

SESSION 2012

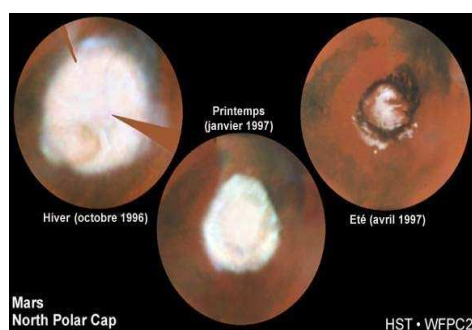
Antilles Guyane et AEF

Durée de l'épreuve : 4h

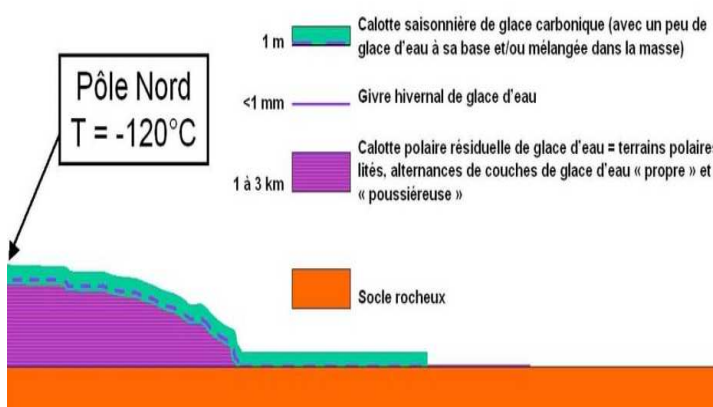
Le sujet se compose de quatre exercices notés sur dix points chacun. Il comporte de nombreux documents, mais leur exploitation et les réponses attendues sont courtes.
Calculatrice autorisée.

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.**

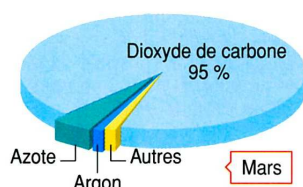


Document 1 : images de la calotte du pôle nord au cours des saisons martiennes
télescope Hubble



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

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



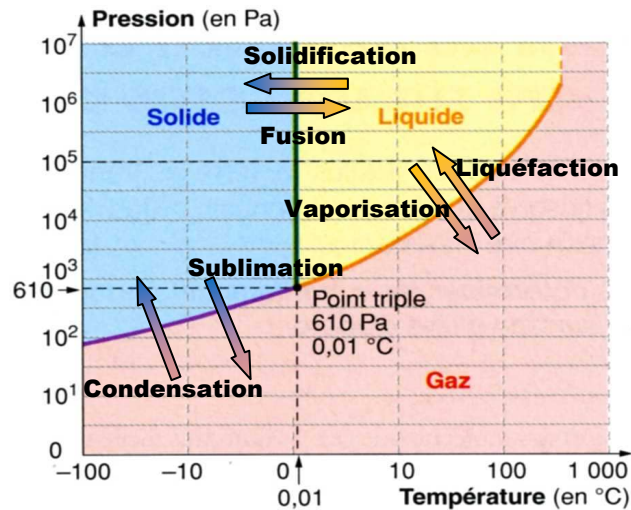
L'atmosphère martienne est quasiment inexistante, si bien que la pression atmosphérique au niveau du sol, endroit où elle est maximale, ne vaut que 0,6% de la pression atmosphérique terrestre (cette dernière vaut 10^5 Pa « Pascal »). De façon générale, lorsque l'altitude augmente la pression atmosphérique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

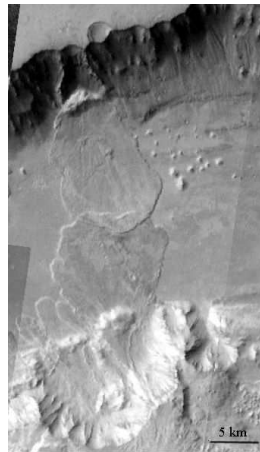
Document 4: quelques données sur les températures martiennes actuelles
<http://planet-terre.ens-lyon.fr>



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

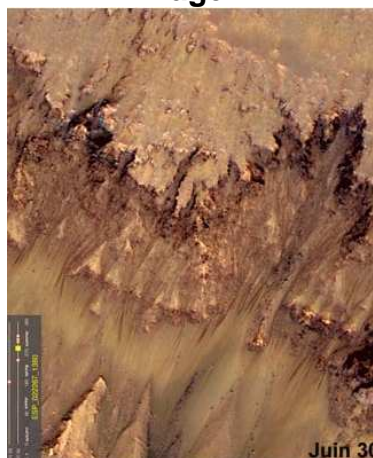
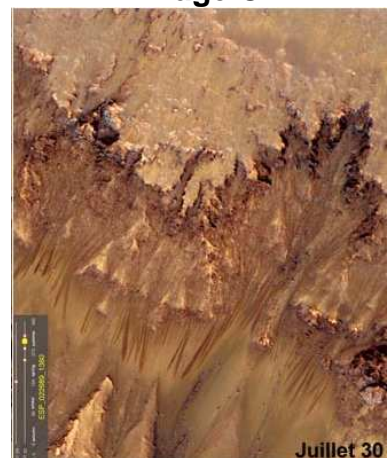


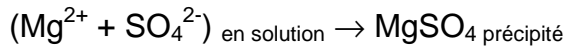
Image C



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>

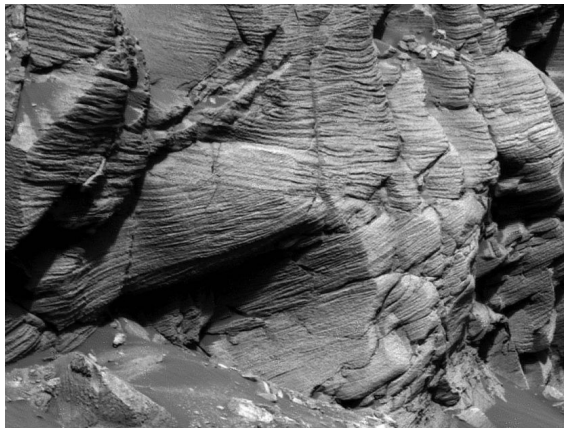
Actuellement, dans des eaux chaudes, peu profondes et saturées en éléments dissous, des cristaux de sulfates se forment lentement et précipitent au fond de l'eau. Exemple d'une réaction de précipitation d'un sulfate de magnésium :



