

CONCOURS GÉNÉRAL DES LYCÉES

—

SESSION 2023

—

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

(Classes de terminale voie générale spécialité sciences de la vie et de la Terre)

Durée : 5 heures

—

L'usage de la calculatrice est interdit

Consignes aux candidats

- Ne pas utiliser d'encre claire
- N'utiliser ni colle, ni agrafe
- Ne joindre aucun brouillon
- Ne pas composer dans la marge
- Numéroté chaque page en bas à droite (numéro de page / nombre total de pages)
- Sur chaque copie, renseigner l'en-tête + l'identification du concours :

Concours / Examen : CGL

Matière : SVTE

Session : 2023

Tournez la page S.V.P.

REMARQUES IMPORTANTES

Le sujet comporte **deux parties** :

- La première partie est un **exercice de synthèse**.
- La seconde partie est fondée sur l'**exploitation de documents**.

Aucune introduction générale ni conclusion générale n'est attendue.

Les réponses aux questions de la seconde partie doivent être présentées dans l'ordre du sujet. La copie doit reprendre la numérotation des questions et des documents.

L'évaluation de la copie prendra en compte la clarté, la rigueur et la concision des propos ainsi que la qualité des illustrations et le soin accordé à la présentation.

SOURCES ET REFERENCES DES DOCUMENTS

Vincent C. *et al.* (2017) *Geoph. Res. Letters*.

Benoît L. (2014) Thèse ED109 Sciences de la Terre.

<http://www.glaziologie.badw.de> (dernière consultation : 26 août 2022)

Bonani G. *et al.* (1994) *Radiocarbon* **36**(2), 247-250

Mocci F. *et al.* (2008) *Cahiers de paléoenvironnements*, n°6, collection EDYTEM.

Leeman A. and Niessen F. (1994) *The Holocene* **4**(3), 259-268.

McDermott F. *et al.* (2001) *Science* **294**, 1328-1331

Keller A. *et al.* (2012) *Nat Commun* **3**, 698

Gerbault P *et al.* (2011) *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* **366**(1566), 863-77

Burger J. *et al.* (2007) *PNAS* **104**(10), 3736-3741

Segurel L *et al.* (2020) *PLOS Biology* **18**(6), e3000742.

Ingram C.J. *et al.* (2009) *Hum Genet.* **124**(6), 579-91

<https://www.inserm.fr/actualite/vers-fin-intolerance-lactose/> (dernière consultation : 10 novembre 2022)

Fumery M. *et al.* (2017) *EMBO Mol Med* **9**, 1471-1481

<https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/?p=1341> (dernière consultation : 8 novembre 2022)

<https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/intolerance-lactose> (dernière consultation : 10 novembre 2022)

Augère B. (2001) *Les enzymes, biocatalyseurs protéiques*, édition Ellipses

https://fr.wikipedia.org/wiki/Récepteur_gamma_activé_par_les_proliférateurs_de_peroxyosomes (dernière consultation : 11 novembre 2022)

Les comparaisons de séquences montrées dans certaines figures ont été générées à l'aide du logiciel GenieGen2 (v2.14, P. Cosentino/P.Pillot).

La production de structure moléculaire tridimensionnelle a été réalisée à l'aide de LibMol (P. Pillot).

Première partie

La construction du phénotype d'un individu tout au long de sa vie

La Terre présente une très grande diversité d'êtres vivants. Au sein de cette biodiversité, chaque être vivant présente un phénotype qui lui est propre et qui se construit tout au long de sa vie.

Après avoir caractérisé le phénotype d'un individu à différentes échelles, vous préciserez les mécanismes biologiques et la diversité des facteurs établissant le phénotype d'un individu au cours de sa vie.

On ne traitera que le cas d'individus représentant d'organismes diploïdes.

Votre exposé sera organisé à l'aide d'un **texte structuré (plan avec titres et sous-titres informatifs)**, clairement **argumenté** et **illustré** (les illustrations compteront pour une part importante dans l'évaluation des copies).

Durée de rédaction conseillée : 2 heures 30 minutes.

Seconde partie

Ötzi : l'homme des glaces

Le 19 septembre 1991, un couple de randonneurs allemands découvrait de façon fortuite un corps gisant sous un glacier dans la vallée de Senales (Alpes de l'Ötztal, Italie), à une altitude de 3210 mètres. Cet homme naturellement momifié fut nommé Ötzi, du nom de la région de sa découverte.

*Ötzi, l'homme des glaces :
position lors de sa découverte
Taille d'Ötzi : 1,58 m.*

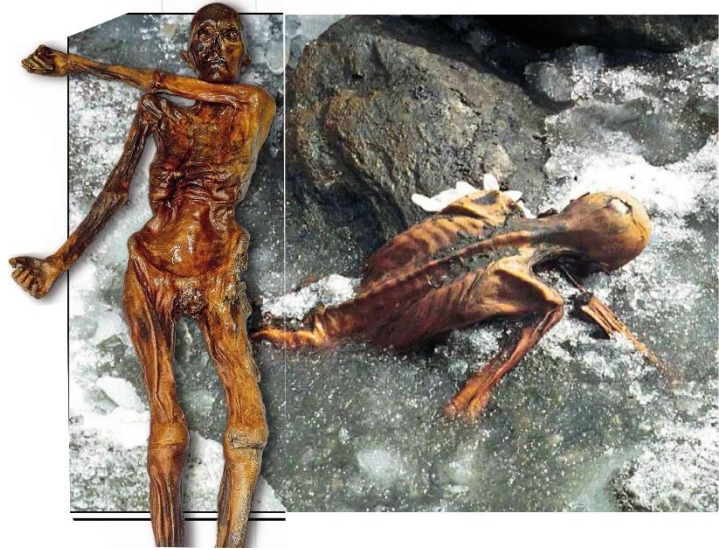


Figure 1 : Localisation des Alpes de l'Ötztal, indiquée par le cercle noir

Les noms associés aux triangles noirs sont des noms de glaciers alpins : le Vernagtferner (Vernagt.) et le Hintereisferner (Hef.) sont localisés dans les Alpes de l'Ötztal. Le glacier de l'Argentière (Arg.) est situé dans les Alpes occidentales – voir figure 5.

La zone plus foncée correspond aux zones alpines les plus élevées de la chaîne



1 – L'ENVIRONNEMENT DE DECOUVERTE D'ÖTZI

Dans cette partie, on s'intéresse à l'environnement de découverte d'Ötzi. Les photographies des figures 2 et 3 ont été prises en été dans la région de Senales, dans les Alpes de l'Ötztal.

Figure 2 : Photographie aérienne -prise en été- de la vallée de Senales (vue vers le Nord)

La croix rouge indique le lieu de découverte d'Ötzi et le cadre rouge la zone couverte par la photographie de la figure 3.

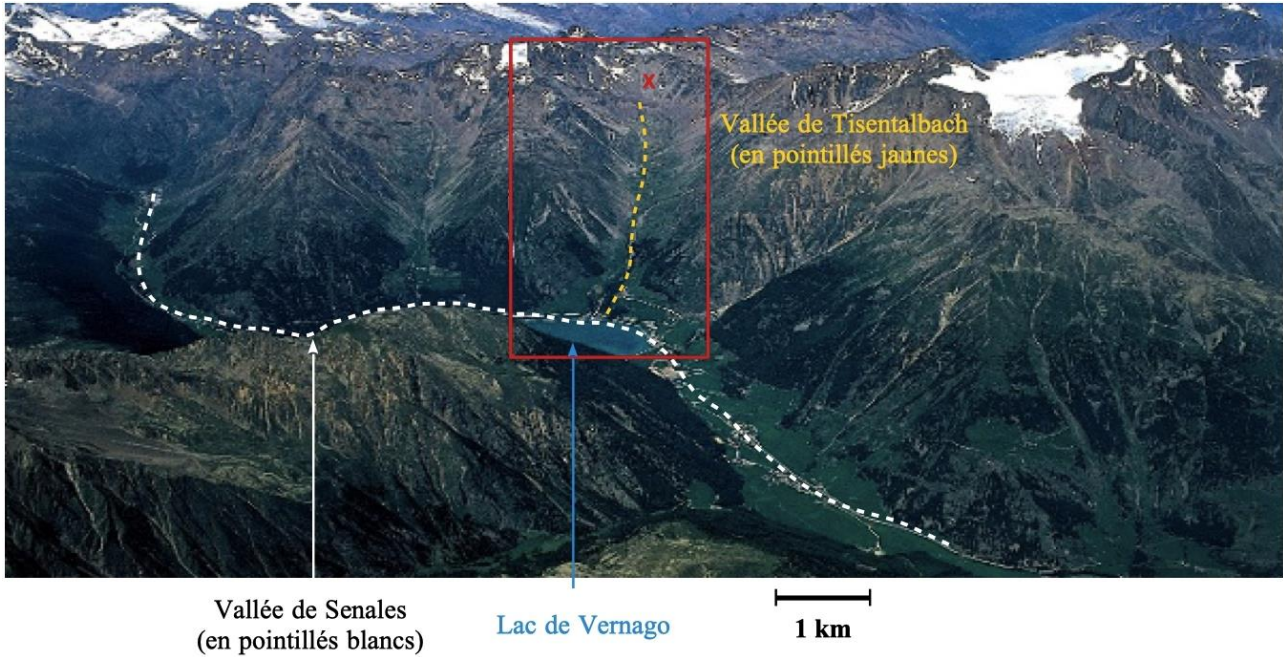


Figure 3 : Vallée de Tisentalbach

Photographie prise depuis la zone marquée par la croix rouge visible sur la photographie 2 (vue vers le Sud). Les étoiles indiquent des formations similaires à celles visibles sur la photographie de la figure 4a.



