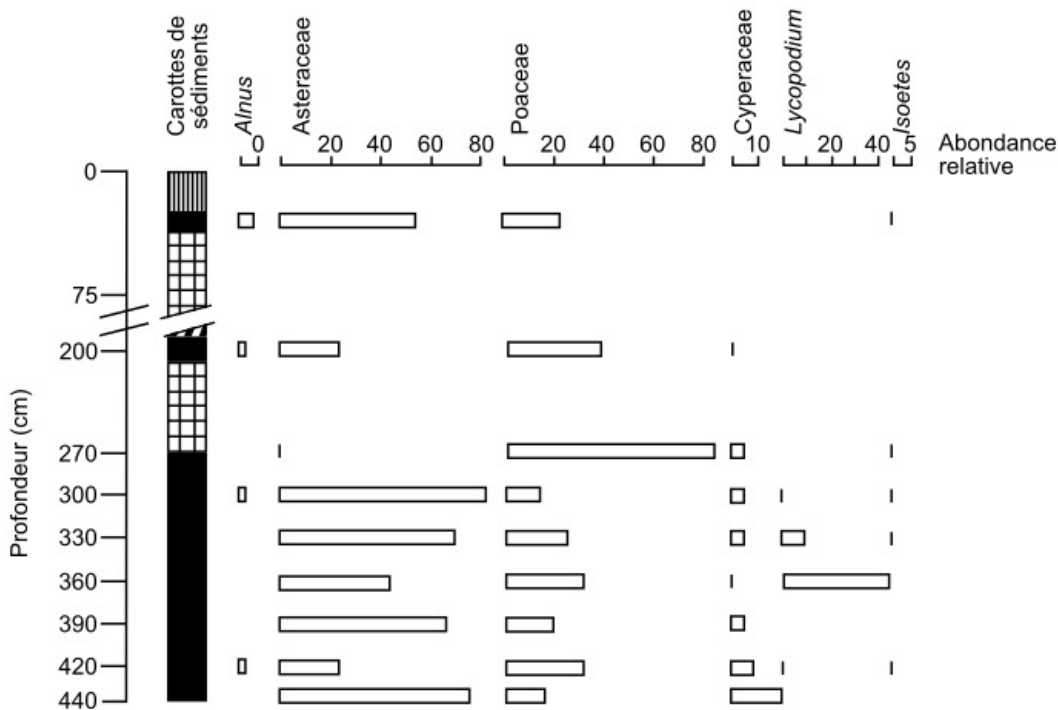
Sources : d'après l'article « Comment calculer l'âge grâce au carbone 14 », Thierry Lbuillier, 2020, disponible sur <http://accens.ens-lyon.fr>

Le temps de demi-vie du ^{14}C est d'environ 5 730 ans, ce qui permet de dater des échantillons contenant du carbone, et pour lesquels la fermeture du système a eu lieu il y a moins de 40 000 ans.

Le tableau suivant présente les mesures effectuées sur les échantillons de tourbe de la carotte de sédiments du lac Salinas.

Nom des échantillons	A	B	C
Rapport $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ de l'échantillon	$9,86.10^{-13}$	$3,10.10^{-13}$	$1,69.10^{-13}$

Document 3 : diagramme pollinique réalisé à partir des échantillons des tourbes localisées dans la carotte de sédiments du lac Salinas



Source : d'après « Étude téphrostratigraphique et bio-climatique du Tardiglaciaire et de l'Holocène de la Laguna Salinas, Pérou méridional », Juvigné et al., Géographie physique et Quaternaire, 1997