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

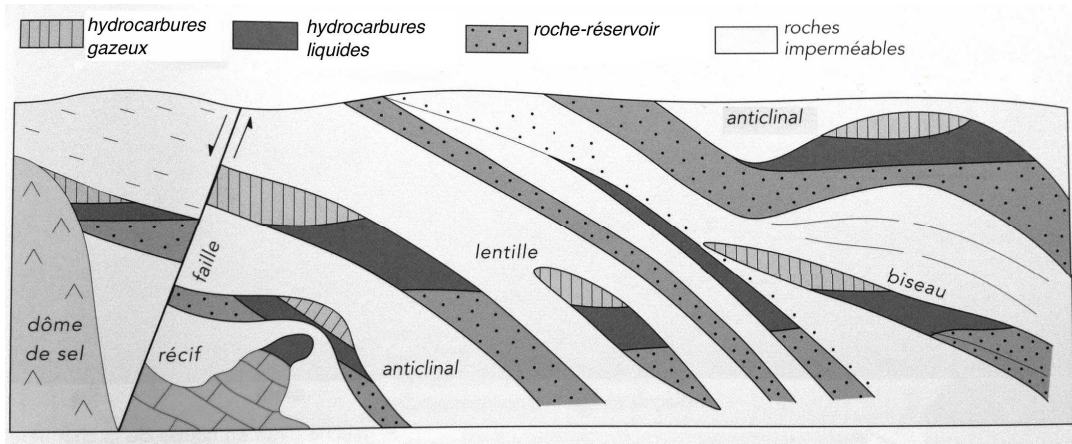
Document 2 : la roche-mère, l'usine naturelle à pétrole

« 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.

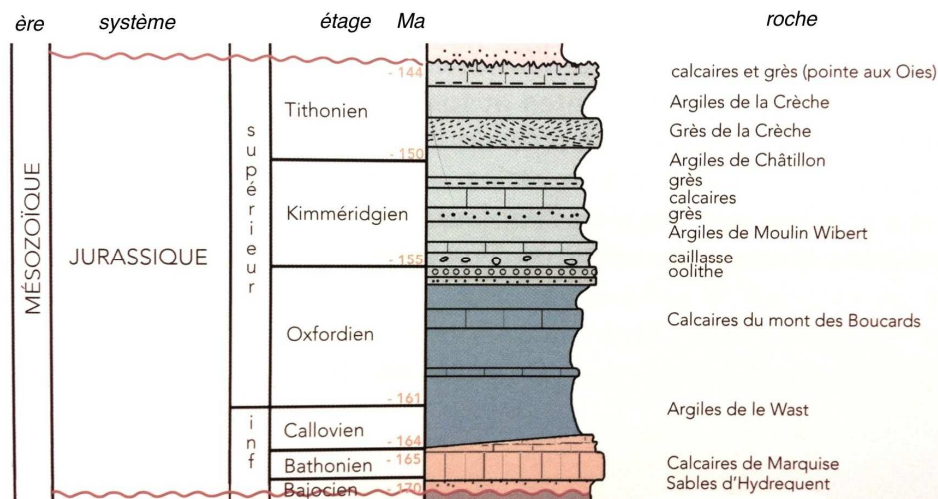
Le pétrole peut-être piégé et accumulé pendant son ascension dans une roche-réservoir. Un bon réservoir est constitué par des roches poreuses et perméables.

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

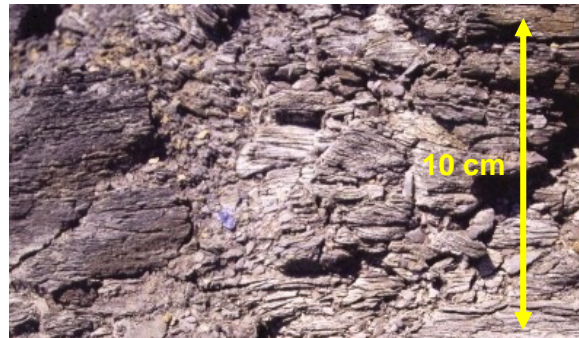
Les argiles de Châtillon

Caractéristiques paléontologiques :

faune fossile pauvre : rares mollusques lamelibranches et ammonites.

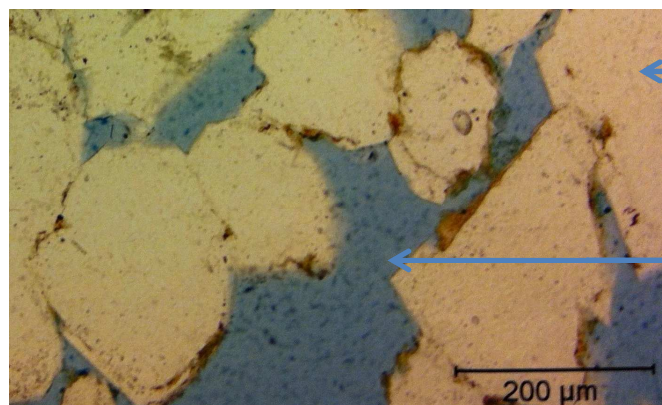
Caractéristiques sédimentologiques :

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.