Figure 4 : Photographies de détail

a) Détail de formations rocheuses du même type que celles pointées par des étoiles jaunes sur la figure 3

b) Détail de figures visibles sur le fond de la vallée de Tisentalbach.



Figure visible sur le fond de la vallée

Question 1

Question 1a – Donnez les caractéristiques morphologiques de la vallée de Senales ainsi que de la vallée de Tisentalbach en amont de laquelle se trouvait Ötzi, à partir des photographies des figures 2 et 3.

Question 1b – Décrivez et nommez les formations rocheuses visibles sur les flancs et dans le fond de ces vallées (photographies des figures 4a et 4b).

La vallée de Senales est à relier à la présence du glacier de Senales qui s'étend plus au Nord sur des sommets partiellement enneigés en été, couverts de glace en hiver.

Actuellement, les mouvements de surface de plusieurs glaciers alpins sont suivis par GPS (*Global Positioning System*). C'est le cas du glacier de l'Argentière situé dans les Alpes françaises (noté *Arg.* sur la figure 1). La figure 6 donne des résultats de positionnement de l'une des stations GPS installées en 2013 sur le glacier.

Figure 5 : Positionnement de stations GPS au niveau du glacier de l'Argentière

A gauche, photographie aérienne orientée, montrant la position des stations GPS ; à droite : station GPS.

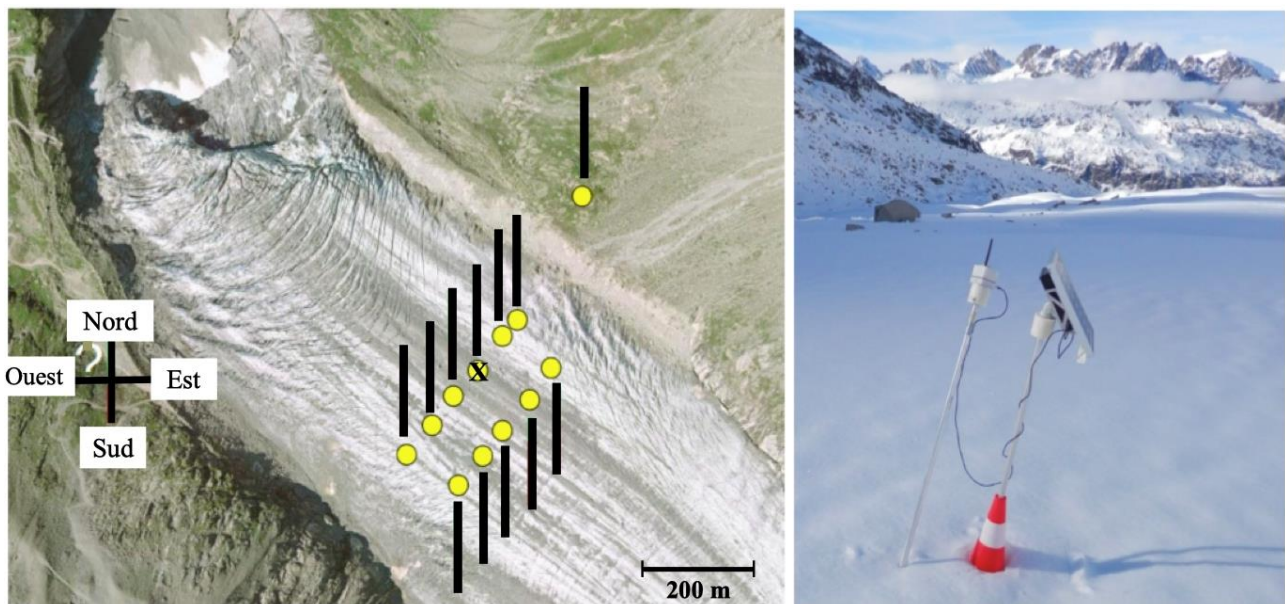
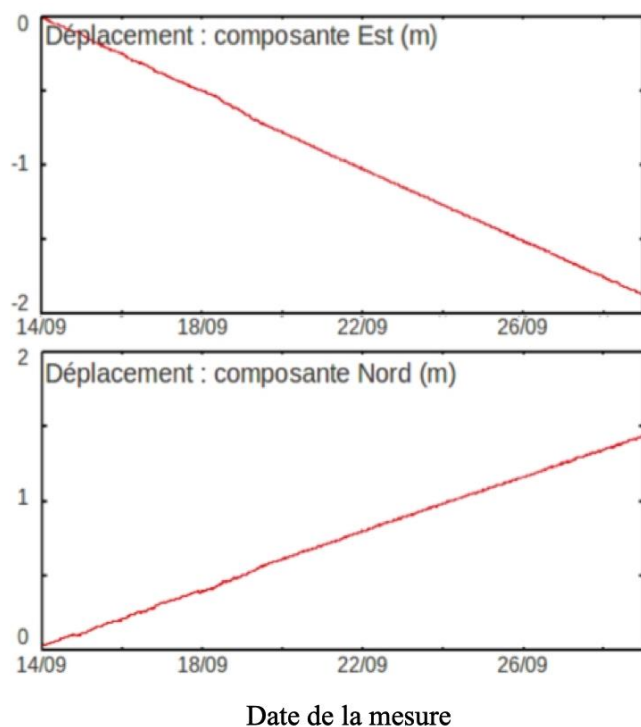


Figure 6 : Données GPS de déplacement horizontal de la station GPS notée par une croix sur la figure 5

Position (en mètres) donnée par rapport à la position de la station le 14/09/2013

Composante Est-Ouest
Les déplacements vers l'Est sont comptés positivement et ceux vers l'Ouest négativement.

Composante Nord-Sud
Les déplacements vers le Nord sont comptés positivement et ceux vers le Sud négativement.



Question 2 – En utilisant les données GPS de la figure 6, représentez dans un repère orthonormé le vecteur déplacement actuel du glacier de l'Argentière ; donnez sa direction et son sens, et calculez la vitesse de déplacement du glacier (en cm/jour).

Question 3 – Expliquez succinctement comment le déplacement d'un ancien glacier peut être à l'origine d'un paysage tel que celui décrit dans les questions 1a et 1b.

Au nord du glacier de Senales, côté autrichien, se trouve un très grand glacier, le glacier de Vernagt (dit « Vernagtferner », voir sa localisation sur la figure 1 et son aspect sur la figure 7).

