

## Génome humain et histoire humaine

Compétences	Utiliser un logiciel de traitement de données : Phylogène.
	Recenser, extraire, organiser et exploiter des informations à partir de documents.
	Communiquer dans un langage scientifiquement approprié.
	Interpréter des résultats et en tirer des conclusions.
	Apporter du soin à sa production écrite.

Jusqu'à il y a une trentaine d'années, l'histoire et les parentés humaines étaient déduites de la comparaison de caractères morphologiques basée sur l'étude de fossiles. Néanmoins, depuis les années 80, et suite aux progrès des connaissances sur les génomes des organismes actuels et à l'analyse de l'ADN fossile, la génétique moléculaire a contribué de façon croissante à la connaissance des modalités de l'évolution humaine.

En 2008, des chercheurs avaient exhumé dans la [grotte de Denisova](#) (Montagnes de l'Altaï en Sibérie) des traces d'activités et des ossements datés sur une période comprise entre -30000 et -40000 ans. Cependant, ces quelques ossements (une phalange, un orteil et deux dents - dont une molaire), ne permettaient pas de déterminer l'aspect et le squelette de cet individu. Toutefois les éléments dentaires et auriculaires montrent que l'espèce était très robuste, certainement plus proche du physique néandertalien que celui d'Homo sapiens.

Sachant que le génome d'une espèce se transmet de façon héréditaire de génération en génération, par reproduction sexuée entre les individus de l'espèce, on peut considérer que les génomes des individus de l'espèce humaine actuelle portent en eux-mêmes des traces de l'histoire de leurs ancêtres.

A travers la comparaison entre les génomes d'êtres humains fossiles et d'êtres humains actuels, on essaye de reconstituer certaines étapes de l'histoire humaine récente.

**Objectif :** on cherche à comprendre les intérêts des données génétiques, en particulier provenant des fossiles de Denisova, dans nos connaissances de l'histoire de la lignée humaine.

- Peut-on reconstituer l'histoire humaine récente à partir de données génétiques ? (activité 1)**
- quelle est la place des Denisoviens dans l'histoire de la lignée humaine ? (activité 2)**
- les données génétiques des Denisoviens nous permettent-elles de mieux comprendre l'évolution de populations humaines actuelles ? (activité 2)**

### Ressources mises à disposition :

- Fiche documents.
- Ordinateur, logiciel Phylogène, Anagène et fiches techniques.
- Fichier Collection / Hominines / Activités / Étude moléculaire / Lignée humaine\_ ADNmt / lignée-humaine.aln pour la 1<sup>ère</sup> activité.
- Fichier « [Denisovien-Neandertalien-Tibétains.edi](#) » à exploiter avec le logiciel Anagène pour la 2<sup>ème</sup> activité.

Ce fichier contient les séquences nucléotidiques du gène [EPAS1](#) de 4 individus :

- tibétain 1, de génotype (A1//A1)      - neandertalien
- tibétain 2, de génotype (A2//A2)      - denisovien

### Aide à la démarche :

**Activité 1 :** Comparer l'ADN mitochondrial de populations humaines différentes et plus ou moins géographiquement éloignées (français, néerlandais, italien, allemand), de l'homme de Néandertal (Croatie), de l'homme de Denisova, du chimpanzé- *Pan troglodytes verus*. **Présenter** les résultats sous forme de matrice et de l'arbre phylogénétique correspondant. **Exploiter** ces données ainsi que les documents fournis (de 1 à 4) pour expliquer les différences observées chez les Hommes modernes.

**Activité 2 :** Comparer les séquences nucléotidiques proposées. Exploiter les documents 7 à 10 et les séquences du gène pour proposer une explication à la présence de l'allèle A1 chez de nombreux tibétains et à son abondance dans cette population.

## Fiche documents

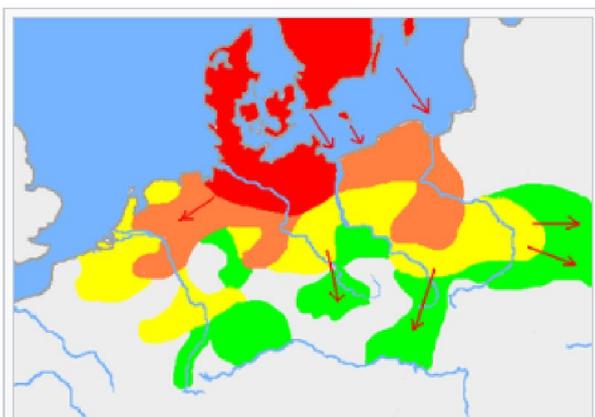
### Document 1 : Qui sont les Germains ?

