

SESSION 2012

Académies métropolitaines et AEFE

Durée de l'épreuve : 4h

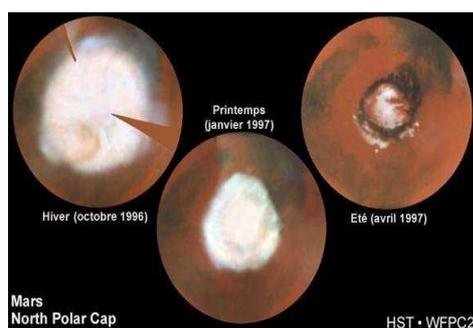
Le sujet se compose de quatre exercices notés sur dix points chacun. Il comporte de nombreux documents, mais leur exploitation et les réponses attendues sont courtes.

Calculatrice autorisée.

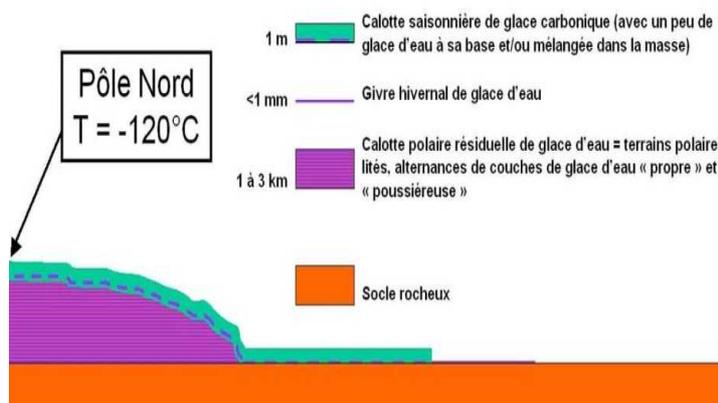
La page 16 est à rendre avec la copie

EXERCICE 1 - Et si la planète rouge avait été bleue par le passé ?

Contrairement à ce qu'annoncent régulièrement certains médias, la présence de l'eau sur la planète Mars ne fait désormais aucun doute. En effet, en 1666 Cassini la considérait déjà comme une évidence et en 1964 un scientifique soviétique a rigoureusement prouvé que la calotte Nord est faite de glace d'eau. Pour autant, en lien avec la recherche d'éventuelles traces de vie sur Mars, la communauté scientifique cherche actuellement à savoir si cette eau existe ou a existé à l'état liquide.

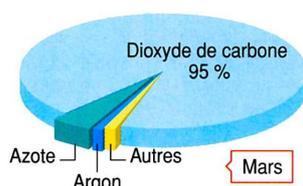


Document 1 : images de la calotte du pôle nord au cours des saisons martiennes
télescope Hubble



Document 2 : schéma en coupe de la calotte polaire Nord en Hiver

D'après P. Thomas, extraits de <http://planet-terre.ens-lyon.fr>



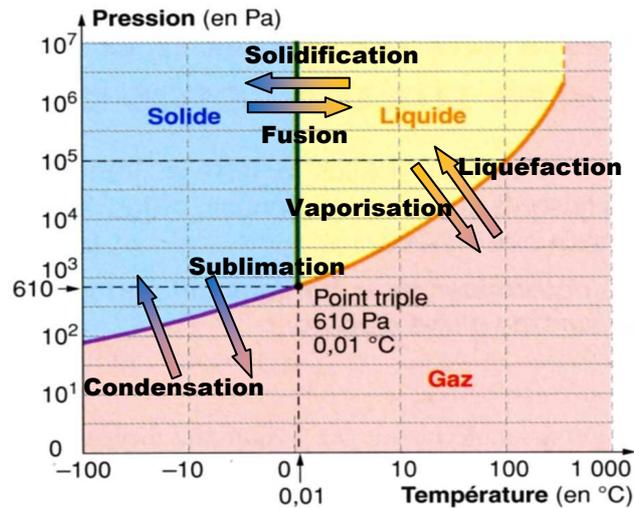
L'atmosphère martienne est quasiment inexistante, si bien que la pression atmosphérique au niveau du sol, endroit où elle est maximale, ne vaut que 0,6% de la pression atmosphérique terrestre (cette dernière vaut 10^5 Pa « Pascal »). De façon générale, lorsque l'altitude augmente la pression atmosphérique diminue, jusqu'à devenir quasi nulle dans la haute atmosphère.

Parmi les composants « autres », en jaune, il y a bien de l'eau, mais elle ne représente que 0,021% de l'atmosphère.

Document 3 : quelques données sur l'atmosphère martienne actuelle.
SVT 2^{de}, Bordas et Nathan, éd. 2000

La température moyenne est de -50°C . En fonction des saisons et des latitudes, elles varient classiquement entre -100°C et -10°C . Cependant, et de façon apparemment exceptionnelle, les mesures par rayonnement infrarouge indiquent que la température peut atteindre $+20^{\circ}\text{C}$. Cela n'est possible que sur des terrains inclinés, bien orientés vers le Sud, avec des roches sombres et à midi en plein été...

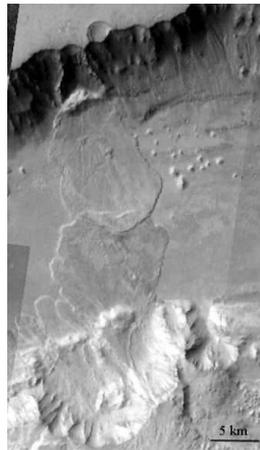
Document 4: quelques données sur les températures martiennes actuelles
<http://planet-terre.ens-lyon.fr>



Document 5 (document de référence) : diagramme de phase de l'eau.
 Ce diagramme a été construit à partir de données expérimentales obtenues en laboratoire.
SVT 2^{de}, Nathan, éd. 2000

Document 6 : figures particulières du canyon martien de Vales Marineris (vue de dessus).

<http://planet-terre.ens-lyon.fr>



Document 7 : détail du flanc pentu (>30°) exposé au Sud du cratère de Newton sur Mars

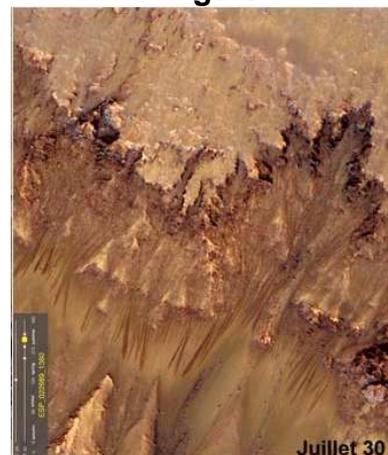
Image A



Image B



Image C



Le dénivelé est de l'ordre de 600 mètres.