Figure 7 : Photographie aérienne du Vernagtferner, vue vers le Nord

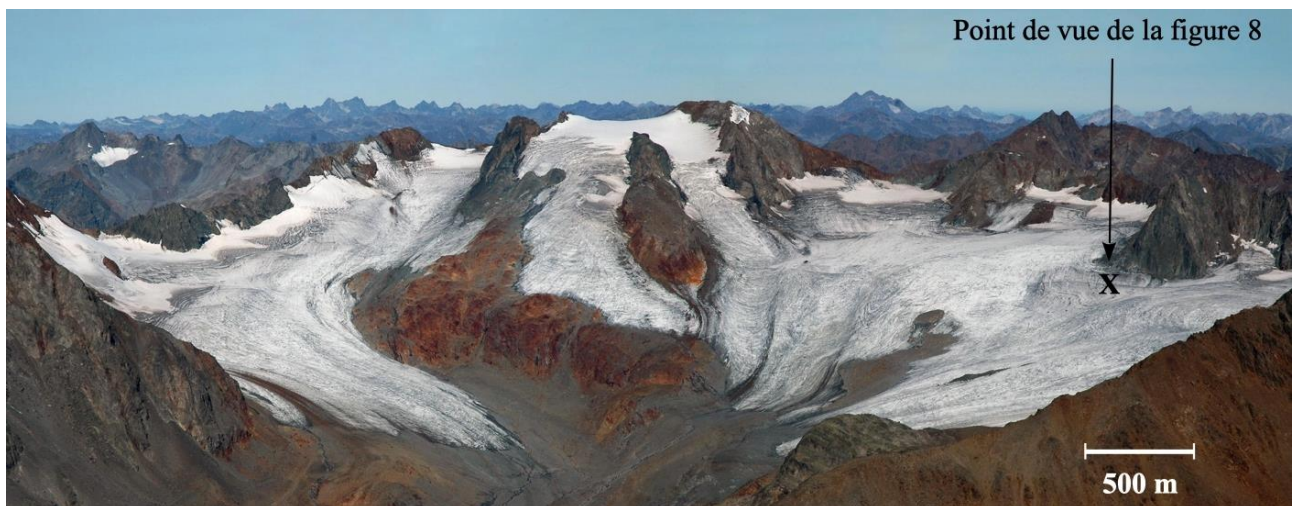
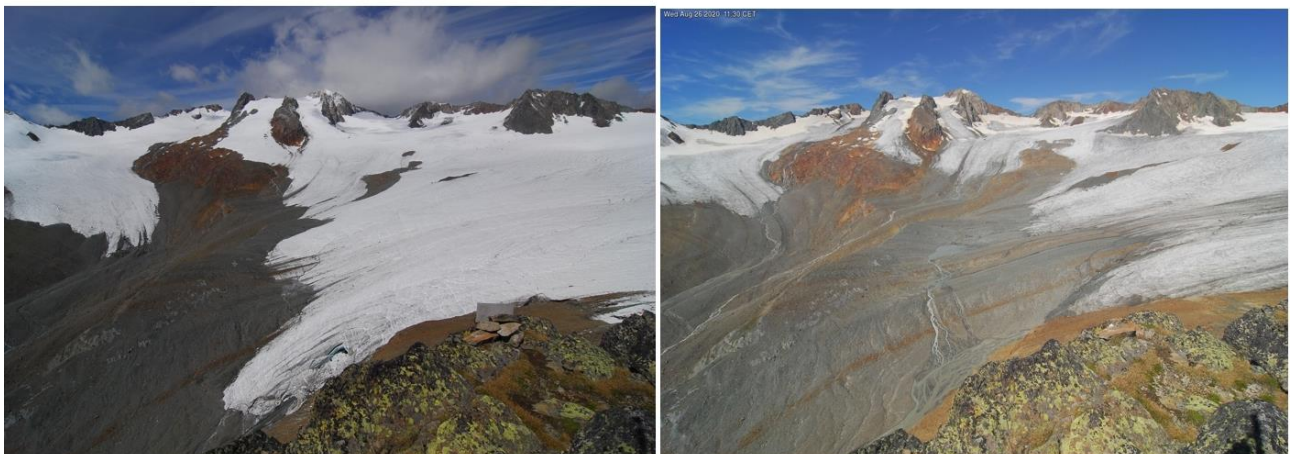


Figure 8 : Photographies, à 10 années d'écart, prises en fin d'été depuis le même point de vue (noté par une croix sur la figure 7)

Vue vers l'Ouest

29 août 2010

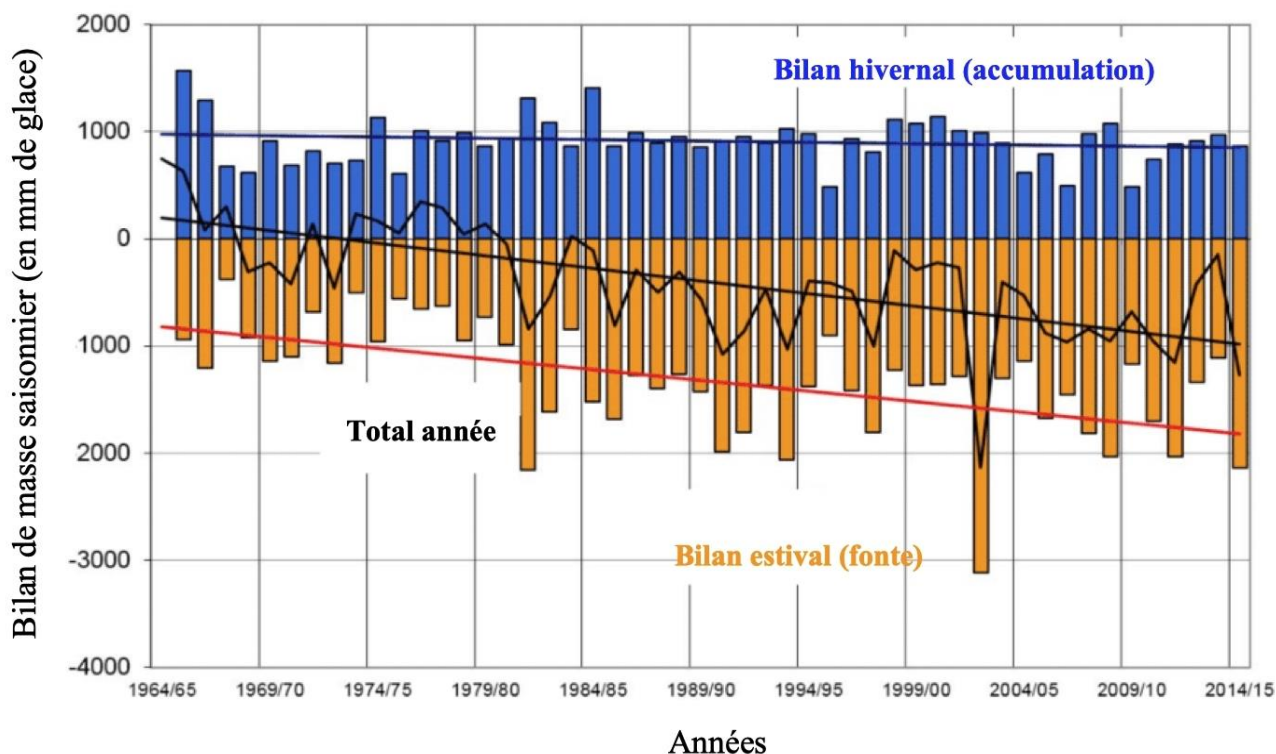
26 août 2020



La figure 9 permet de suivre l'évolution de la croissance du glacier en hiver et de sa fonte en été de 1964 à 2015.

Figure 9 : Bilan de masse du glacier du Vernagt de 1964 à 2015

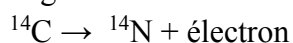
Pour chaque année, la **barre bleue** donne le volume de glace **accumulée** en hiver ; la **barre orange** donne le volume **fondue** durant l'été (ces volumes ont été ramenés à des mm de glace). Les droites **bleue** et **orange** associées donnent les tendances générales de ces deux paramètres. La **courbe noire** donne la différence entre la valeur bleue et la valeur orange, et la **droite noire** correspond à la tendance générale.



Question 4 – A partir des figures 8 et 9, décrivez et expliquez l'évolution du glacier de Vernagt durant les dernières décennies.