Un peuple du Nord de l'Europe avec une homogénéité linguistique, qui produisait de l'acier, du cuir et faisait commerce de l'ambre. Mode de vie adapté au froid.

### Document 2 : Extension du peuple Celte de – 600 à -100 av. JC

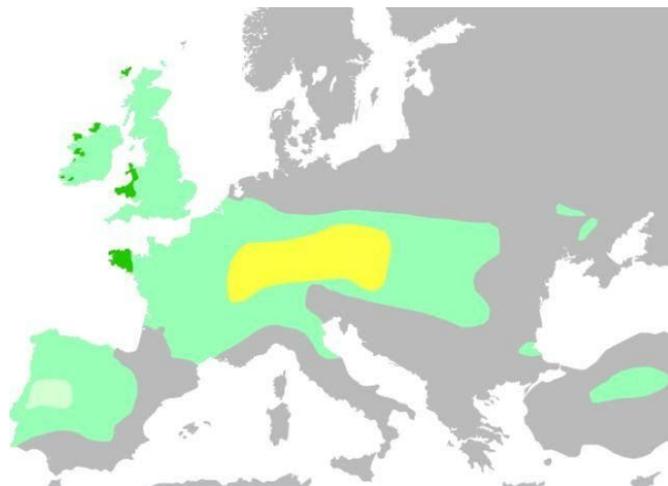
Les celtes sont les ancêtres de bon nombre d'Européens. Ils maîtrisaient le Fer, avec lequel ils fabriquaient de grandes armes. On leur attribue l'invention de la cote de maille. Ils étaient aussi agriculteurs céréaliers, avec une bonne maîtrise du cheval ce qui les a aidé à conquérir de nouveaux territoires.

### Document 3 : Carte de migration des peuples germaniques



Expansion approximative des peuples germaniques selon certains historiens : en rouge, territoires occupés avant -750 vers la fin de l'Âge du bronze danois ; en orange, territoires occupés jusqu'à la fin du VII<sup>e</sup> siècle av. J.-C. ; en jaune, expansion jusqu'au V<sup>e</sup> siècle av. J.-C. ; en vert, expansion jusqu'au III<sup>e</sup> siècle av. J.-C..

### Document 4 : Carte de migration des peuples celtes



La civilisation celte :

- Noyau territorial Hallstatt, au XII<sup>e</sup> siècle av. J.-C.
- Expansion celtique maximale, en 275 av. J.-C.
- Domaine lusitanien de l'Ibérie où la présence celtique est incertaine
- Zones où les langues celtiques restent largement parlées aujourd'hui

### Document 5 : Données sur Homo neanderthalensis

Si de nos jours seule l'espèce *Homo sapiens* est présente sur Terre, les études paléanthropologiques montrent que plusieurs espèces du genre *Homo* ont existé par le passé, et sur des périodes de temps qui parfois se recouvrent. Ainsi, l'homme de Néandertal (*Homo neanderthalensis*) a vécu de – 200 000 ans à – 30 000 ans environ. Dans le même temps, l'homme moderne (*Homo sapiens*) est apparu il y a probablement environ 130 000 ans (les premiers *Homo sapiens* sont couramment nommés « hommes de Cro-Magnon »). De ce fait, ces deux types d'homme ont coexisté pendant près de 100 000 ans.

L'Homme de Néandertal est une espèce d'*Homo* distincte de notre espèce.

#### Ci-contre : le premier échantillon de l'homme de Néandertal.

En 1856, un fragment de crâne est découvert en Allemagne. Il présente des différences par rapport au crâne d'*Homo sapiens*. C'est « l'homme de Néandertal ». Depuis, on a découvert des ossements équivalents dans de nombreuses régions d'Eurasie. En 2014, on a pu séquencer le génome complet de Néandertal à partir de l'échantillon de 1856.



Particulièrement bien adapté à un environnement froid, l'Homme de Néandertal a vécu en Europe, au Moyen Orient et en Asie de -100 000 à -30 000 ans. Il était physiquement plus robuste, plus lourd et plus trapu qu'*Homo sapiens*. La forme oblongue de son crâne se distingue nettement de celle de l'Homme moderne, plus globulaire. Néandertal avait un cerveau un peu plus volumineux en moyenne. Premier homme fossile identifié, contemporain d'*Homo sapiens*, Néandertal a longtemps pâti de jugements négatifs par rapport à l'Homme moderne. Les progrès de l'archéologie préhistorique depuis les années 1960 ont en fait révélé une espèce

humaine d'un certain développement culturel. Il maîtrisait différentes techniques avancées comme le collage au brai de bouleau, et certains vestiges fossiles datés de moins de 70 000 ans sont considérés comme des sépultures témoignant de rites funéraires.