Remarque : pour Mars, l'année 01 correspond à l'année de la première arrivée d'un engin automatique en 1965. D'où la date de type « Juin 30 » en bas à droite des images. <http://planet-terre.ens-lyon.fr>

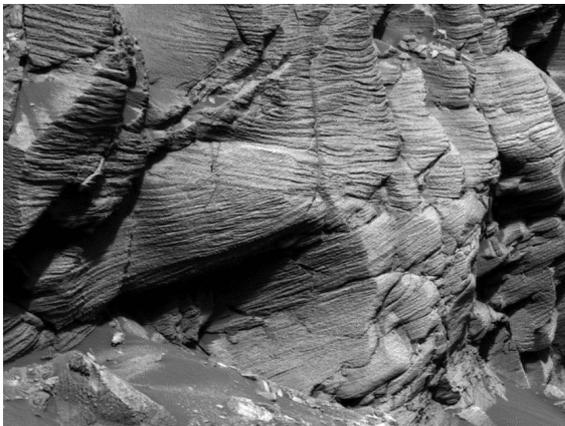
Actuellement, dans des eaux chaudes, peu profondes et saturées en éléments dissous, des cristaux de sulfates se forment lentement et précipitent au fond de l'eau. Exemple d'une réaction de précipitation d'un sulfate de magnésium :



Document 11 : un exemple d'environnement terrestre actuel dans lequel se forment des sulfates : la Vallée de la Mort en Californie (USA).

Texte : « Ce que disent les minéraux », Cordier P. et Leroux H., Belin, éd.2008.

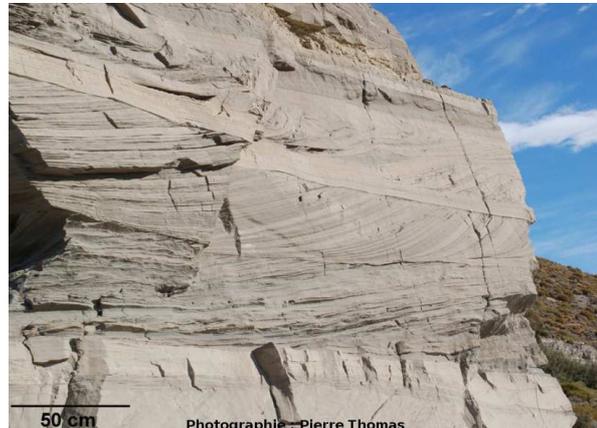
Image: <http://www.earthscienceworld.org>



Echelle : cette portion fait 3 mètres de haut.

Document 12a : détail de la falaise du cap St Vincent pris en mai 2007 sur Mars par le robot Opportunity.

<http://planet-terre.ens-lyon.fr>,



La présence du litage oblique dans ces sédiments indique qu'ils se sont déposés dans un courant, de type courant d'air (sédiments éoliens) ou courant d'eau (sédiments fluviaux, deltaïques, côtiers)

Document 12b : Strates de sédiments d'âge Oligo-Miocène au pied de la Cordillère des Andes.

<http://planet-terre.ens-lyon.fr>

Question

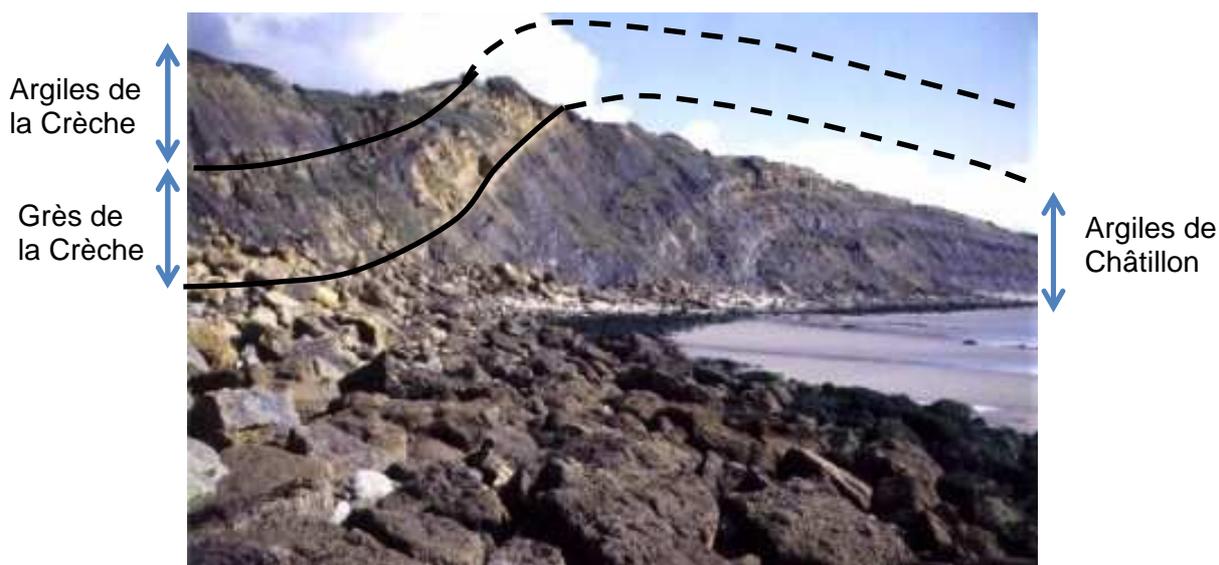
A partir de l'interprétation critique de l'ensemble des données extraites des documents, déterminer si de l'eau à l'état liquide existe ou a existé sur Mars.

EXERCICE 2 - LES COUCHES JURASSIQUES DU CAP DE LA CRECHE : UN SYSTEME PETROLIER ?

Les côtes du Boulonnais sont sans doute l'un des seuls endroits en France où l'on puisse voir ce que l'on nomme un système pétrolier.

Un système pétrolier complet comprend une roche-mère, une roche-réservoir couverte par une couche imperméable et une structure piégeant le pétrole.

Document 1 : Falaise jurassique au Nord de Boulogne : l'anticlinal de la Crèche



D'après : http://www4.ac-lille.fr/~svt/Geol_region/Boulonnais/Histgeol.htm

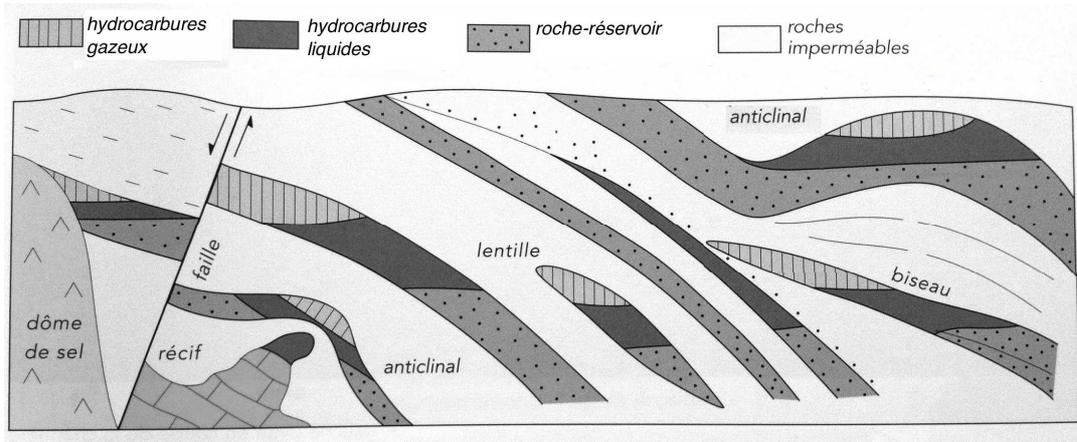
Document 2 : la roche-mère, l'usine naturelle à pétrole

« L'histoire du pétrole débute au fond des mers, là où s'accumulent parfois d'énormes quantités d'algues minuscules : des organismes unicellulaires invisibles à l'œil qui colonisent la tranche superficielle des mers éclairée par la lumière du jour. Cette biomasse algale (également appelée **biomasse phytoplanctonique**) est le point de départ de la chaîne trophique marine. Elle est en général consommée dans les eaux de surface ou décomposée par les bactéries après la mort des algues. Cependant, dans l'histoire de la Terre, quelques épisodes d'accumulations massives de cette matière organique se sont produits.