2 – L'AGE D'ÖTZI : DATATION AU ¹⁴C ET CALIBRATION

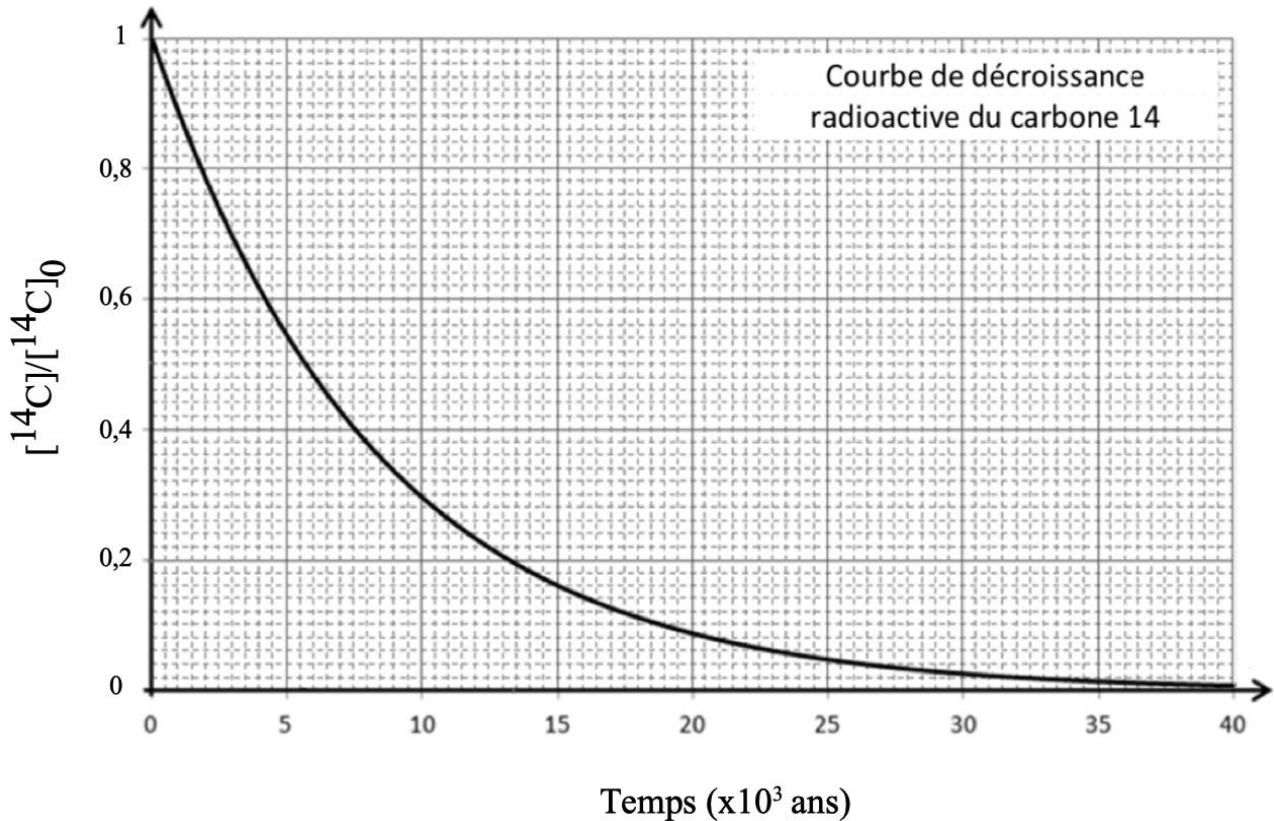
En 1994 sont publiés les résultats des études de datation réalisées sur le corps d'Ötzi par la méthode au ¹⁴C. Le carbone présent dans l'atmosphère (principalement sous forme de dioxyde de carbone CO₂) possède plusieurs isotopes. Parmi eux, le ¹⁴C est un isotope **radioactif**. Le ¹⁴C se désintègre naturellement en ¹⁴N en libérant un électron, selon l'équation :



La courbe de la figure 10 donne l'évolution temporelle de la quantité de ^{14}C dans un système à partir du moment de sa fermeture. L'âge que l'on calcule par ce type de méthode est celui de la fermeture du système.

Figure 10 : Courbe de décroissance radioactive du ^{14}C

Le rapport $[^{14}\text{C}]/[^{14}\text{C}]_0$ donne la proportion de ^{14}C restant dans l'échantillon, c'est-à-dire la concentration $[^{14}\text{C}]$ au temps de mesure, divisée par la concentration initiale $[^{14}\text{C}]_0$.



Question 5

Question 5a – Précisez ce que l'on appelle « fermeture du système » et pour quelle raison celle-ci correspond à la mort d'Ötzi.

Question 5b – Expliquez ce qu'est la demi-vie (ou période) T d'un élément radioactif et donnez sa valeur approximative pour le ^{14}C , en utilisant la courbe de la figure 10.

La figure 11 donne les résultats de mesures effectuées sur deux échantillons prélevés sur la momie. Pour des raisons d'homogénéisation des âges obtenus par la méthode au ^{14}C , qui dépend du moment auquel s'effectue la mesure, les anthropologues utilisent une convention dite « convention BP » (BP : *before present*). L'âge BP correspond ainsi à l'âge de l'échantillon comme s'il avait été calculé en 1950. Par exemple, un échantillon dont la datation – effectuée en l'an 2000 – a donné un âge de 1500 ans, présente un âge BP égal à 1450 ans.

Figure 11 : Valeurs des rapports $[^{14}\text{C}]/[^{14}\text{C}]_0$ mesurés en 1994 sur Ötzi

Echantillon	Valeur de $[^{14}\text{C}]/[^{14}\text{C}]_0$
Os	0,57705
Tissu	0,57288

Question 6

Question 6a – Déterminez l'âge d'Ötzi à partir des données des figures 10 et 11.

Question 6b – Convertissez l'âge obtenu à la question 6a en âge BP. On rappelle que la datation a été effectuée durant l'année 1994.

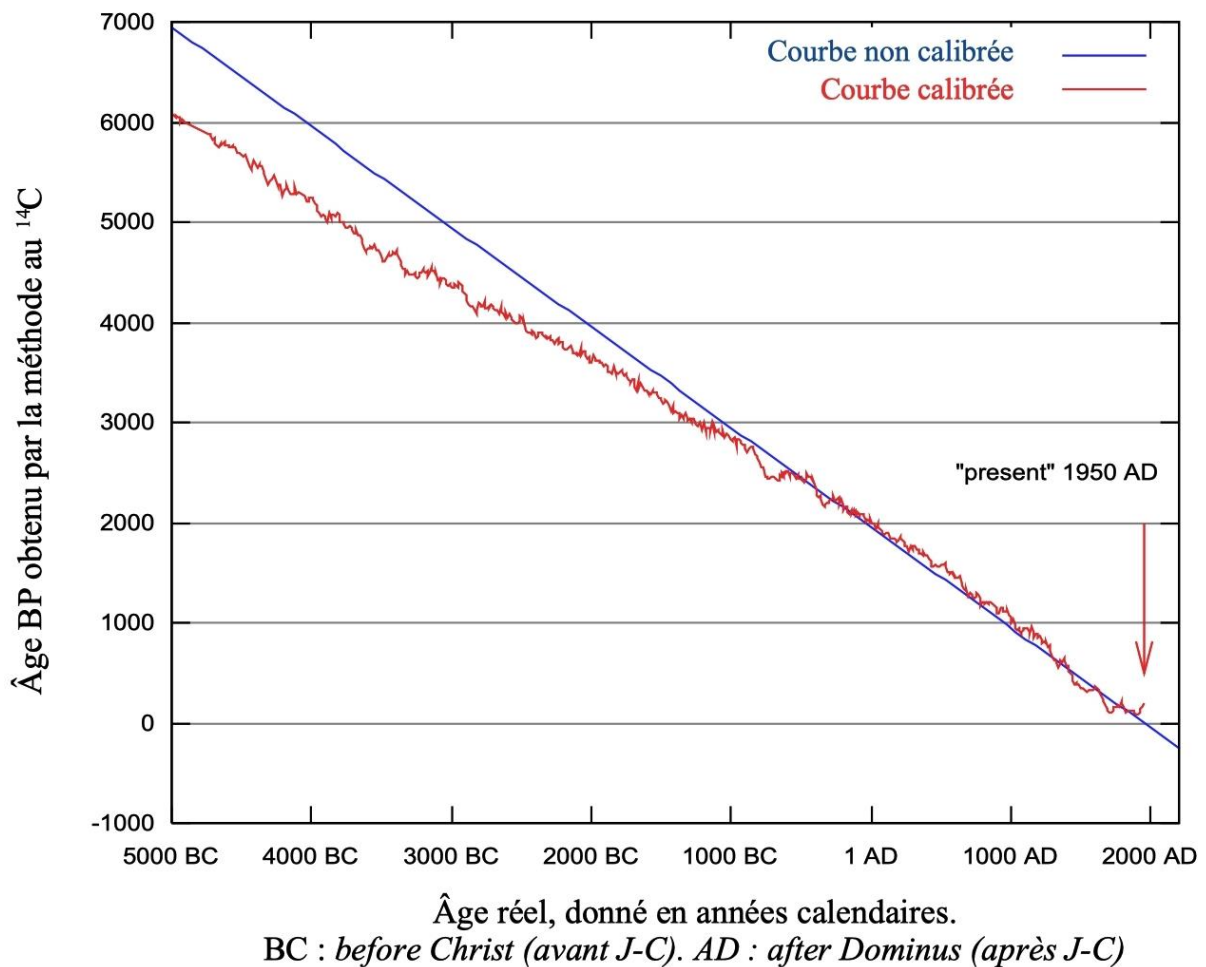
Dans la méthode utilisée à la question 6, l'âge est calculé à partir des rapports $[^{14}\text{C}]/[^{14}\text{C}]_0$ mesurés sur la momie. Dans la réalité, seule la valeur actuelle de $[^{14}\text{C}]$ est mesurable. On effectue alors une estimation de la valeur de $[^{14}\text{C}]_0 =$ teneur en ^{14}C dans l'atmosphère au moment de la mort d'Ötzi. L'estimation la plus simple consiste à supposer que la teneur en ^{14}C dans l'atmosphère est constante au cours du temps, donc que $[^{14}\text{C}]_0 = [^{14}\text{C}]_{\text{actuellement dans l'atmosphère}}$. Or, cette hypothèse n'est pas tout à fait juste ; par exemple, l'activité du Soleil subit des fluctuations au cours du temps, à l'origine d'une production variable de ^{14}C dans la haute atmosphère. Les activités anthropiques participent également à ces fluctuations.

