

SVT	Thème 3 – Une histoire du vivant	TES
Fiche 2	Chapitre 3 - La biodiversité et son évolution	ESTHER & PIOCHE

Fiche 2 – L'homme de Denisova – A la recherche de preuves ADN !

Partie 1 – A la recherche de liens de parenté avec l'Homme de Denisova

Introduction

Il était une fois une grotte en Sibérie où vécurent successivement, parfois se croisèrent, trois espèces humaines pendant près de 300 000 ans... : Denisova, Néandertal et l'homme moderne (*Homo sapiens*).

Les premiers restes des hommes archaïques de Denisova, un groupe frère de Néandertal, furent découverts en 2010, dans une grotte des monts de l'Altaï en Russie.

D'un simple morceau de phalange d'auriculaire, les paléontologues ont pu extraire de l'ADN et séquencer un génome complet de l'espèce. En dehors de rares fossiles de la grotte et d'une mandibule trouvée au Tibet, elle n'a laissé aucune trace....

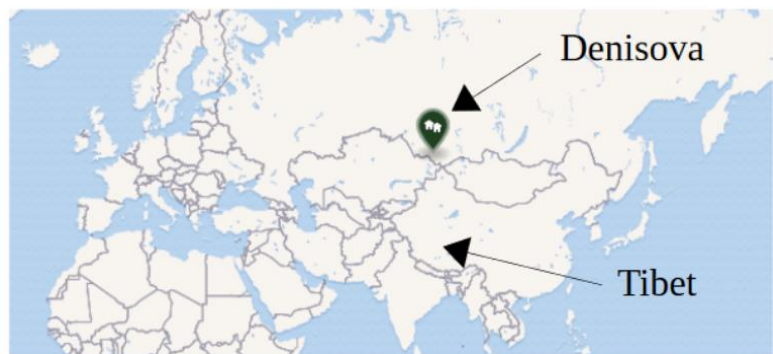
1^{ère} étape : On cherche à déterminer la place de ce groupe Denisova dans la lignée humaine.

Ressources

DOC1 – Récolte des échantillons d'ADN

- **Fragments d'ADN de 4 espèces** sur le même gène : Denisova, Néandertal, Homme moderne (*Homo Sapiens*) et le Chimpanzé
- **Logiciel** d'exploitation des données génétiques : **Genigen2** en ligne

DOC2 – Carte de localisation des populations étudiées



Consignes

1. **Réaliser un arbre phylogénétique** présentant les 4 espèces identifiées.

Protocole :

- Ouvrez Genigen2 en ligne (sur Internet)
- Cliquez sur « Charger des séquences » puis trouvez « GrotteDenisova.edi » dans l'emplacement indiqué
- Cliquez sur « Actions » puis « Aligner les séquences » (ou faire Alt A)
- Puis cliquez sur « Affichage » puis « Phénogramme » (ou faire Alt P)

2. **Présenter** dans votre compte-rendu **votre arbre de parenté** titré et légendé en indiquant :

- le **temps** par une flèche
- le groupe de la **lignée humaine**
- **l'ancêtre commun** à tous les groupes de la lignée humaine qui vivait il y a 500 000ans en Afrique

3. **Concluez** brièvement sur la place de l'Homme de Denisova dans la lignée humaine.

Compétences évaluées	Quelques critères de réussite	MI	MF	MS	MTS
Réaliser un CR de TP à l'aide des outils numériques	<input type="checkbox"/> J'ai mis en forme mon TP (gras/soulignement/...) <input type="checkbox"/> ... et je l'ai correctement identifié (titre/auteurs).	-1		0	
Utiliser une base de données scientifiques : Geniegen2	<input type="checkbox"/> J'ai utilisé Genigen2 en autonomie à l'aide du protocole <input type="checkbox"/> J'ai construit des arbres de parenté	0	0.5	1.5	2
Identifier les liens de parenté dans la lignée humaine	<input type="checkbox"/> J'ai présenté des arbres de parenté titrés et légendés <input type="checkbox"/> J'ai identifié la place de Denisova et ses plus proches parents dans la lignée humaine et ses restes/traces génétiques actuels	0	1	2	3

Partie 2 – A la recherche des traces d'hybridation entre les différents groupes

Introduction

En 2018, l'ADN d'un fragment osseux trouvé dans la grotte de Denisova, celui d'une adolescente morte vers l'âge de 13 ans il y a environ 90 000 ans, montre qu'elle était l'hybride d'une mère néandertalienne et d'un père dénisovien.

En 2019, c'est en Chine que le Denisova fait à nouveau surface. Une moitié de mandibule est découverte au Nord Est du plateau tibétain dans la grotte de Baishiya à plus de 2800 kilomètres au sud de la grotte de Denisova (Sibérie) mais aussi à 3280 mètres d'altitude.

D'après les scientifiques, pour que ces premiers hommes parcourent régulièrement le plateau tibétain entre -160 000 et -45 000 ans ils devaient être parfaitement adaptés à vivre en haute altitude sans en supporter les maux (gêne respiratoire, maux de tête, nausées...).

2^{ème} étape : On cherche à proposer une hypothèse expliquant que les Tibétains ne présentent pas le mal aigu des montagnes, en comparant leur génome avec celui d'autres populations.