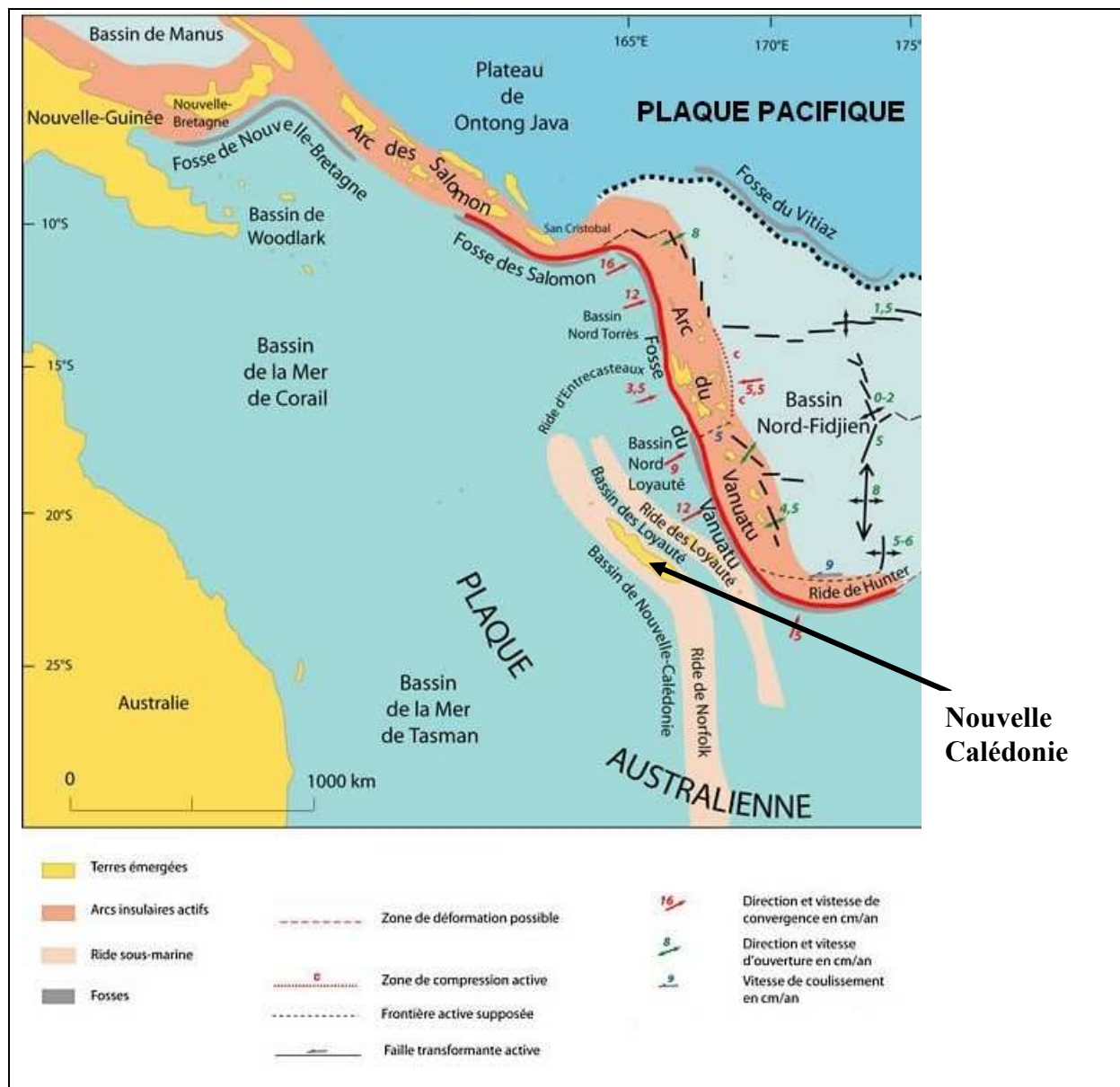
EXERCICE 3 – LA NOUVELLE CALEDONIE : UN ARCHIPEL NICKEL

La Nouvelle-Calédonie possède 20 à 25 % des ressources mondiales en nickel. Sa production minière actuelle en fait le troisième producteur mondial de nickel. En Nouvelle-Calédonie le nickel a surtout été extrait de minerais silicatés (4,7 Mt par an en moyenne sur les dix dernières années). L'exploitation de minerais latéritiques et saprolitiques (2 Mt par an) n'a commencé que depuis une quinzaine d'années.

On se propose d'étudier les données géologiques afin de comprendre la formation de cette importante ressource.

Document 1 Carte structurale du Sud-ouest Pacifique et de la marge du Vanuatu.

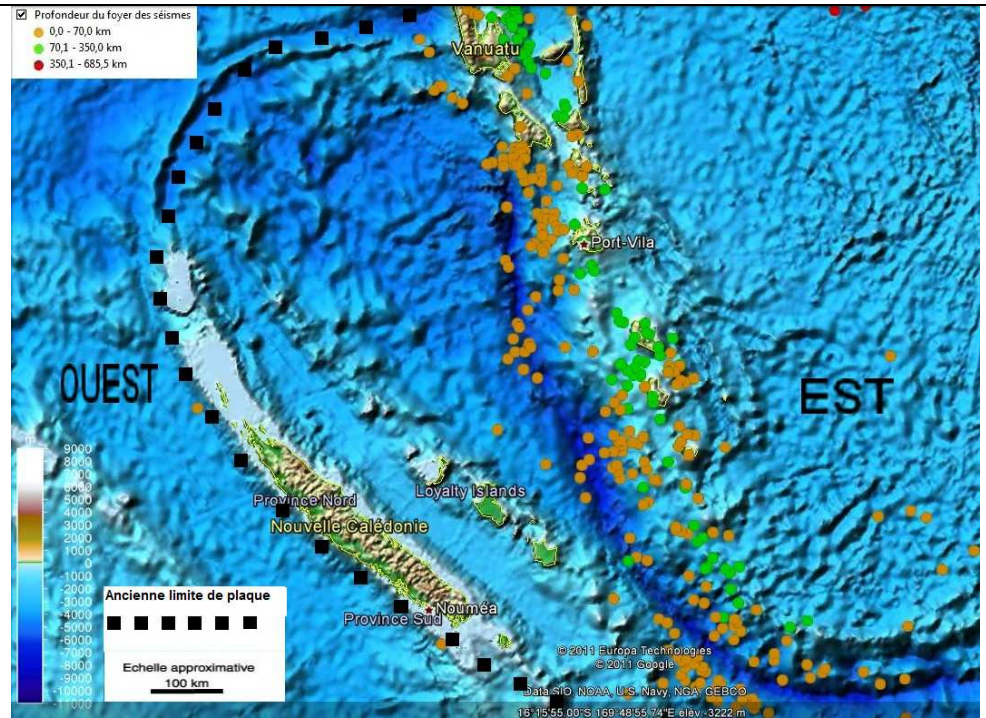
Extrait de l'atlas du Vanuatu / IRD Nouméa, Nouvelle-Calédonie