La connaissance des fluctuations de la teneur en $[^{14}\text{C}]$ dans l'atmosphère au cours du temps ainsi que l'utilisation d'autres marqueurs du temps (cernes des arbres par exemple) a permis de construire des courbes dites de calibration de l'âge donné par la méthode ^{14}C utilisée en question 6. Ces courbes donnent l'âge réel d'un échantillon à partir de l'âge BP calculé.

Question 7 – Utilisez la courbe de calibration de la figure 12 pour déterminer l'âge réel d'Ötzi. Cet âge sera donné en âge calendaire (c'est-à-dire la date dans le calendrier).

Figure 12 : Courbe de calibration (en rouge) donnant la relation entre l'âge réel (en abscisse) d'un échantillon et son âge calculé par la méthode ^{14}C (en ordonnée).

L'âge ^{14}C est donné en BP et l'âge réel en année calendaire



3 – LE CLIMAT A L'EPOQUE D'ÖTZI

La localisation du corps d'Ötzi pose la question de la possibilité pour un homme à pied d'atteindre des altitudes supérieures à 3000 m, actuellement couvertes de glace même en été. On se propose ainsi de reconstituer le climat régnant dans la vallée de Senales à l'époque d'Ötzi, soit vers 4500 BP. Divers types d'analyses sont présentées dans les figures 13 et 14.

Question 8 – Utilisez les figures 13 et 14 pour déterminer quelles ont été les variations du climat alpin depuis 9000 BP jusqu'à l'époque actuelle. Justifiez vos conclusions.

Question 9 – Expliquez ainsi comment le squelette d'Ötzi a pu se trouver à une altitude de 3210 m.

Figure 13 : Données palynologiques issues de relevés effectués sur une carotte prélevée à Lauzanier dans le parc naturel du Mercantour – Alpes françaises.
 La période couverte correspond à 18 000 – 2 000 BP.

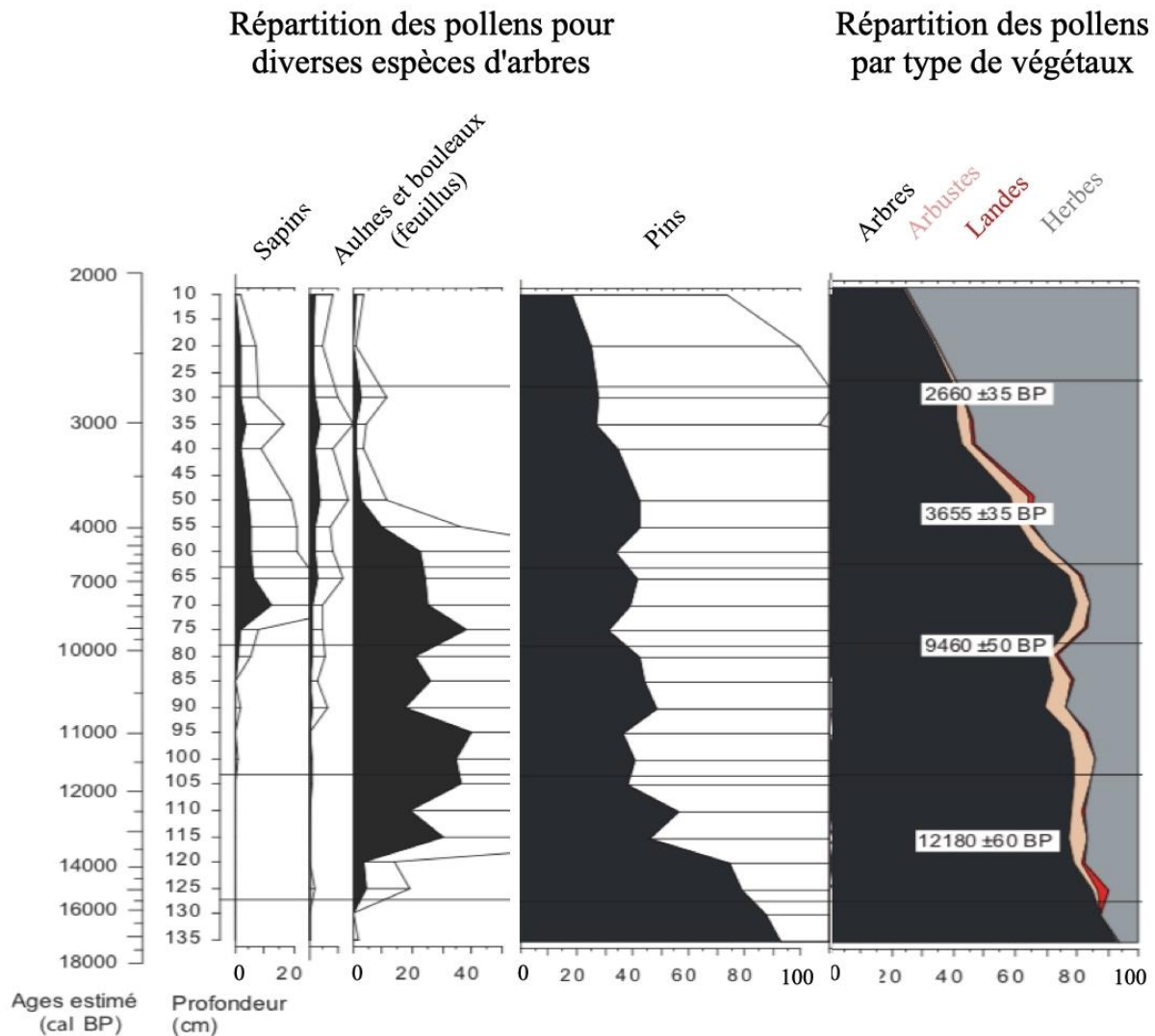
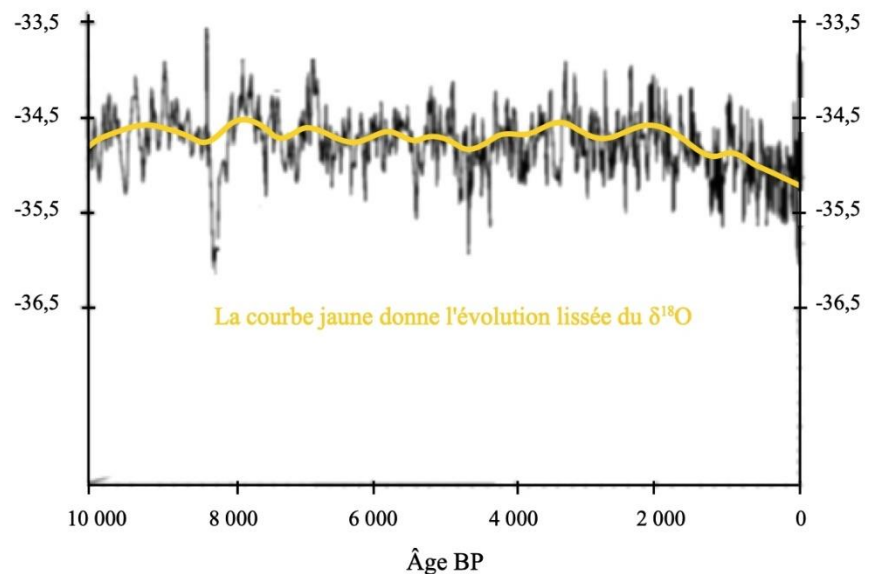


Figure 14 : Valeurs du $\delta^{18}O$ durant l'Holocène (10 000 BP à 0 BP) mesurées dans une carotte de glace du Groenland nommée GISP2



4 – ORIGINE GENETIQUE DE L'INTOLERANCE AU LACTOSE ET DU PHENOTYPE « LACTASE NON PERSISTANT »

L'intolérance au lactose est caractérisée par une difficulté à digérer le lactose présent dans certains aliments et notamment dans le lait, du fait d'une diminution importante de la quantité de lactase sécrétée par les cellules intestinales (entérocytes), à l'âge adulte. Les individus ayant une intolérance au lactose présentent un phénotype qualifié de « **lactase non persistant** ».