**Document 6- Des populations actuelles et fossiles adaptée à l'altitude.**

En 2019, une publication scientifique rapportait qu'une mâchoire datée de 160000 ans et appartenant à un Denisovien avait été découverte sur le plateau tibétain à plus de 3280 mètres d'altitude. Il s'agit du plus vieux fossile de la lignée humaine trouvé au Tibet.



La survie à très haute altitude des Denisoviens a interrogé les scientifiques qui ont cherché à établir des relations entre ces Hominidés fossiles et des populations actuelles soumises à ces mêmes conditions, comme les Tibétains.

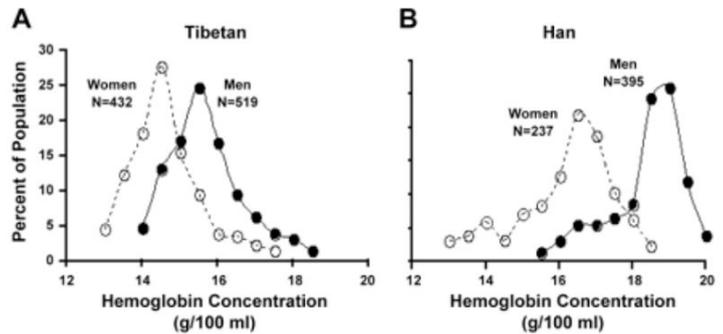
En effet, les Tibétains vivent en permanence à 3000-4500 mètres d'altitude et présentent de remarquables adaptations. Ils sont ainsi capables de faire des efforts intenses et ne souffrent pas du **mal chronique des montagnes**, ensemble de symptômes qui apparaît lorsqu'une personne séjourne longtemps en altitude. L'apparition de ce mal chronique des montagnes est liée notamment à un taux très élevé de globules rouges (et donc d'hémoglobine) qui entraîne une plus grande viscosité du sang.

(NB. Un taux élevé de globules rouges- POLYGLOBULIE - est associée à des risques de maladies cardiovasculaires plus élevées)

**Document 7- Comparaison de la concentration d'hémoglobine chez les Tibétains et les Chinois Hans vivant à 4000m d'altitude**

(D'après Wu et al. : Hemoglobin levels in Qinghai-Tibet: different effects of gender for Tibetans vs. Han.)

La figure ci-contre renseigne sur la concentration d'hémoglobine trouvée chez les Tibétains des hauts plateaux (4000m) par rapport à celle de Chinois Hans qui se sont établis au Tibet aux mêmes altitudes au cours du XX<sup>ème</sup> siècle.



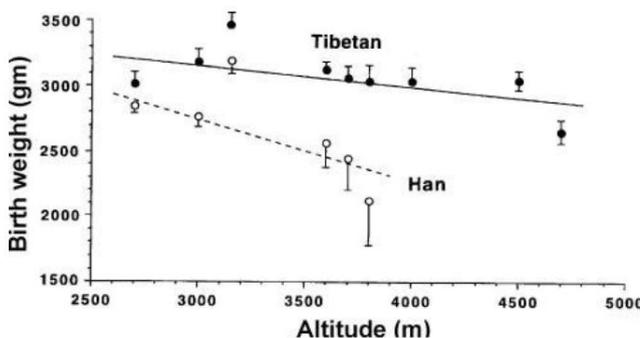
**Document 8- Caractéristiques génétiques et sanguines de la population tibétaine actuelle**

Les chercheurs se sont intéressés à un gène particulier EPAS1, dont deux allèles ont été identifiés, A1 et A2. Ce gène pourrait être associé à l'adaptation à l'altitude.

Génotype des Tibétains	Nombre de Tibétains	Concentration en Hémoglobine (g.L <sup>-1</sup> )
(A1//A1)	272	167,5
(A1//A2)	84	178,9
(A2//A2)	10	178

En dehors des Tibétains, l'allèle A1 est absent des autres populations d'Homo sapiens actuels.

**Document 9- Comparaison des poids à la naissance entre les Tibétains et les Hans**



Le poids à la naissance diminue avec l'altitude mais de façon plus importante chez les Hans que chez les Tibétains. Cela est associé à une mortalité plus forte chez les Hans que chez les Tibétains.

D'après Petoussi : Human adaptation to the hypoxia of high altitude: the Tibetan paradigm from the pregenomic to the postgenomic era. J Appl Physiol (1985). 2014 Apr 1; 116(7): 875-884.