Le plus souvent, ces concentrations s'effectuent dans des sédiments à grains fins, riches en argiles (des marnes par exemple). **Au cours de l'enfouissement des sédiments, l'expulsion de l'eau de mer qui imprègne les dépôts sédimentaires, l'action des bactéries, de la température et de la pression transforment lentement la biomasse phytoplanctonique en une matière organique à la composition chimique simple.** En effet, carbone et hydrogène dominant : on parle donc d'hydrocarbures (H et C). Ces roches dans lesquelles cette « cuisine » a lieu sont appelées **roches-mères du pétrole**. La température (qui croît avec la profondeur d'enfouissement d'environ 1°C par 30 m) provoque la réduction progressive de la taille des molécules d'hydrocarbures (le craquage thermique), si bien qu'elles deviennent capables de se déplacer dans les roches-mères, voire de les quitter. On parle alors de **migration**. »

D'après : *des roches aux paysages dans le Nord-Pas-de-Calais, SGN-CSNNPC, 2010*

Document 3 : quelques types de pièges à pétrole



Quand les hydrocarbures ont quitté les roches-mères, ils ont tendance à migrer vers la surface de la Terre.

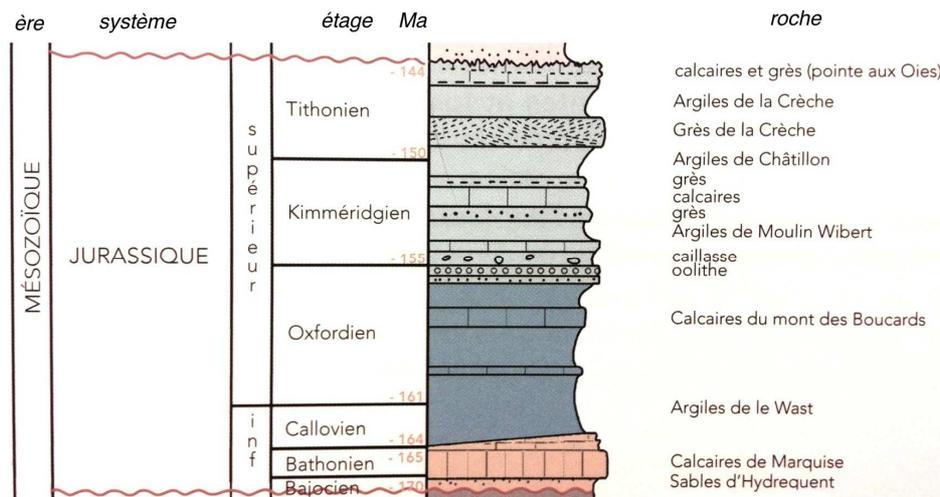
Le pétrole peut-être piégé et accumulé pendant son ascension dans une roche-réservoir. Un bon réservoir est constitué par des roches poreuses et perméables.

Dans la roche-réservoir, les hydrocarbures « flottent » au-dessus de l'eau qui imprègne les roches. Les gaz, légers, surmontent les hydrocarbures liquides, plus denses qu'eux mais moins denses que l'eau. Les hydrocarbures sont retenus dans la roche-réservoir grâce aux roches imperméables qui les recouvrent et donc empêchent la fuite du pétrole.

Si rien ne bloque la migration du pétrole, celui-ci parvient à la surface et s'y détruit (oxydation spontanée, dégradation bactérienne,...)

D'après : des roches aux paysages dans le Nord-Pas-de-Calais, SGN-CSNNPC, 2010

Document 4 : les couches sédimentaires d'âge Jurassique du Boulonnais



D'après : des roches aux paysages dans le Nord-Pas-de-Calais, SGN-CSNNPC, 2010

Document 5 : données sur les roches du Cap de la Crèche

Les argiles de la Crèche ont fait l'objet d'investigations sédimentologiques approfondies. Les matériaux d'origine se sont déposés dans un environnement de plate-forme continentale peu profonde où régnaient des conditions de faible énergie. Ces formations sont par ailleurs imperméables, du fait de leur degré de compaction.

D'après : HDR de Guillaume Pierre, Lille 1, 2005

Les argiles de Châtillon

Caractéristiques paléontologiques :

faune fossile pauvre : rares mollusques lamellibranches et ammonites.

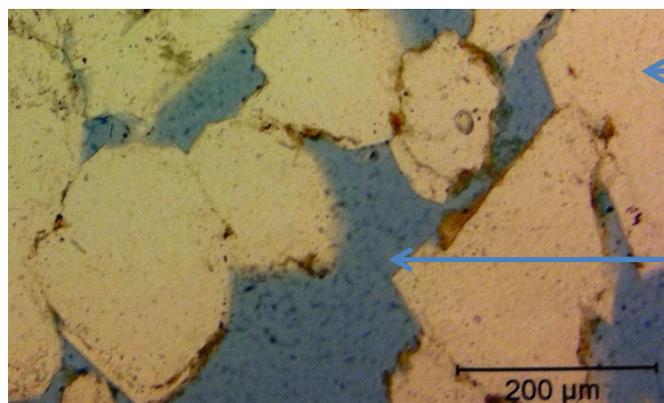
Caractéristiques sédimentologiques :

la couleur foncée de ce niveau argileux traduit une teneur importante en matière organique, donc des conditions de sédimentation anoxiques, ayant permis la conservation et la transformation de la matière organique sédimentée et piégée par le sédiment. La sédimentation s'est faite à une profondeur importante.



Source : http://www4.ac-lille.fr/~svt/Geol_region/Sortie_geol/sortienoirda/argfinf.htm

Les grès de la Crèche observés au microscope



Quartz

Espaces remplis de résine colorée en bleu.

D'après : des roches aux paysages dans le Nord-Pas-de-Calais, SGN-CSNNPC, 2010

Questions :

- 1) Montrer, à l'aide des documents fournis, que le Cap de la Crèche constitue un système pétrolier complet.
- 2) Proposer une explication à l'absence de pétrole aujourd'hui dans le système du Cap de la Crèche.

EXERCICE 3 - LA DISPARITION DE L'HOMME DE NEANDERTAL

La découverte de nombreux fossiles permet d'établir des scénarios de plus en plus précis de l'évolution qui conduit à l'homme moderne, *Homo sapiens*. Jusqu'à des travaux récents, il était admis que l'homme de Néandertal (*Homo neanderthalensis*) et l'homme moderne étaient deux espèces différentes qui ont cohabité et dont l'une, *Homo neanderthalensis* a disparu.

En mai 2010, la publication des résultats des recherches de Svante Pääbo était relayée dans les médias sous les titres suivants :

« Néandertal, un nouvel ancêtre.

Le séquençage de presque deux tiers du génome de Néandertal révèle qu'il s'est mélangé avec celui de Homo sapiens »

Au regard de ce fait nouveau, nous vous proposons d'étudier les conditions de la disparition de l'Homme de Néandertal.