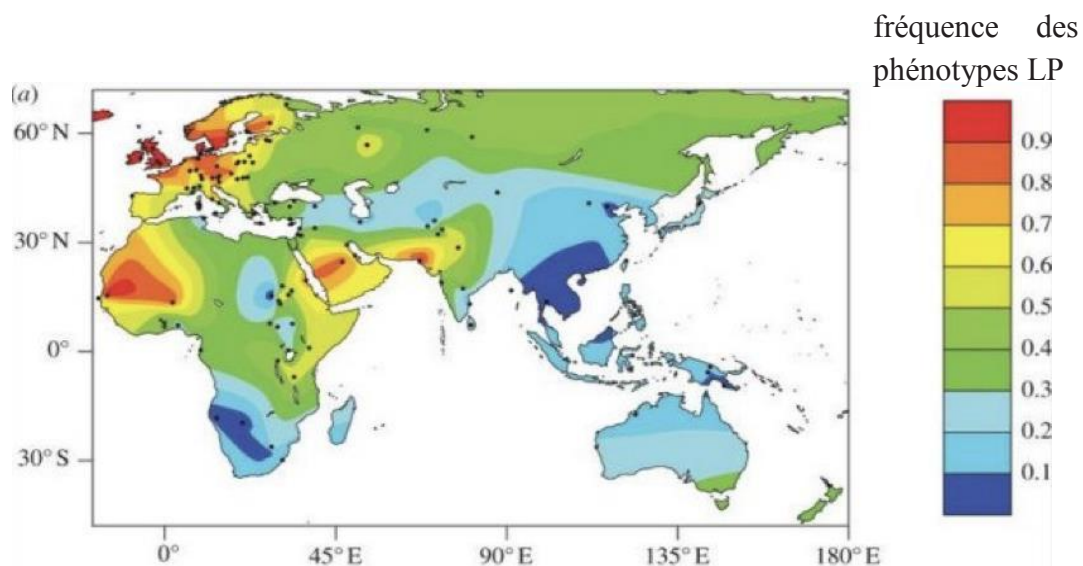
L'analyse de l'ADN d'Ötzi a révélé la présence d'allèles liés à l'intolérance au lactose à l'âge adulte.

On se propose ici, d'étudier l'origine génétique de cette intolérance au lactose, afin d'expliquer le phénotype « lactase non persistant ».

4 A – La fréquence des phénotypes « lactase persistants » dans la population mondiale

La figure 15 présente la fréquence, dans la population mondiale, des individus qui présentent un phénotype « **lactase persistant** » (LP).

Figure 15 : Fréquence des phénotypes « lactase persistants » [LP] dans la population mondiale



Question 10 – Analyser la figure 15, de manière à caractériser la répartition mondiale des phénotypes « lactase persistants (LP) » et à proposer une ou plusieurs hypothèses sur son inégale répartition.

Afin d'expliquer les phénotypes LP et LNP, on cherche à préciser le déterminisme génétique de ces phénotypes.

4 B – Le déterminisme génétique de la différence phénotypique entre individus LP et LNP

Une étude a été réalisée au début des années 1970 en Finlande par Sahi *et al.* Dans la population finlandaise, la fréquence du phénotype [LNP] est de 17 % et celle du phénotype [LP] de 83 %. Pour tester l'hypothèse d'un déterminisme monogénique (déterminisme lié à un seul gène), des familles avec au moins un enfant LNP ont été sélectionnées. Les résultats de ces études familiales sont résumés dans le tableau de la figure 16. Trois lots de familles ont été effectués selon le phénotype des parents.

Figure 16 : Phénotypes [LNP] et [LP] au sein de différentes familles

Familles	Nombre d'enfants [LP]	Nombre d'enfants [LNP]
9 familles [LP] x [LP]	19	15
9 familles [LP] x [LNP]	11	19
2 familles [LNP] x [LNP]	0	6
Totaux : 20 familles	30	40

Question 11 – En se plaçant dans l'hypothèse où les différences phénotypiques observées ci-avant sont dues à un seul gène, que nous indique la descendance des familles [LP] x [LP] et [LNP] x [LNP] quant à la dominance ou la récessivité des allèles LP et LNP ?
Aucun calcul n'est attendu.

Question 12 – Justifiez la prévision théorique, en pourcentages, de la descendance d'un couple [LP] x [LP] ayant déjà un enfant [LNP].

Question 13 – Est-ce que les données des 9 familles [LP] x [LP] indiquées dans le tableau précédent sont en accord avec vos prévisions et est-ce que cela confirme ou infirme l'hypothèse d'une origine monogénique ?
Remarque importante pour les calculs : il ne faut pas prendre en compte, dans chaque famille, l'enfant LNP qui a servi à sélectionner la famille.

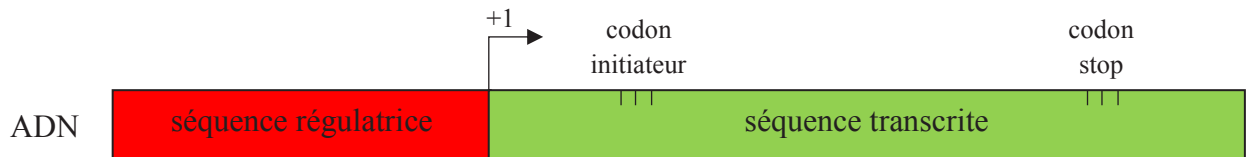
La figure 17 présente l'organisation du gène de la lactase. Il comprend :

- Une séquence transcrite contenant la séquence codant la protéine lactase.
- Une séquence régulatrice située en amont de la séquence transcrite ; cette séquence contrôle le démarrage de la transcription par l'enzyme impliquée (une ARN polymérase) grâce à des facteurs protéiques (non représentés sur la figure).

Figure 17 : Organisation schématique d'un gène eucaryote, présent sur l'ADN

le « + 1 » correspond à la position du premier nucléotide transcrit.

La place des triplets de nucléotides formant le codon d'initiation et le codon stop de la séquence qui sera traduite en protéine est indiquée dans la séquence d'ADN transcrite.



On se propose à présent d'étudier le gène et ses différents allèles à l'aide d'un logiciel de comparaison de séquences.

La figure 18a montre le résultat de la comparaison de deux ARNm issus de la transcription des allèles du gène de la lactase pour une personne de phénotype LP et une autre de phénotype LNP (on considérera que ces séquences sont identiques pour d'autres individus de mêmes phénotypes).

La figure 18b présente la comparaison d'une partie des séquences régulatrices des allèles du gène de lactase pour un individu de phénotype LP et pour un individu de phénotype LNP.

Les analyses génétiques réalisées sur d'autres familles européennes ont donné les mêmes résultats.

Figure 18 : Comparaison de séquences issues d'allèles du gène de la lactase

La comparaison des séquences a été effectuée à l'aide du logiciel GenieGen2.

Figure 18a : Comparaison des séquences d'ARNm issus de la transcription des allèles qui codent la lactase, chez un individu présentant le phénotype LP et un autre présentant le phénotype LNP

Les séquences de nucléotides des ARNm sont très grandes et elles ne peuvent pas être affichées entièrement ici. La ligne colorée, en bas de la figure 18a, représente le résultat de la comparaison de l'ensemble des deux séquences.

Vert : similarité des séquences ; rouge : séquences différentes.

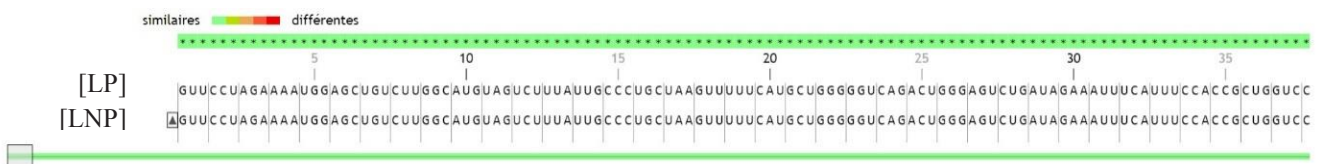
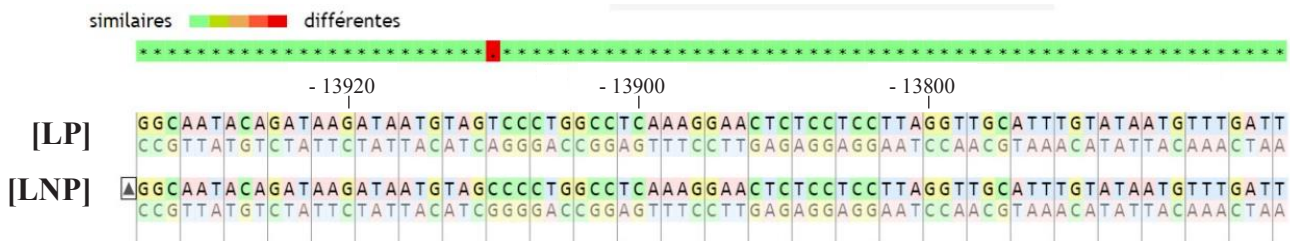


Figure 18b : Comparaison d'une partie de la séquence régulatrice du gène de la lactase chez deux membres de la famille précédemment étudiée : un membre [LP] et un autre [LNP]
 Les deux brins complémentaires d'ADN sont montrés.
 Les positions nucléotidiques négatives sont celles situées en amont du « +1 » de transcription.