Document 2

Carte géologique, bathymétrique et sismique de la région de la Nouvelle Calédonie et du Vanuatu

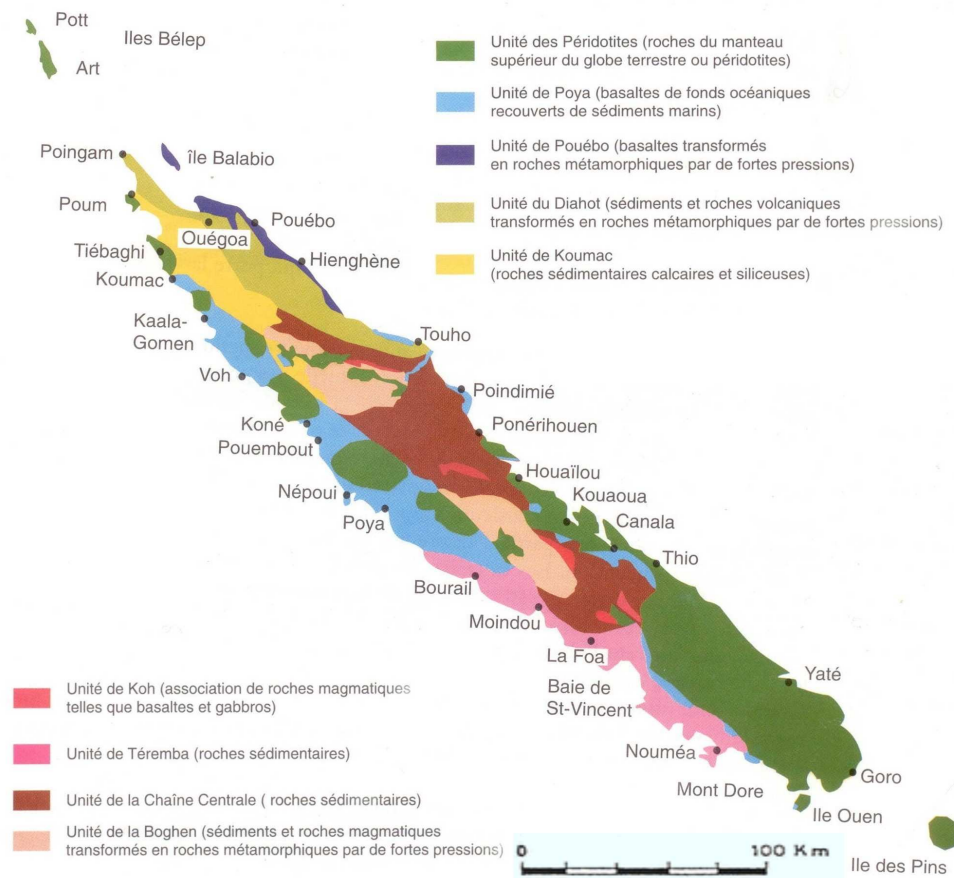
Extrait de Google Earth



Document 3

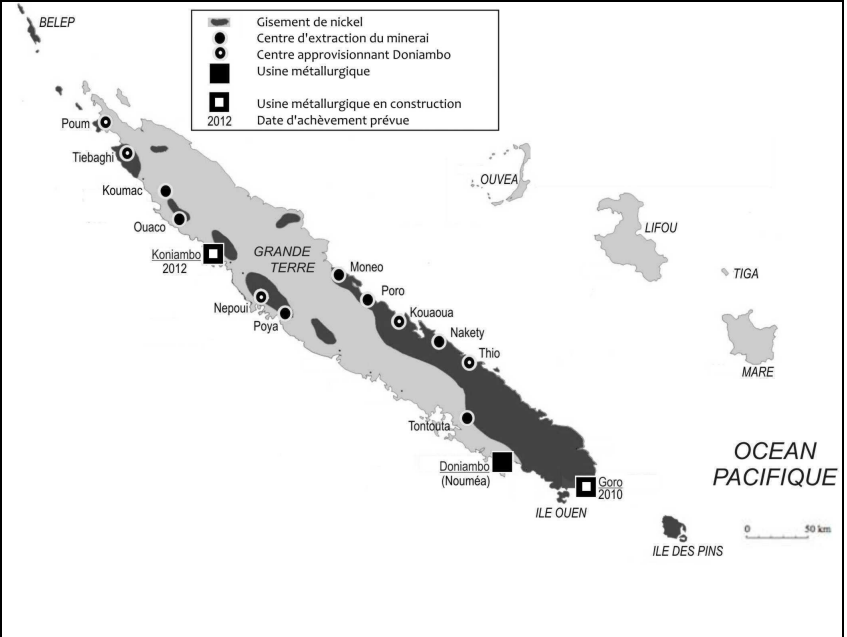
Carte géologique de la Nouvelle Calédonie et de ses principales unités