Quelques données historiques

1856 : des ossements et un fragment de crâne sont découverts dans la grotte de Feldhofer, dans la vallée de Neander, près de Düsseldorf (Allemagne) ;

1864 : le britannique W. King propose de les nommer *Homo neanderthalensis* ;

1908 : le squelette complet d'un néandertalien, trouvé dans la grotte Bouffia Bonneval, à la Chapelle-aux-Saints, en Corrèze (France) est étudié en détail par Marcellin Boule ;

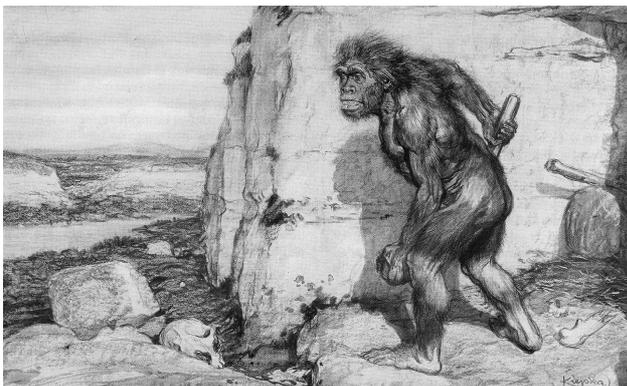
1979 : Françoise Levêque découvre un homme de Neandertal à Saint Césaire, en Charente-Maritime, accompagné d'outils attribués jusque là, à l'homme moderne ;

1997 : un fragment de 400 paires de bases d'ADN mitochondrial en provenance d'un squelette de la grotte de Feldhofer, comparé à un échantillon représentatif de la population humaine laisse entrevoir de fortes différences ;

2010 : l'équipe de Svante Pääbo réussit à séquencer 60 % de l'ADN extrait de 3 fossiles néandertaliens, qu'elle compare au génome de 5 hommes actuels.

Document 1 : représentation de l'Homme de Néandertal dans un journal londonien en 1909, d'après la description de Boule

Source : *La Recherche*, octobre 2011



Marcellin Boule (1861 – 1942) étudie personnellement un *Homo neanderthalensis* découvert à la Chapelle-aux-Saints en 1908. Il souligne l'ampleur des différences anatomiques entre Néandertal et l'Homme moderne, en particulier la forme de la colonne vertébrale qui ne présentait pas la courbure caractéristique des humains bipèdes. D'autres caractères différents (forme du crâne, de la face, morphologie) permettaient de conclure qu'une grande distance morphologique séparait les deux espèces, alors qu'elles étaient temporellement proches.

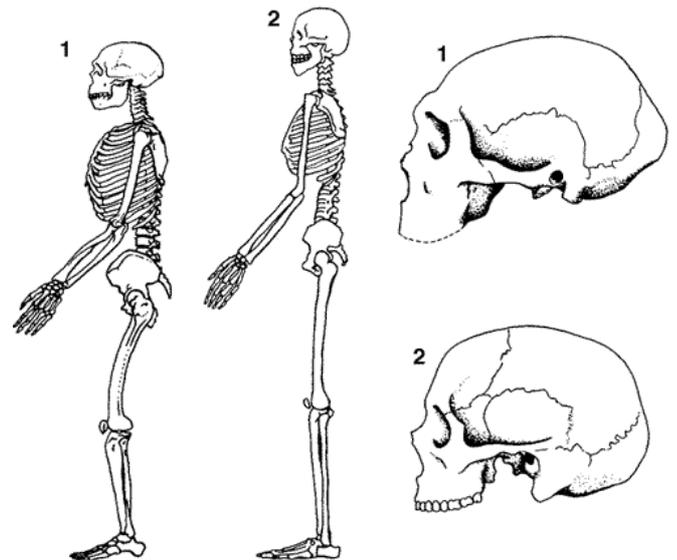
Document 2 : comparaison des squelettes et des crânes de *Homo neanderthalensis* (1) et *Homo sapiens* (2)

Volume du crâne :

- *Homo neanderthalensis* (1) : 1600 cm³
- *Homo sapiens* (2) : 1400 cm³
- Gorille : 500 cm³

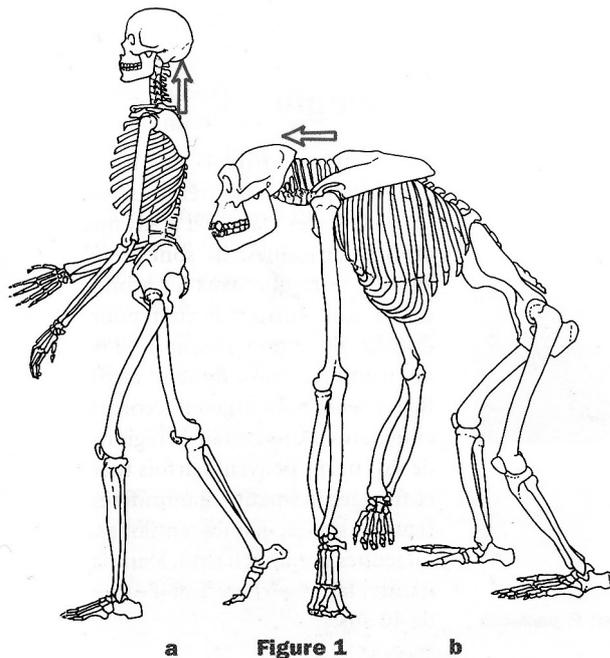
Source :

http://www.andaman.org/BOOK/originals/Weber-Toba/ch5_bottleneck/teatr5.htm



Document 3 : critères d'appartenance à la lignée humaine

D'après « Classification phylogénétique du vivant », Lecomte et Le Guyader, Belin

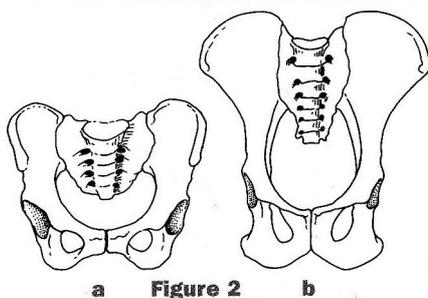


Plusieurs critères permettent de rattacher un fossile ou une espèce à la lignée humaine.

Les plus importants sont ceux liés à la bipédie permanente.

Celle-ci implique le glissement du trou occipital sous la calotte crânienne, une colonne vertébrale en S, ainsi que la présence de fesses.

(figure 1a : Homme ; 1b : Gorille).