Question 14 – Exploitez les figures 17, 18a et 18b, puis formulez une ou plusieurs hypothèse(s) explicative(s) sur l'origine des phénotypes LP et LNP.

Question 15 – Proposez, à l'aide d'un schéma-bilan, l'origine génétique des phénotypes LP et LNP.

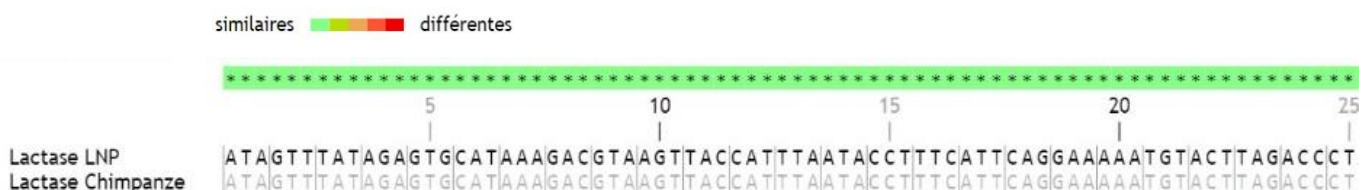
Question 16 – Proposez une ou plusieurs expériences pour tenter de valider vos explications des phénotypes LP et LNP.

4 C – Le phénotype ancestral : LP ou LNP ?

Les données suivantes permettent d'argumenter le fait que le phénotype ancestral soit LP ou LNP :

- (1) La quasi-totalité des mammifères adultes ne consomment pas de lait et surtout ne synthétisent plus de lactase ;
- (2) On a séquencé la région régulatrice du gène de la lactase chez le Chimpanzé, donc une séquence homologue de la séquence humaine ; les résultats sont montrés dans La figure 19.

Figure 19 : Comparaison des séquences d'une partie de la séquence régulatrice du gène de la lactase chez un individu LNP et chez le Chimpanzé
 Lactase LNP : portion de séquence régulatrice de l'allèle de la lactase à l'origine d'un phénotype LNP chez l'être humain
 Lactase Chimpanzé : portion de séquence régulatrice du gène de la lactase chez le chimpanzé
 La comparaison des séquences a été effectuée à l'aide du logiciel GenieGen2.



Question 17 – Exploitez l’indication (1) et la figure 19 pour déterminer quel est le phénotype ancestral : [LP] ou [LNP] ?

4 D – Datation de la mutation LP – 13910T

Dans une publication de 2007, Burger *et al.* relatent les résultats obtenus à partir de l’ADN extrait de huit squelettes de sites archéologiques d’Allemagne, de Hongrie, de Pologne et de Lituanie. L’âge de ces os est compris entre 5800 et 5000 ans avant J.C. Ils ont recherché la présence de l’allèle – 13910T (noté T) ou – 13910C (noté C) dans chacun des échantillons.

Figure 20 : Génotypes, en position –13910 du gène de la lactase, chez des individus datés av. J.-C. = avant Jésus-Christ

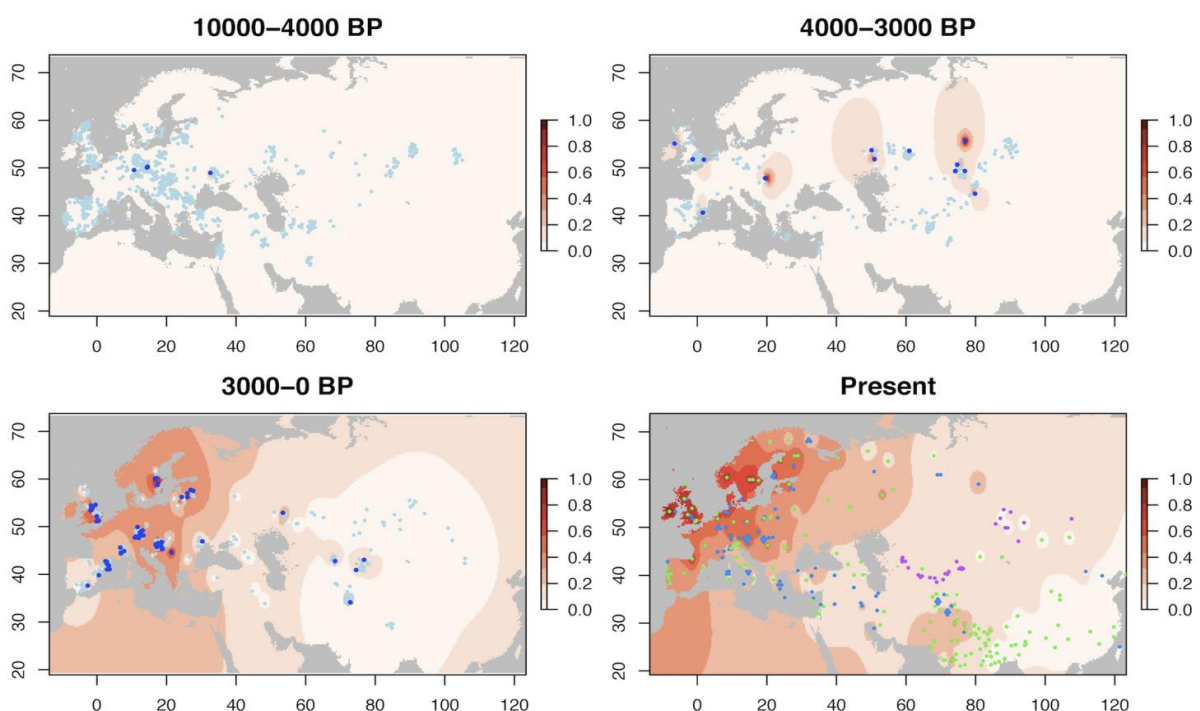
Datation	Génotype – 13910
5500-5000 av. J.-C.	C//C
5840-563 av. J.-C.	C//C
5580 ± 65 av. J.-C.	C//C

Question 18 – En quoi l’exploitation de la figure 20 peut-elle appuyer, ou au contraire, réfuter, votre hypothèse faite précédemment sur le phénotype ancestral, LP ou LNP ?

L’analyse de l’ADN d’Ötzi a révélé qu’au site – 13910 de la région régulatrice du gène de la lactase, il possédait le génotype C//C.

Figure 21 : Évolution de la fréquence de l’allèle – 13910T en Eurasie

Les points représentent les différents individus étudiés et les données ont été ensuite extrapolées sous forme d’un dégradé de rouge. BP : before present (= avant 1950)



Question 19 – Exploitez la figure 21 pour caractériser l'évolution de la fréquence de l'allèle –13910T du gène de la lactase et formulez, à l'aide de vos connaissances (concernant notamment l'élevage des Bovidés), une ou plusieurs hypothèses, sur l'origine de cette évolution en Eurasie.