Extrait de Dominique Cluzel. Université française du Pacifique

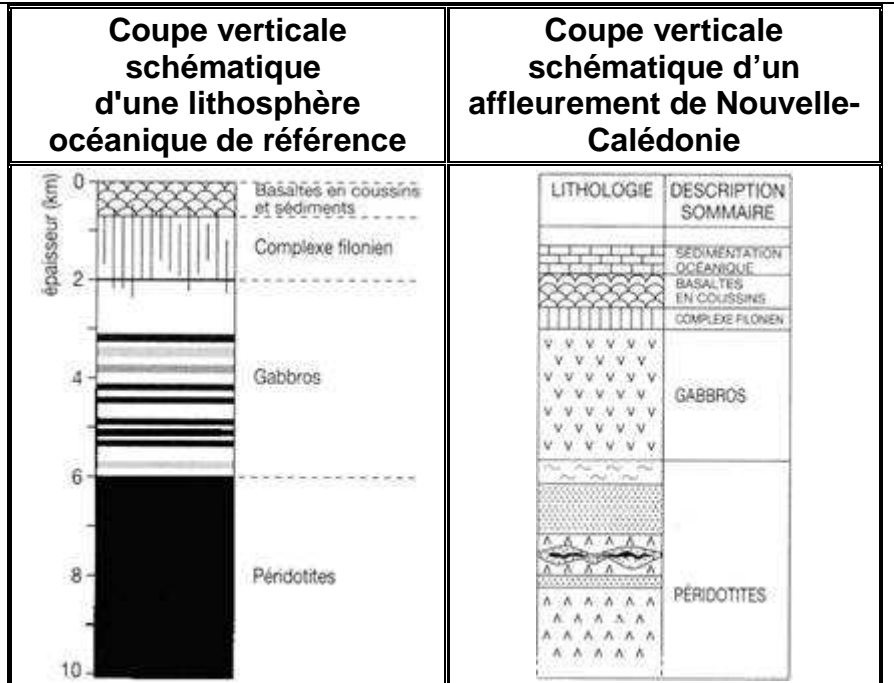


Document 4
Répartition des gisements de nickel en Nouvelle Calédonie en 2008

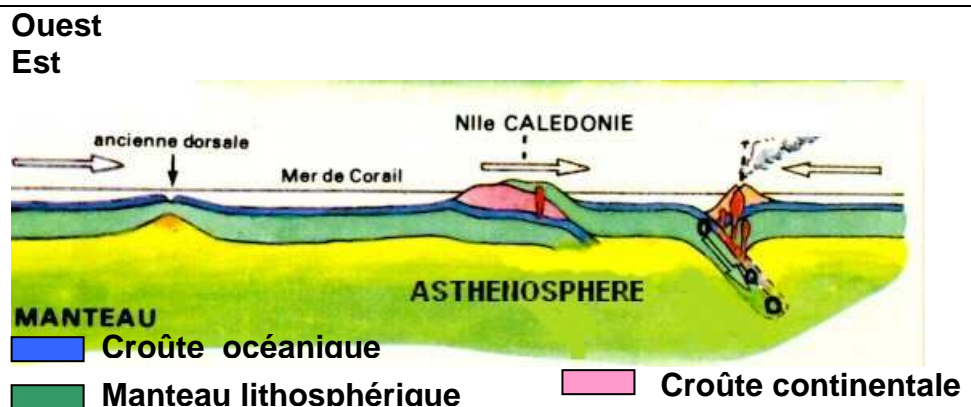
Extrait de <http://www.ac-noumea.nc/histoire-geo/spip/spip.php?article289>



Document 5
Comparaison d'une coupe verticale d'une lithosphère océanique et d'une coupe verticale schématique d'un affleurement de Nouvelle-Calédonie (d'après un croquis de terrain de C. Picard)



Document 6
Schéma structural simplifié de la géodynamique actuelle du Sud-Ouest Pacifique

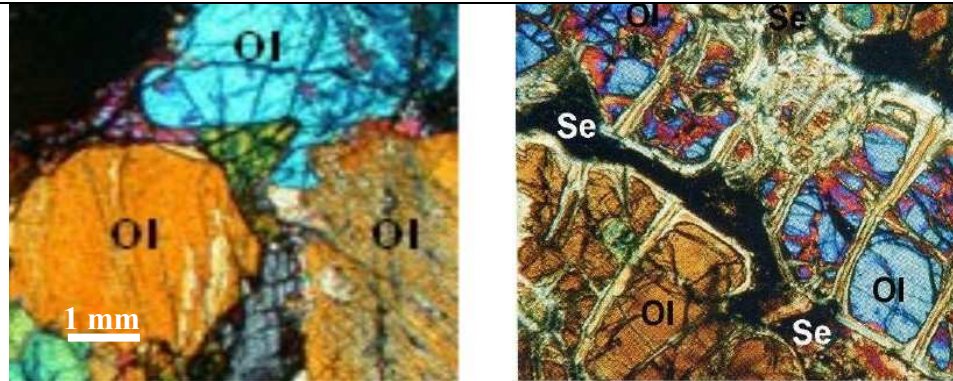


Document 7a La serpentinisation de la roche mère

En Nouvelle-Calédonie, la roche mère a généralement subi une serpentinisation primaire. La serpentinisation est une hydratation vraisemblablement liée aux activités hydrothermales des fonds océaniques qui a lieu généralement à une température inférieure à 450°C. L'eau infiltrée à la faveur des fractures, des joints de grains et des craquelures des cristaux réagit au contact de l'olivine pour donner la serpentine. Dans le réseau cristallin de la serpentine primaire, le magnésium est en partie remplacé par du fer, du nickel, du cobalt et du manganèse.

Document 7b
Photographies au microscope optique en LPA d'une lame mince de roche mère (à gauche) et de roche mère altérée (à droite).