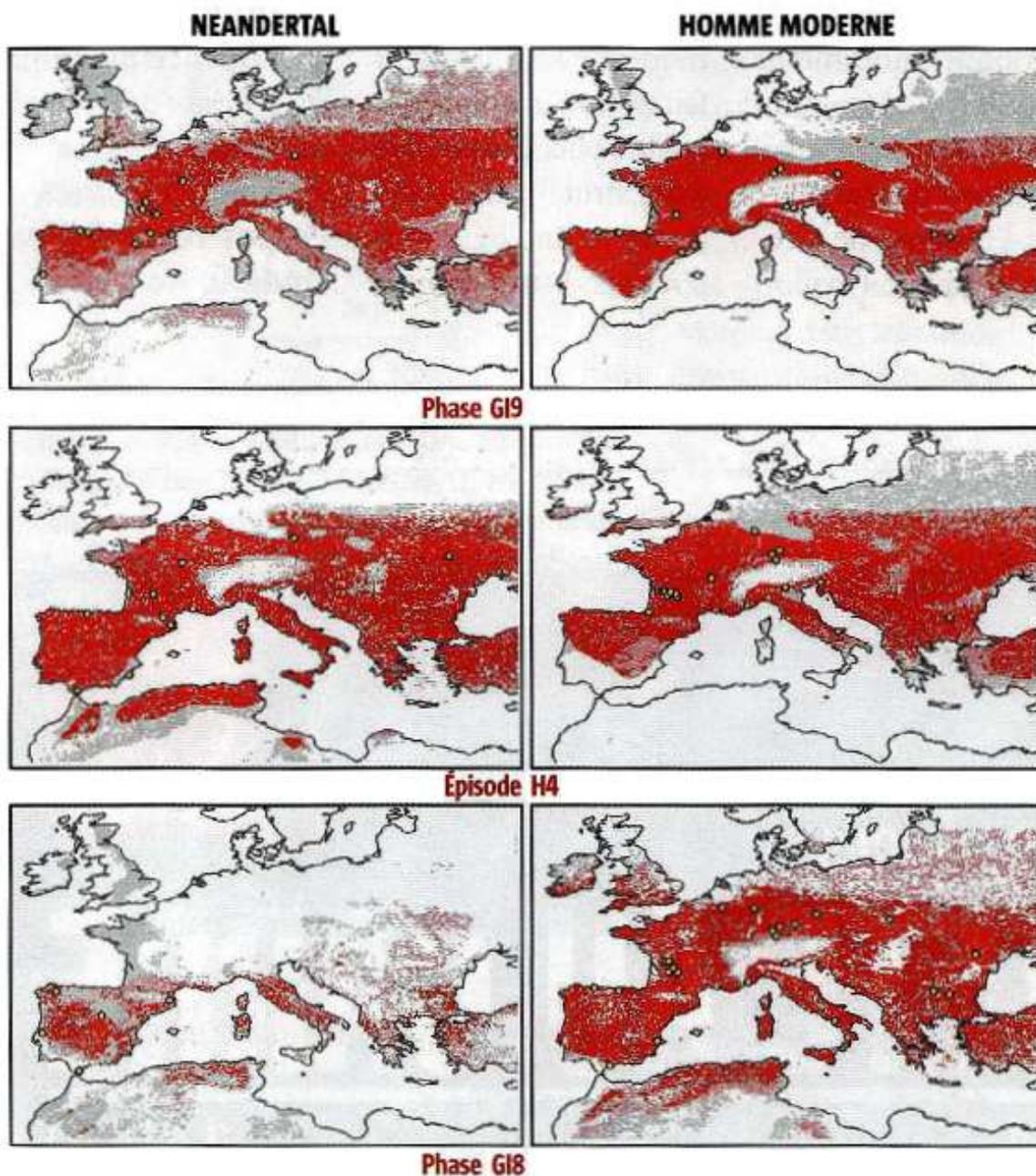


Le bassin est élargi et court dans la lignée humaine (figure 2a), tandis qu'il est étroit et long chez les espèces non bipèdes (figure 2b).

L'augmentation du volume crânien est aussi un critère distinctif chez les espèces du genre *Homo*.

Document 4 : aires de répartition en Europe des deux espèces du genre *Homo* au cours du Quaternaire

Source : *La Recherche*, juin 2009

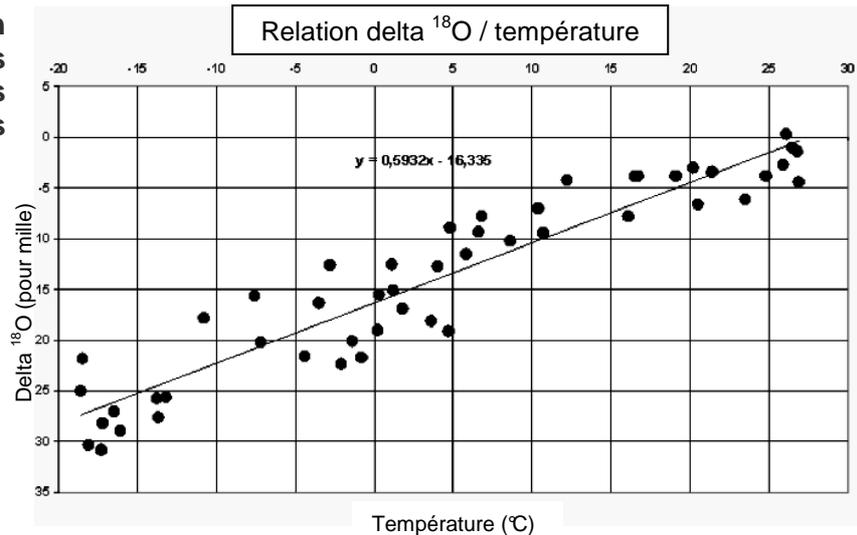


Ces cartes sont réalisées à partir de la distribution de sites archéologiques attribués à l'Homme de Neandertal ou à l'Homme moderne, à 3 âges différents (de G19 : période la plus ancienne à G18 : époque la plus récente)

En Europe, il y a 45 000 ans la population humaine est exclusivement constituée d'hommes de Neandertal, une espèce qui a évolué sur place depuis 200 000 ans. D'autres hommes, qualifiés de « modernes » les remplacent en 15 000 ans.

Document 5 : relation entre les températures de l'air et les variations du delta ¹⁸O des précipitations.

Source : pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/lycee/gutjahr/climats/climats_12.htm



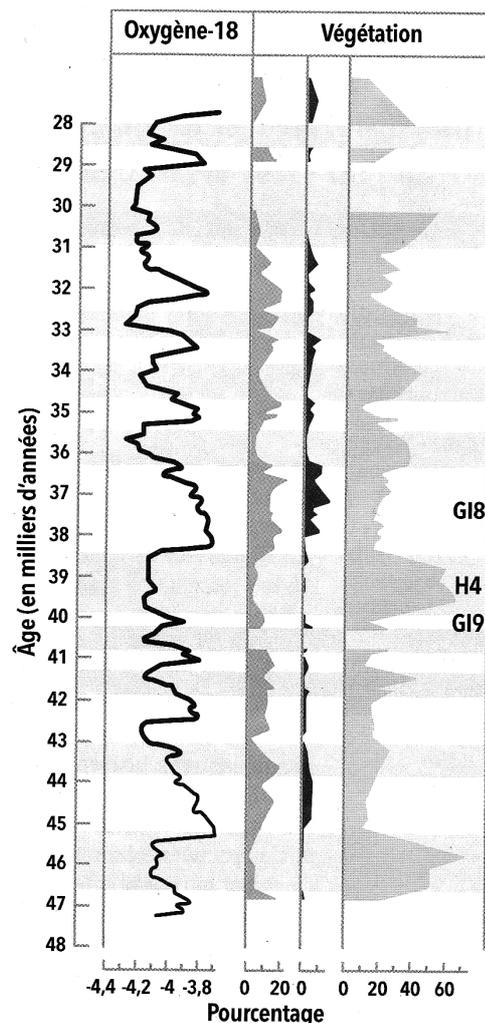
Le delta ¹⁸O (« delta O dix-huit ») des précipitations est dépendant de la température : il existe une relation linéaire entre ces deux paramètres. Les valeurs du delta ¹⁸O des précipitations peuvent donc être utilisées comme un indicateur pour reconstituer les variations de la température de l'air au cours des temps géologiques passés.