5 – MECANISME D'ACTION DE LA LACTASE

5 A – La catalyse enzymatique effectuée par la lactase

La lactase est une enzyme présente dans les intestins. Elle catalyse la réaction suivante :

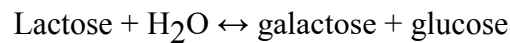
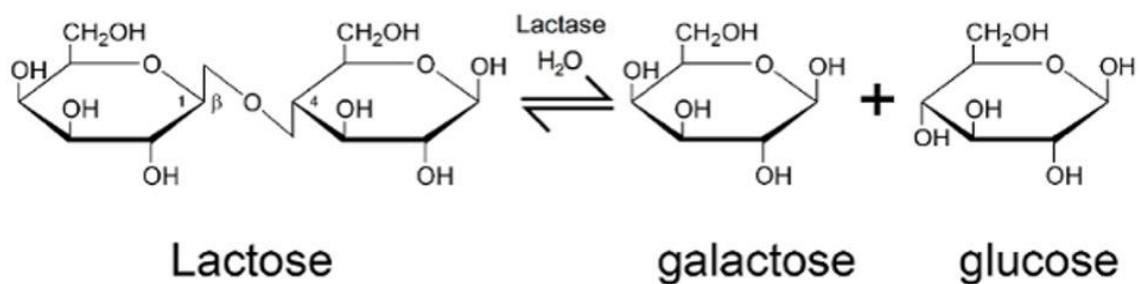


Figure 22 : Catalyse effectuée par la lactase

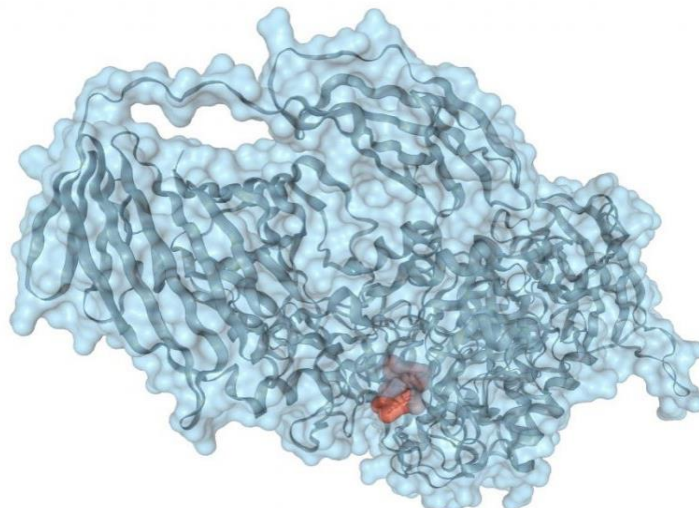


La lactase est un tétramère : elle est composée de 4 sous-unités protéiques.

Figure 23 : Représentation tridimensionnelle de la lactase

Une seule sous-unité (un protomère) est visualisée, avec son substrat, le lactose, figuré en rouge.

Représentation générée avec le logiciel LibMol.



Question 20 – Schématisez la lactase, son substrat et ses produits de manière à montrer le principe de la catalyse enzymatique.

5 B – Etudes cinétiques de la lactase

On fait varier la concentration en lactose (le substrat) afin d'étudier les cinétiques de la réaction catalysée par la lactase. Le tableau de la figure 24 exprime les résultats obtenus.

Question 21 – Tracez, sur votre copie, le graphique représentant la vitesse initiale en fonction de la concentration de lactose.

Question 22 – Déterminez, à partir de la lecture de votre graphique, la vitesse maximale (V_{max}) de la réaction et le K_M (constante de Michaelis-Menten) correspondant à la concentration en substrat nécessaire pour obtenir la vitesse maximale (V_{max}) divisée par deux.

Figure 24 : Résultats d'études cinétiques de la lactase

Concentration de lactose en mol/L	Vitesse initiale en moles de lactose hydrolysées/min/mg d'enzyme
105. 10 ⁻⁴	240. 10 ⁻⁶
100. 10 ⁻⁴	240. 10 ⁻⁶
50. 10 ⁻⁴	155. 10 ⁻⁶
25. 10 ⁻⁴	122. 10 ⁻⁶
20. 10 ⁻⁴	103. 10 ⁻⁶
10. 10 ⁻⁴	68,5. 10 ⁻⁶
7. 10 ⁻⁴	53. 10 ⁻⁶
5. 10 ⁻⁴	40,6. 10 ⁻⁶

6 – LES SYMPTOMES LIES A L'INTOLERANCE AU LACTOSE

En France, 30 à 50 % des adultes ont une digestion incomplète du lactose.

L'intolérance au lactose est un problème de digestion du lactose contenu dans le lait et ses produits dérivés. Elle provient d'un déficit de lactase. Si la lactase est produite en quantité insuffisante, le lactose n'est pas complètement digéré et parvient dans le colon (gros intestin) où il est fermenté par des bactéries. Ce processus provoque la production de gaz (dont le dioxyde de carbone et le méthane) dans le gros intestin et crée un appel d'eau dans l'intestin grêle. Il en découle une accélération du transit intestinal avec diarrhées, gaz et douleurs.

L'importance des symptômes varie d'un individu à l'autre. Elle est fonction de l'activité lactase restante et de la quantité de lactose absorbée.

Question 23 – Proposez plusieurs moyens de limiter les symptômes digestifs inconfortables, liés à l'intolérance au lactose.

En 2017, des chercheurs ont découvert un mécanisme de régulation de l'expression du gène de la lactase, dans des cellules intestinales. Ci-après, figurent trois documents qui présentent, de manière simplifiée, leurs résultats.

Question 24 – A partir de l'exploitation des figures 25, 26, 27 et 28, montrez que le traitement avec Pio permet de synthétiser une lactase fonctionnelle conduisant à limiter les symptômes de l'intolérance au lactose.

*Figure 25 : Structure du récepteur nucléaire PPAR γ (un facteur protéique de la régulation de la transcription) fixé à l'ADN (double hélice en orange)
La molécule PPAR γ est active dans le noyau. C'est un récepteur de molécules ayant des rôles de messagers intracellulaires.*



Figure 26 Analyse de l'expression du gène de la lactase, par dosage des ARNm, dans des cellules intestinales mises en présence d'un agoniste du récepteur nucléaire PPAR γ

Agoniste : molécule activant un récepteur à la place du messenger habituel.

L'agoniste utilisé est la pioglitazone (Pio).

Les cellules ont été stimulées pendant 24 heures avec l'agoniste et les valeurs présentées en ordonnées sont données en unités arbitraires.

CTRL = cellules non stimulées.

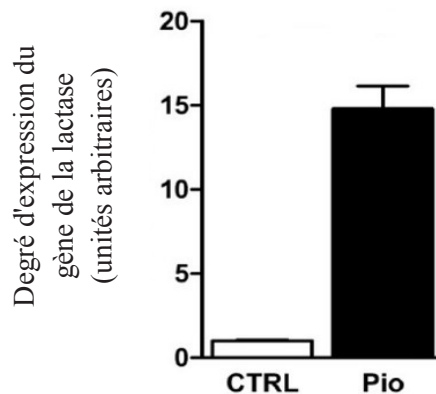


Figure 27 : Analyse par western-blot de la synthèse de la lactase à partir de cellules intestinales

Le western-blot est une technique consistant à réaliser une séparation des protéines par électrophorèse puis à les transférer sur une membrane (blot) permettant leur détection par l'utilisation d'anticorps spécifiques.

Dans cette manipulation, deux anticorps sont utilisés : un anticorps reconnaissant la lactase et un anticorps reconnaissant l'actine (une protéine présente dans toutes les cellules).

Piste Témoin : cellules non stimulées.

Piste Pio : cellules stimulées avec la pioglitazone, un agoniste du récepteur nucléaire PPAR γ .

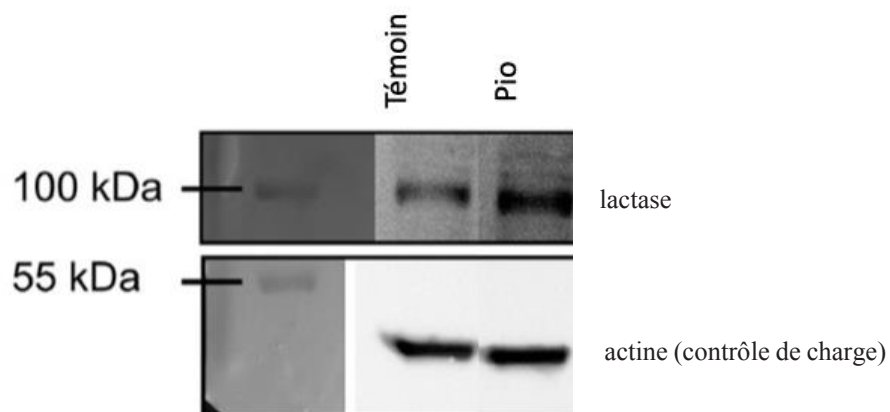
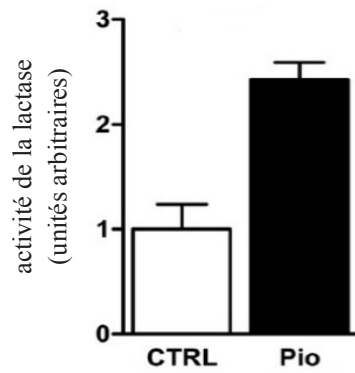


Figure 28 : Activité de la lactase (en unité arbitraires) dans les cellules intestinales non stimulées (CTRL) et stimulées (Pio) pendant 24 h



FIN DE L'ÉPREUVE