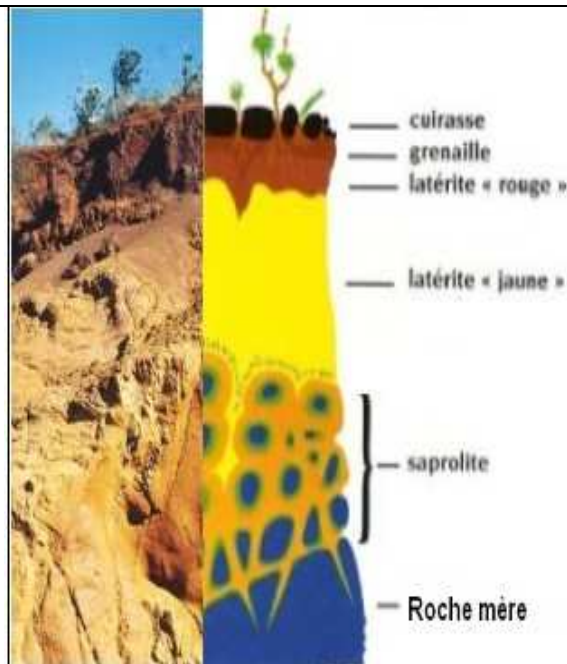
OI : olivine
Se : serpentine



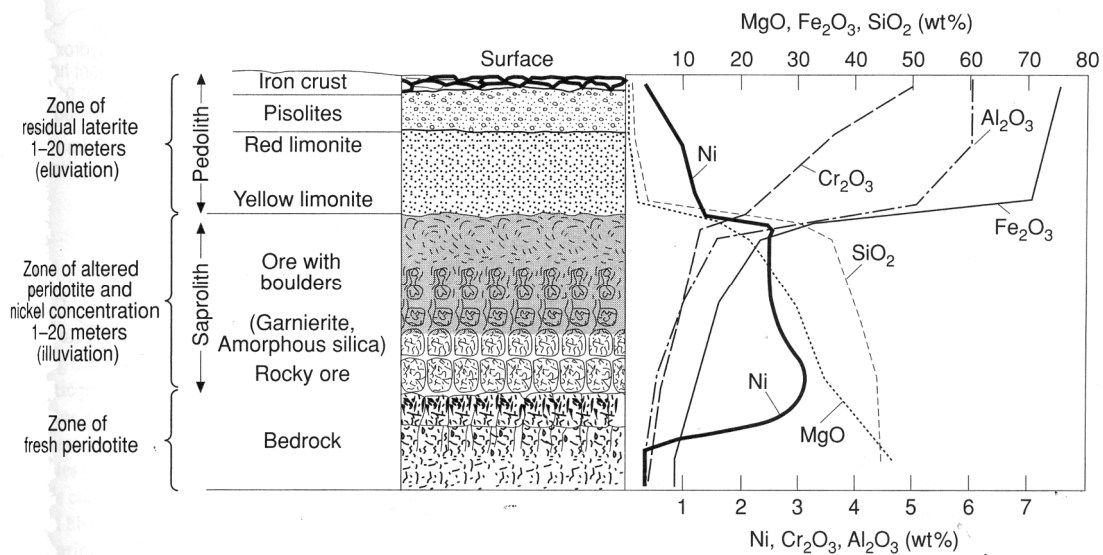
Document 8a L'altération de la roche mère.

L'altération conduit à la formation de saprolites puis de latérites ; on parle donc d'altération latéritique ou de latéritisation. Les saprolites et les latérites ne se sont développées que sur d'anciens plateaux ou terrasses, témoins de phases au cours desquelles la couverture végétale a favorisé l'altération de la roche mère par le biais des acides organiques résultant de la décomposition de débris végétaux. Lors de l'altération de la roche mère, la silice et le magnésium sont lessivés. Lorsque l'altération atteint le stade des latérites rouges et des cuirasses, le nickel est à son tour lessivé avec d'autres éléments chimiques. Ce nickel se retrouve en solution dans les eaux de pluie infiltrées. Par percolation, ces solutions précipitent au contact de la roche mère imperméable, ainsi que dans les fractures.

Document 8b
Coupe verticale schématique d'un profil d'altération et des différents horizons qui le composent d'après un croquis de terrain de C. Picard



Document 8c Concentration des différents éléments chimiques le long du profil d'altération précédent



Ni : Nickel, Fe₂O₃ : oxydes de Fer, Al₂O₃ : oxyde d'Aluminium, Cr₂O₃ : oxydes de Chrome, SiO₂ : Silice

wt% = pourcentage de masse totale

D'après *Introduction to Ore-Forming Processes*, Laurence Robb, Blackwell Publishing, 2005

Questions

1. Extraire des documents 3, 4 et 7 les informations permettant d'identifier la roche mère du nickel.
2. Sélectionner et exploiter les documents afin d'expliquer l'origine de cette roche mère.
3. À partir des informations extraites des documents 7 et 8, expliquer en quoi l'eau joue un rôle fondamental dans les deux mécanismes permettant la concentration du nickel.

EXERCICE 4 - SUR LES TRACES DE DINO ET DROMO...

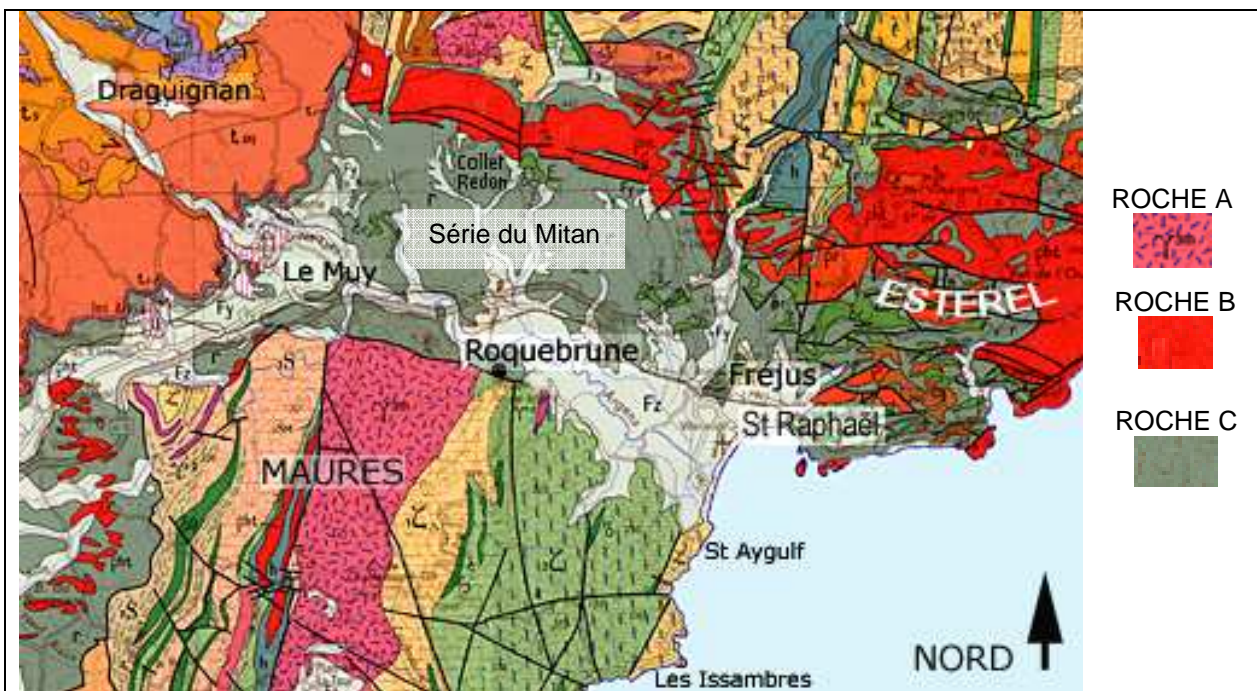


Dino et Dromo sont deux petits reptiles disparus du genre *Dromopus* dont on a retrouvé des traces fossiles dans les dépôts sédimentaires permien à la carrière du Mitan près du Muy en Provence.