Ressources

DOC1 – La vie en altitude : un risque de mal aigu des montagnes

Lorsqu'une personne séjourne longtemps en altitude, elle éprouve souvent des symptômes désignés sous le nom de **maladie chronique des montagnes (ou mal aigu des montagnes)**, liée notamment à une forte polyglobulie (grand nombre de globules rouges) qui entraîne une plus grande viscosité du sang.

Cela augmente le risque d'accident vasculaire cérébral et de crise cardiaque, ainsi que d'œdème pulmonaire. En outre la vie permanente en altitude des gens issus de régions de basse altitude a des répercussions sur la reproduction notamment sur le développement des fœtus qui ont un poids plus faible à la naissance. La mortalité infantile est accrue par rapport à celle des personnes restées à basse altitude.

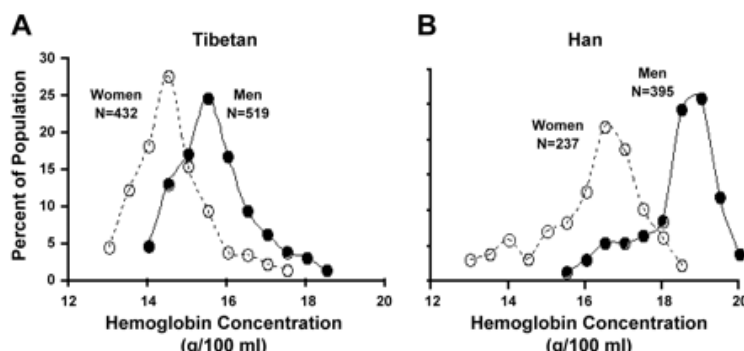
DOC3 – Récolte des échantillons d'ADN

- Séquences d'ADN du gène EPAS1 de différentes populations humaines actuelles et fossiles
- Logiciel Genigen2 en ligne

DOC2 – Comparaison des taux d'hémoglobines de deux populations asiatiques

Les Tibétains vivant en permanence à 3000-4500 mètres d'altitude sont capables de fournir des efforts intenses et ne souffrent pas du mal chronique des montagnes. Les Hans sont des populations vivant historiquement dans la partie centrale de la Chine.

Graphiques de comparaison de la concentration d'hémoglobine chez les Tibétains et les Chinois Hans vivant à 4000m d'altitude (Source : <https://acces.ens-lyon.fr/> d'après Wu et al.)



DOC4 – Une influence génétique

Différents gènes sont impliqués dans les capacités respiratoires, notamment le gène EPAS1. Selon ces versions, il régule différemment la production de ces cellules sanguines, notamment les hématies contenant de l'hémoglobine.

Consignes

4. Réaliser un arbre phylogénétique présentant les relations de parenté établis à partir de l'étude du gène EPAS1.

Protocole :

- Ouvrez Genigen2 en ligne (sur Internet)
- Cliquez sur « Charger des séquences » puis trouvez « EPAS1.edi » dans l'emplacement indiqué
- Cliquez sur « Actions » puis « Aligner les séquences » (ou faire Alt A)
- Puis cliquez sur « Affichage » puis « Phénogramme » (ou faire Alt P)

5. Présenter dans votre compte-rendu votre arbre de parenté titré et légendé

6. A partir de l'étude des différents documents, proposez une hypothèse sur l'origine de l'absence de mal des montagnes dans les populations tibétaines. Vous pourrez présenter une origine biologique et une origine évolutive !

Sources :

1. The earliest Denisovans and their cultural Adaptation, **Samantha Brown & Al**, [lien](#)
2. Denisova, Neandertal, Sapiens : 3 espèces, 3 ADN et une seule grotte, <https://leblob.fr/>
3. Pleistocene sediment DNA reveals hominin and faunal turnovers at Denisova Cave, **Elena I. Zavala & Al**, [lien](#)
4. Timing of archaic hominin occupation of Denisova Cave in southern Siberia, Zenobia Jacobs & Al, [lien](#)
5. Age estimates for hominin fossils and the onset of the Upper Palaeolithic at Denisova Cave, **Katerina Douka & Al**, [lien](#)

Pour le TP

<https://leblob.fr/actualites/denisova-neandertal-sapiens-3-especes-3-adn-et-une-seule-grotte>

<https://www.nature.com/articles/s41586-021-03675-0>

https://svt-a-feuillade.fr/pages/doc_spe_Prem/Act_Denisova665114100.pdf

<https://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/evolution/accompagnement-pedagogique/accompagnement-au-lycee/terminale-2012/un-regard-sur-levolution-de-lhomme/evolution-dans-la-lignee-humaine/quelques-aspects-genetiques-de-levolution-des-populations-humaines-homo-sapiens-sapiens/la-contribution-des-autres-homo-aux-caracteristiques-biologiques-des-populations-d2019homo-sapiens>

<https://www.internationalgenome.org/data-portal/population/YRI> (nom des séquences EPAS)

Pour tester l'idée que le gène EPAS1 est bien en jeu dans l'adaptation à l'altitude des Tibétains, les chercheurs ont déterminé le nombre d'hématies et la concentration d'hémoglobine chez les Tibétains en fonction de leur génotype.

Génotype	Nombre de Tibétains présentant le génotype	Concentration moyenne en Hémoglobine (g/l)	Nombre moyen d'hématies
CC	10	178	5,3
CG	84	178,9	5,6
GG	272	167,5	5,2