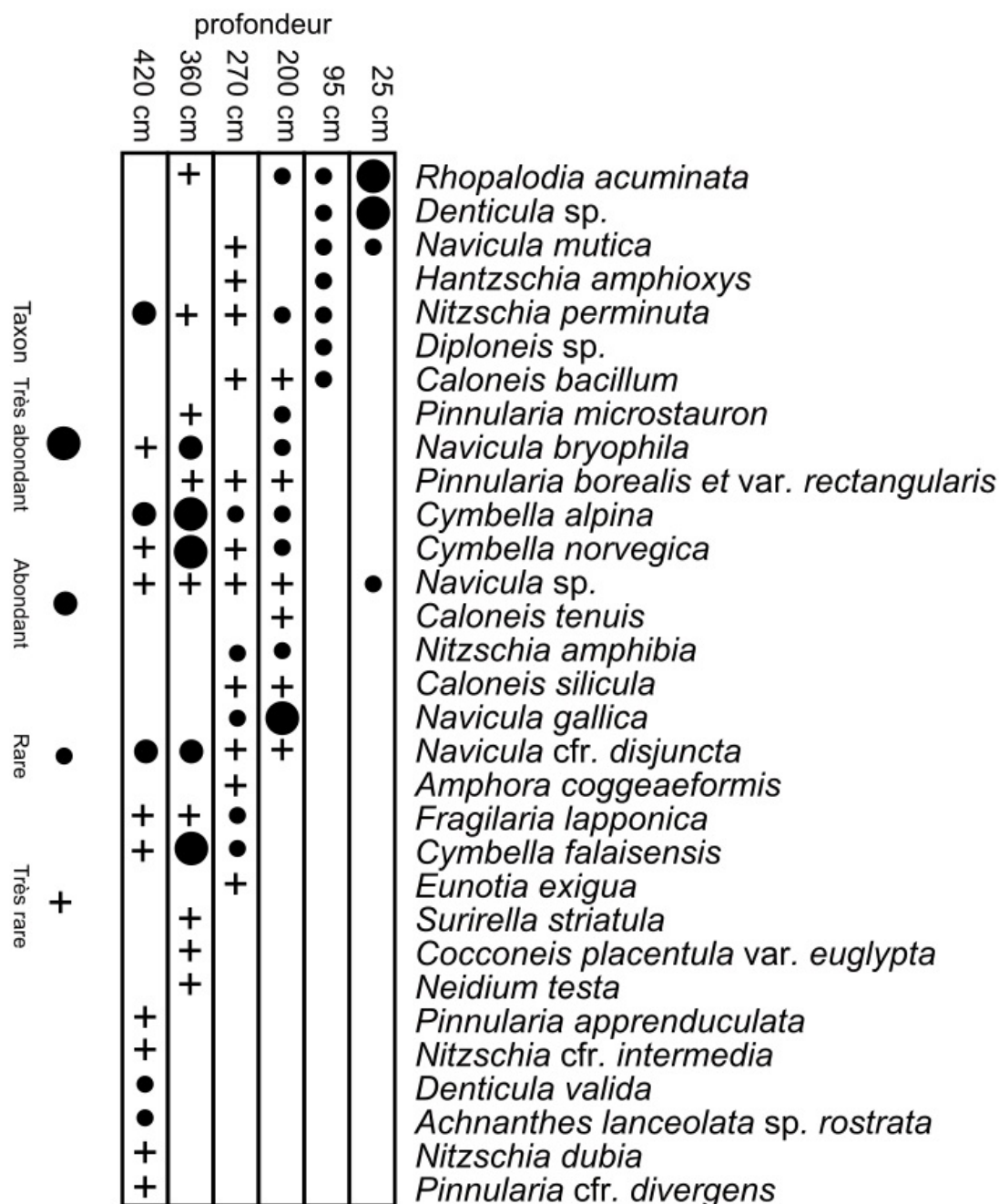
Légende :

- Les doubles barres obliques entre 75 et 200 cm signifient que l'échelle n'est plus respectée dans l'intervalle car il n'y a pas de données disponibles.
- Les figurés utilisés correspondent à ceux utilisés dans le document 1.

- Les noms indiqués avec une majuscule (par exemple, *Alnus* ou *Asteraceae*) correspondent à des noms de genre ou de famille de végétaux.

Document 4 : relevé des diatomées présentes dans la carotte de sédiments du lac Salinas

Les diatomées sont des algues unicellulaires, vivant dans des milieux aquatiques très variés.



Source : d'après « Étude téphrostratigraphique et bio-climatique du Tardiglaciaire et de l'Holocène de la Laguna Salinas, Pérou méridional », Juvigné et al., Géographie physique et Quaternaire, 1997

Les « * » désignent les espèces qui sont reprises dans le document 5b.

Document 5 : écologie des organismes présents dans la carotte de sédiments

Document 5a : milieux de vie actuels des organismes dont les pollens ont été retrouvés dans la tourbe du lac Salinas

Nom de groupe	Données écologiques
<i>Alnus</i>	Tolère les climats assez humides ou secs.
<i>Asteraceae</i>	L'association des deux est caractéristique des steppes de haute altitude du Pérou, qui peuvent être plus ou moins sèches ou humides.
<i>Poaceae</i>	

<i>Cyperaceae</i>	Milieux humides.
<i>Lycopodium</i>	
<i>Isoetes</i>	

Les groupes sont ici des genres ou familles d'organismes.

Sources : d'après tela-botanica.org ; réseau des botanistes francophones et d'après inpn.mnbn.fr ; Institut national du patrimoine naturel

Document 5b : diatomées et salinité de l'eau

La salinité de l'eau d'un lac augmente lorsque l'évaporation est supérieure à l'apport d'eau par les pluies ou rivières.

Espèce de diatomée	Salinité de l'eau
<i>Rhopalodia acuminata</i>	Forte
<i>Denticula sp.</i>	Forte
<i>Navicula mutica</i>	Moyenne
<i>Hantzschia amphioxys</i>	Moyenne
<i>Nitzschia perminuta</i>	Moyenne
<i>Diploneis sp.</i>	Moyenne
<i>Caloneis bacillum</i>	Moyenne
<i>Cymbella alpina</i>	Faible
<i>Cymbella norvegica</i>	Faible
<i>Cymbella falaisensis</i>	Faible
<i>Fragilaria lapponica</i>	Faible
<i>Navicula gallica</i>	Faible
<i>Navicula cfr. disjuncta</i>	Faible
<i>Navicula bryophila</i>	Faible

Sources : d'après « Les diatomées fossiles de deux tourbières ombrotrophes du Bas-Saint-Laurent, Québec », Lortie, Géographie physique et Quaternaire, 1983 ; et d'après « Étude téphrostratigraphique et bio-climatique du Tardiglaciaire et de l'Holocène de la Laguna Salinas, Pérou méridional », Juvigné et al., Géographie physique et Quaternaire, 1997