Cet affleurement est situé dans une dépression d'alignement est-ouest, la vallée de l'Argens, devenue un grand axe de circulation bordé par des reliefs peu accentués, le rocher de Roquebrune et les Maures au Sud, la Colle du Rouet et le Tanneron au Nord.

On vous propose, comme lors d'un travail de terrain, de retrouver des indices géologiques qui permettront de reconstituer une partie de l'histoire géologique de cette région azurienne, avec l'aide de nos deux compères Dino et Dromo.

Sources photographiques : Lithothèque PACA (<http://lithotheque.ac-aix-marseille.fr/>)

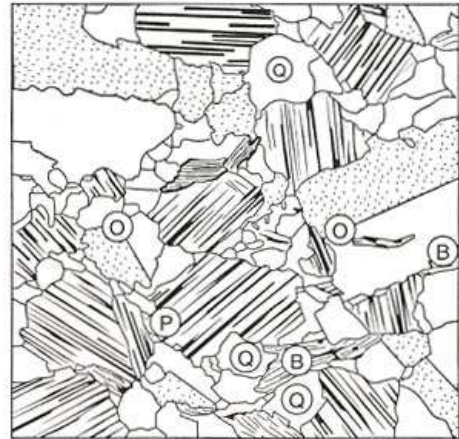


Document 1 : extrait de la carte géologique de Nice au 1/250 000

Le Permien correspond à la dernière période de l'ère Paléozoïque (ère Primaire). Il s'étend de -299 à -251 Ma.



Vue générale et détaillée de l'affleurement



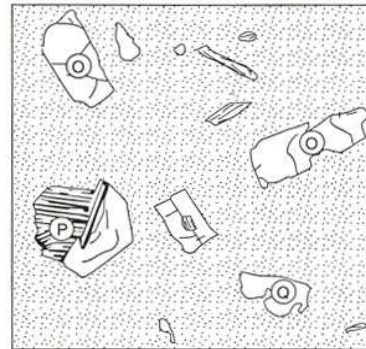
Lame mince de la roche A

Q : Quartz, P : Feldspaths plagioclases,
O : Feldspaths orthose, B : biotite

Document 2 : affleurement aux Planettes (Massif des Maures) au sud de la dépression, Antépermien, ROCHE A



Vue générale et rapprochée de l'affleurement



Lame mince de la roche B

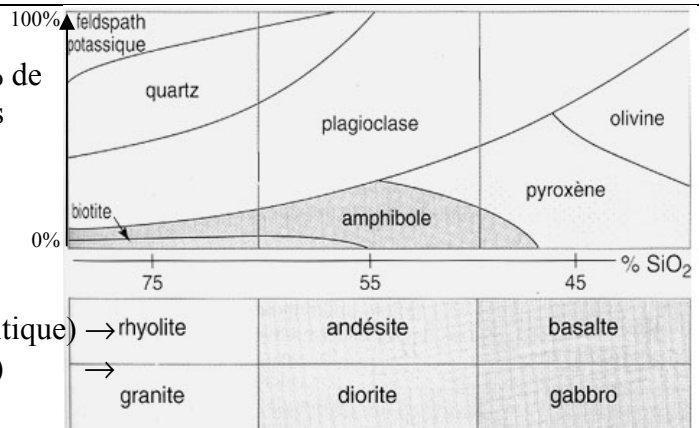
Q : Quartz, P : Feldspaths plagioclases, O : Feldspaths orthose + quelques micas

Document 3 : affleurement de la Colle du Rouet au nord de la dépression, Permien, ROCHE B

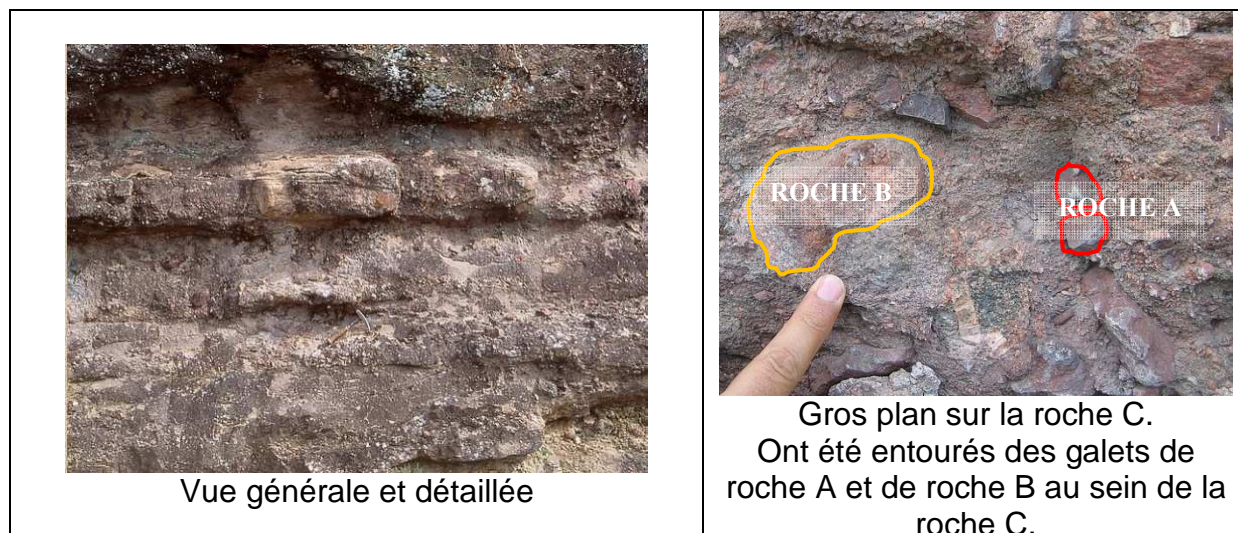
Composition modale : proportion en % de minéraux dans les roches magmatiques



Roches volcaniques (structure microlitique) →
Roches plutoniques (structure grenue) →



Document 4 : un peu d'aide pour la détermination des roches magmatiques.