Document 6 : delta ¹⁸O et végétation méditerranéenne

Source : *La Recherche*, juin 2009

Les variations du delta ¹⁸O mesurées dans les glaces anciennes du Groenland sont mises en relation avec la végétation, révélée par ses pollens, pour reconstituer les climats anciens. Les pollens sont retrouvés dans des sédiments.

Le quaternaire a été marqué par une succession rapide d'événements climatiques, alternativement froids et tempérés. Trois épisodes sont mis en évidence : GI9, H4 et GI8.

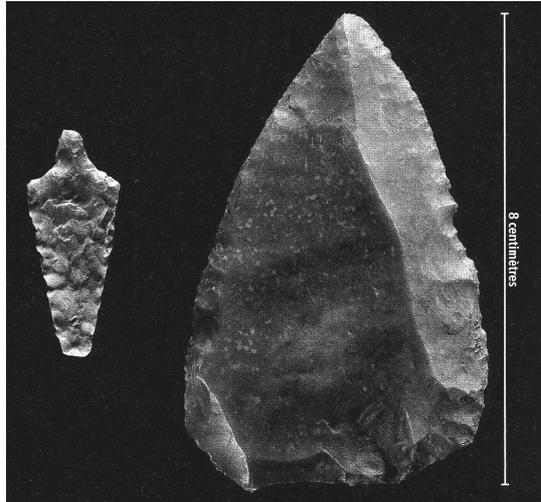


Colonne « Végétation » :

- Colonne de gauche, végétation de forêts humides,
- Colonne du milieu, végétation méditerranéenne,
- Colonne de droite, végétation des steppes arides

Document 7 : pointe moustérienne (à droite) et flèche de lance (à gauche) du néolithique final

Source : *La Recherche*, octobre 2011



Le moustérien est la principale culture du paléolithique moyen en Eurasie, entre 300 000 et 30 000 ans.

Le néolithique débute vers 9 000 ans avant JC et prend fin vers 3 000 ans avant JC.

Les pointes moustériennes sont de grande taille comparées aux flèches de lance ; elles pouvaient être adaptées à une arme tenue à la main mais pas à une sagaie légère à lancer. Or, la pratique du lancer est plus efficace pour la chasse.

Chez le lanceur, la répétition du mouvement lié à cette pratique laisse des marques sur les os au niveau du coude du bras qui sert à projeter ; on ne trouve pas ces sortes de traces chez les néandertaliens.

Les traces d'impact ont été retrouvées sur du gibier mais jamais sur des ossements néandertaliens.

Question 1

En vous appuyant sur les affirmations du début du 20^e siècle (document 1) et sur les informations apportées par les documents 2 et 3, discuter l'appartenance de *Homo neanderthalensis* à la lignée humaine.

Question 2

Plusieurs scénarios, dont certains sont plus documentés que d'autres, sont avancés pour expliquer la disparition de *Homo neanderthalensis* :

- Le scénario 1, fondé sur la démographie : avant l'extinction de *Homo neanderthalensis*, les deux espèces partagent les mêmes ressources pour l'habitat, la nourriture et sont concurrentielles ; l'avantage est à ceux qui sont les plus nombreux et /ou qui exploitent le mieux l'environnement.

- Le scénario 2, climatique : l'Homme de Néandertal disparaît car il est mal adapté aux variations climatiques, en particulier aux épisodes froids.

- Le scénario 3, génétique : les faibles populations de néandertaliens se sont croisées avec celles, bien plus nombreuses de l'Homme moderne, aboutissant à un mélange de leur information génétique.

- Le scénario 4, dit de l'affrontement : l'Homme moderne aurait éliminé, au cours de confrontations, tous les néandertaliens.

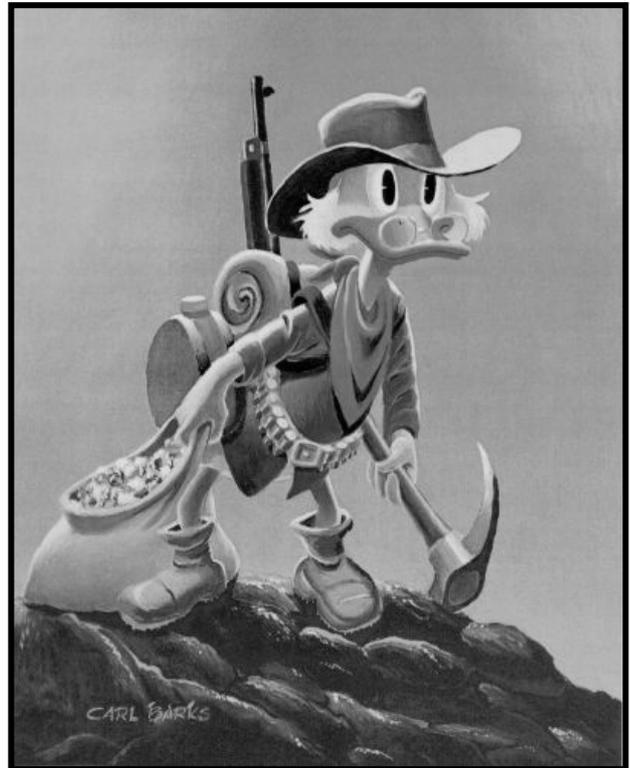
En utilisant l'ensemble des données présentées dans le sujet, discuter la validité de chacun de ces scénarios.

EXERCICE 4 – UN MYTHE ET UNE NOUVELLE RUEE VERS L'OR

À l'heure actuelle, le lingot d'or de 1kg se négocie sur les marchés financiers autour de 35000 à 40000 euros. De fait, sa valeur a presque triplé en l'espace de 4 ans. La demande est très forte car en ces temps de crise économique et d'incertitude, ce métal précieux joue le rôle de valeur refuge et ranime la fièvre qu'il a si souvent suscitée.

Selon Plutarque, « Jules César a conquis la Gaule avec le fer des romains mais il a asservi la république romaine avec l'or des gaulois ». Cette simple citation nous rappelle que, dans le passé, la France, en particulier les Cévennes ont abrité d'importantes exploitations de ce métal précieux.

On se propose de déterminer si, aujourd'hui, la prospection et l'exploitation des gisements cévenols présentent un intérêt économique.



Source image : <http://carlBarksart.com>

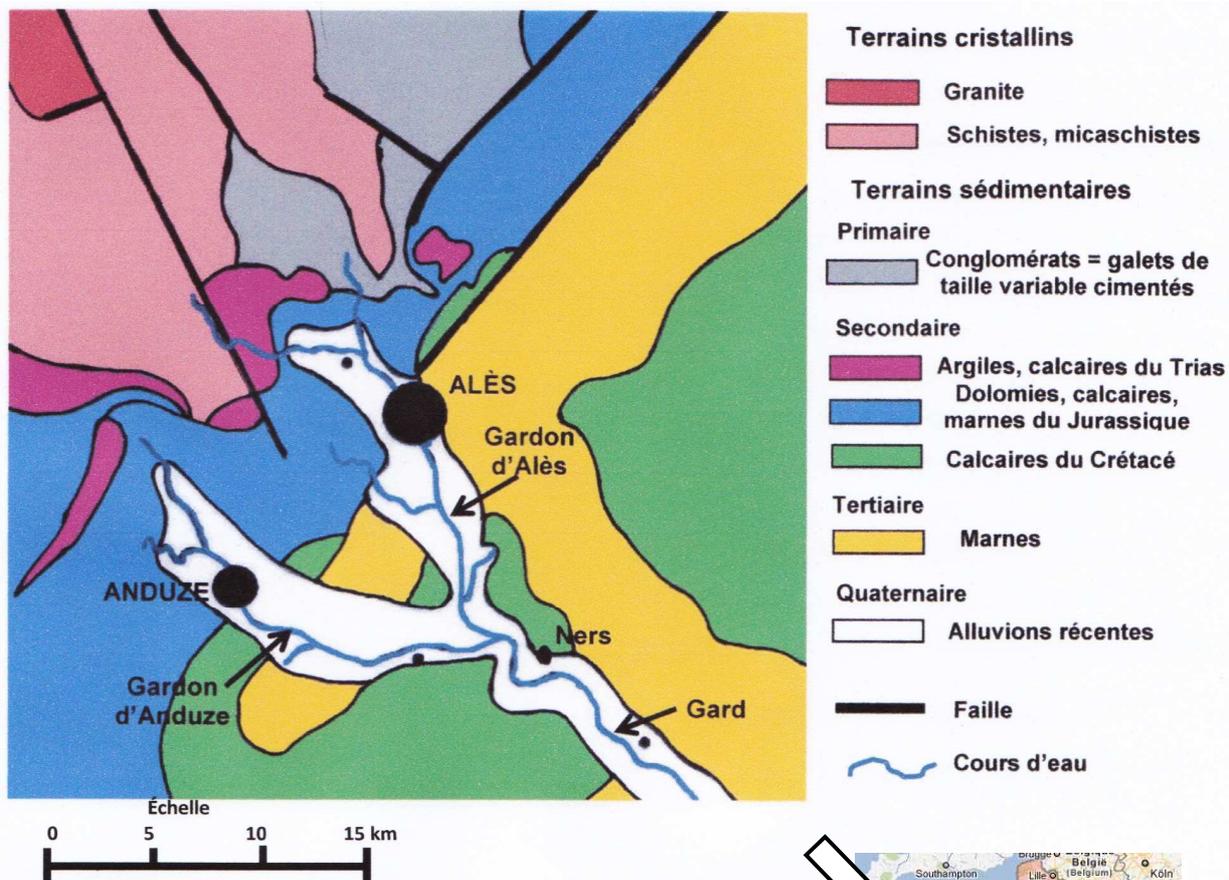
Document 1 : les Cévennes, une région aurifère

Document 1a

Dans le bord Est des Cévennes, les roches granitiques et métamorphiques de plus de 300 millions d'années contiennent des filons de quartz aurifères (riches en or). La partie aisément exploitable de ces filons l'a été à l'époque gallo-romaine. Actuellement, les orpailleurs amateurs continuent de rechercher l'or dans les alluvions des cours d'eau (Cèze, Gardon, Gard).

On pratique depuis des temps immémoriaux une technique d'orpaillage utilisant des peaux de mouton (mythe de la toison d'or) que l'on fait tremper dans le lit des rivières dans le but de récolter paillettes et autres pépites d'or. Cette technique s'est répandue en Europe où elle est évoquée depuis au moins le haut Moyen Age. Les poils de la peau piègent les fines mais lourdes particules d'or transportées par le courant. Aujourd'hui, si les toisons ne sont plus employées, d'autres techniques simples permettent d'orpailler dans le lit des rivières réputées aurifères (batée...). Toutefois l'immense majorité des particules que récupèrent les orpailleurs sont d'une taille inférieure à 1mm.

Document 1b : extrait simplifié de la carte géologique du département du Gard (d'après carte géologique du Gard 1/250000 BRGM) et sa localisation sur la carte de France. (Google Map.)



Document 2 : les différents types de gisements aurifères

Document 2a

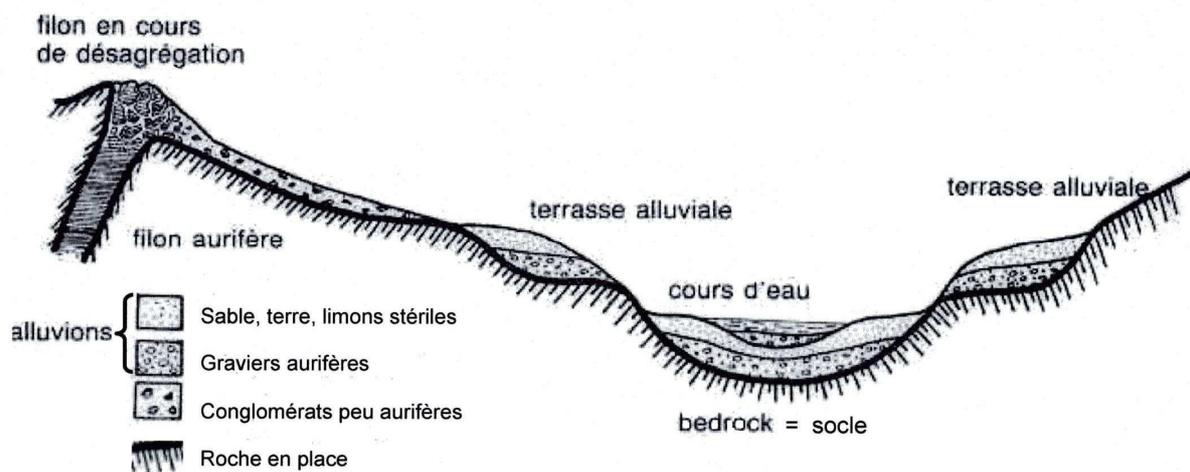
Dans la terminologie des chercheurs d'or, on appelle **placer** un gisement détritique récent (généralement daté de l'ère Quaternaire). L'or s'y trouve mélangé à des sables, graviers ou galets.

Il existe 3 sortes de placers :

- Les placers éluviaux (éboulis de pente, conglomérats...) restent proches des roches sources.
- Les placers alluviaux se forment au niveau des ruisseaux, rivières ou fleuves et sont constitués des apports successifs d'alluvions transportées par ces cours d'eau.
- Les placers marins ou lacustres se forment à l'embouchure d'un cours d'eau aurifère.

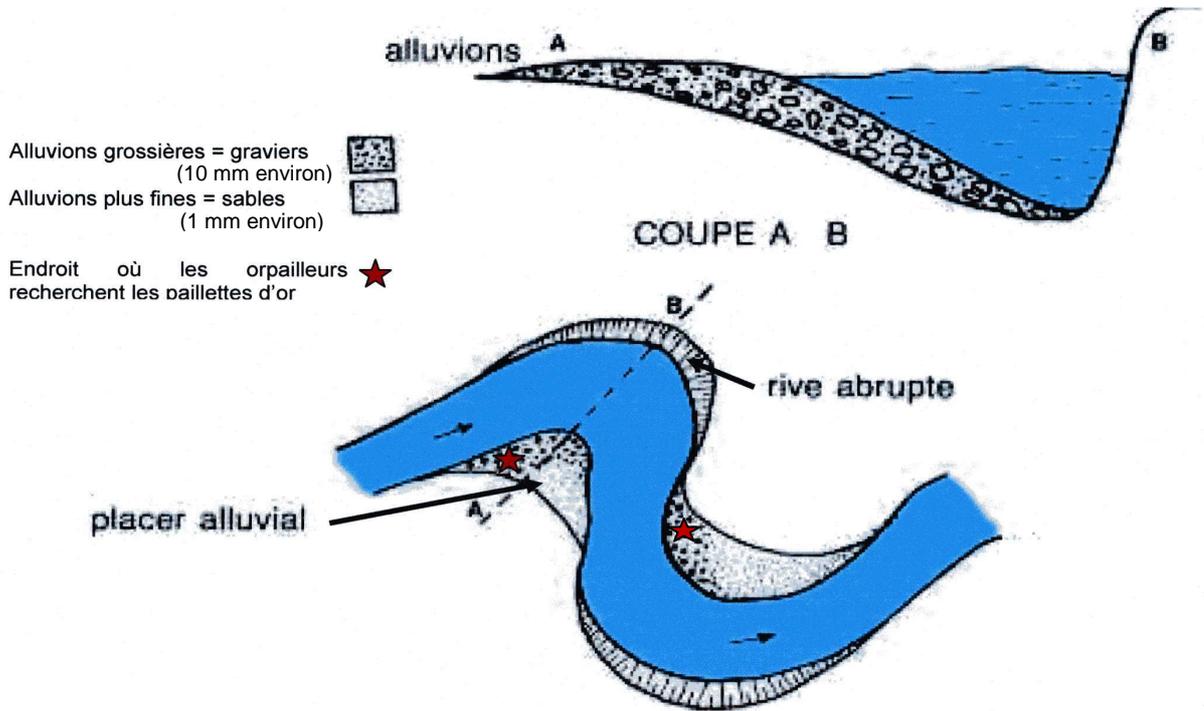
Document 2b : coupe schématique des différents gisements aurifères (d'après *Guide pratique d'un chercheur d'or Éditions BRGM 1994 Pierre-Christian GUIOLLARD*)

A rendre complété avec la copie



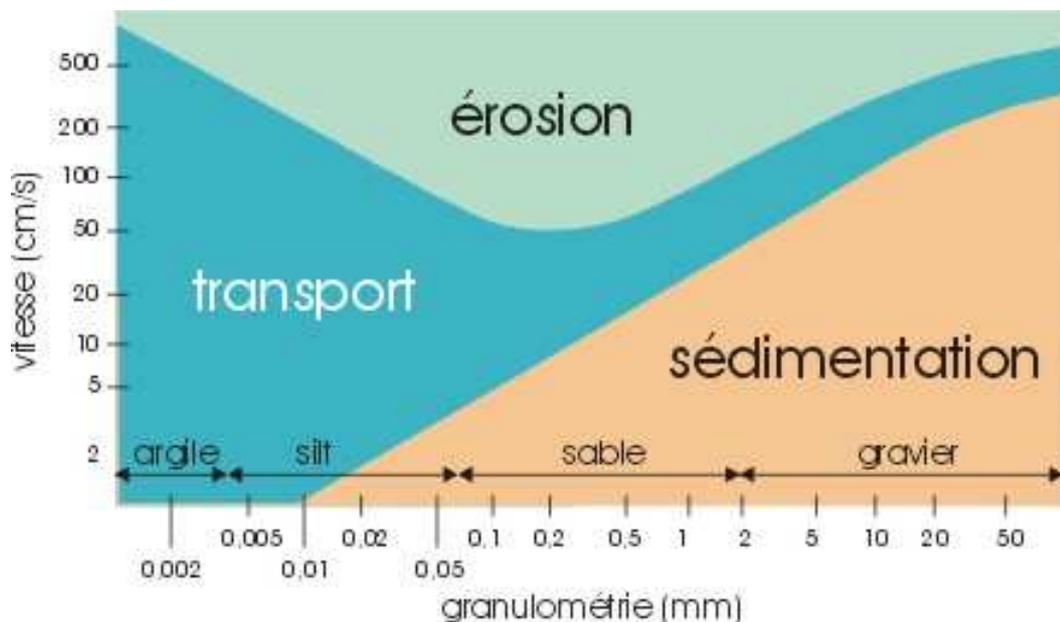
Document 3 : caractéristiques des alluvions aurifères

3a : schéma d'un placer alluvial de méandre avec une vue de dessus et une vue en coupe selon AB (d'après Guide pratique d'un chercheur d'or Éditions BRGM 1994 Pierre-Christian GUIOLLARD).



3b : diagramme de Hjulström (d'après Université de Liège, faculté de sciences, département de géologie <http://www2.ulg.ac.be/geolsed/processus/processus.htm>).

Le diagramme de Hjulström permet de déterminer le comportement d'une particule détritique dans un cours d'eau selon sa taille et selon la vitesse du courant.



La zone « érosion » correspond à une situation où la particule est arrachée du fond du cours d'eau et mise en transport.

La zone « transport » correspond à une situation où la particule, déjà en suspension, continue à être transportée.

La zone « dépôt » correspond à une situation où la particule se dépose au fond du cours d'eau.

Si la taille des particules est importante pour déterminer leur comportement dans un cours d'eau, leur masse volumique l'est également.

La masse volumique moyenne d'une particule détritique alluvionnaire est de **2,5 g.cm⁻³**.

La masse volumique moyenne d'une particule contenant de l'or est d'environ **15 g.cm⁻³**.

Document 4 : une exploitation éventuelle.

Au 20^{ème} siècle, près de Pont de Ners, des études ont été entreprises en vue d'une exploitation industrielle. Un placer alluvial d'un volume estimé de 2.10^6 m^3 a été repéré. Sa teneur moyenne en or a été estimée à 0,25 g par tonne. À l'époque, le projet a été abandonné car jugé non rentable.

Un industriel a déterminé qu'au cours actuel de l'or, le gisement de Pont de Ners serait rentable s'il parvenait à en tirer 4 kg d'or par jour d'exploitation sur une durée de 10 ans (à raison de 250 jours d'exploitation par an).



Questions

Question 1 (documents 1 et 2)

- Question 1a : déterminer à partir d'une exploitation rigoureuse des documents 1 et 2, le contexte et les processus géologiques conduisant à la présence d'or dans les cours d'eau cévenols.
- Question 1b : compléter le document 2b (à rendre avec la copie) afin de localiser les gisements aurifères et de montrer les mécanismes géologiques à l'origine de leur formation.

Question 2 (document 3)

- Question 2a : à partir du diagramme fourni, identifier la vitesse de courant permettant le dépôt des particules détritiques dans la zone du méandre où se place l'orpailleur.
- Question 2b : justifier la présence, à cet endroit, de particules d'or d'une taille inférieure à 1 mm.

Question 3 (documents 3 et 4)

Déterminer si l'exploitation du placer du Pont de Ners est rentable en l'état actuel des données économiques.