Document 5 : Rocher de Roquebrune, extrémité nord de la dépression, Permien, ROCHE C.



Document 6 : Affleurement au Mitan (dépression de l'Argens), Permien

Un peu d'aide !! La formation du Mitan (épaisseur de 100 à 300 m)
 ... Le hameau du Mitan, à environ 4 km au Nord-Est du Muy, lui a donné son nom. Elle débute par un conglomérat à galets de socle. Sur tout le bord Nord du bas Argens, les conglomérats rougeâtres sont très riches en galets de roches magmatiques à bords anguleux (Cf. document 5).

La formation du Mitan se poursuit par des grès feldspathiques roses ou verts, caractéristiques d'un réseau fluvial formant des chenaux.

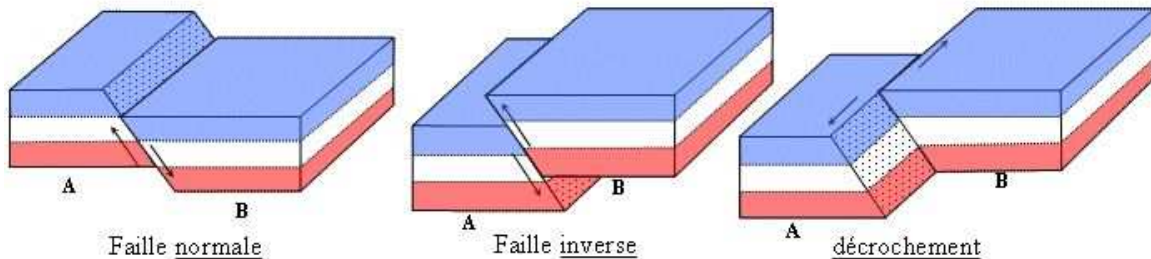
Elle se termine par des argiles marron, micacées, très épaisses au Muy (plus de 200 m en sondage), à intercalations de grès bruns à verdâtres, gris ou violacés. Les fentes de dessiccation, rides de courant, empreintes de gouttes de pluie sont fréquentes à la surface des bancs. On observe parfois (carrière du Mitan) des pistes, des empreintes de *Dromopus didactylus* (Cf. document 6). Les dépôts se font sous faible tranche d'eau avec de fréquentes phases d'assèchement...



Document 7a : faille dans un affleurement dans la plaine du Mitan.



Document 7b : détail à échelle centimétrique de l'affleurement



Document 7c : les schémas ci-dessus vous présentent les principaux types de failles. On distingue :

- Les **décrochements** qui permettent un simple coulissage entre deux compartiments
- Les **failles inverses** qui correspondent à un raccourcissement horizontal des couches avec une inversion dans la succession verticale de celles-ci. Elles se forment généralement dans un contexte tectonique de compression.
- Les **failles normales** qui correspondent à un allongement horizontal des couches tout en gardant l'ordre de leur succession. Elles se forment généralement dans un contexte tectonique d'extension.

Source : http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/article.php3?id_article=935

Document 7 : photographies d'un affleurement dans la plaine du Mitan et complément d'informations concernant les failles.

Question 1

Pour chaque affleurement présenté dans les documents 2 et 3, indiquer la nature des roches A et B, en justifiant vos réponses à partir des éléments fournis.

Question 2

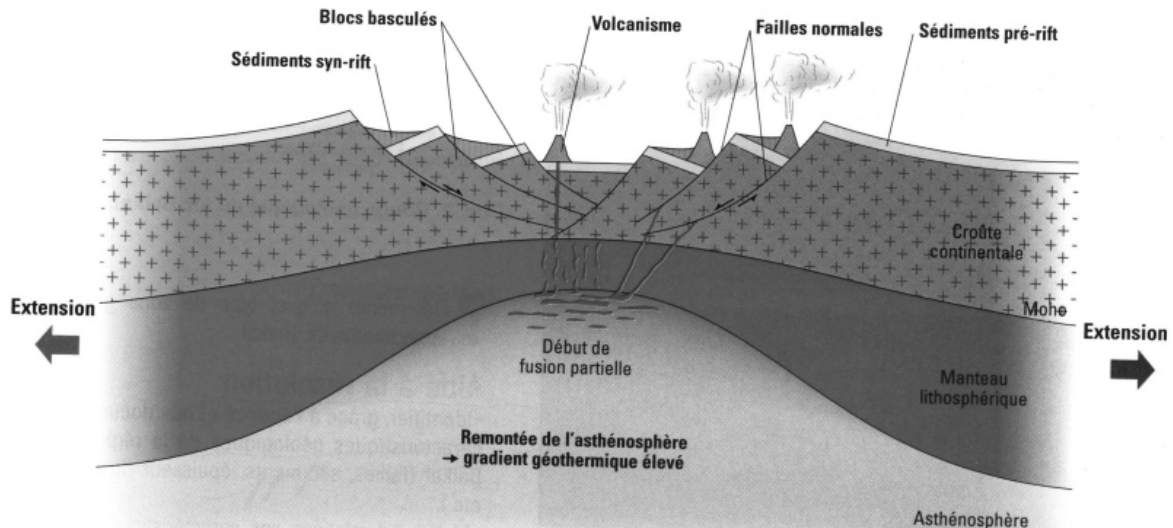
A partir d'informations extraites des documents 5 et 6, identifier l'origine probable et l'environnement de dépôt des sédiments ayant donné naissance aux roches qui affleurent aujourd'hui dans la formation du Mitan.

Question 3

En vous appuyant sur les données concernant les failles, réaliser un schéma d'interprétation de l'affleurement du document 7b.

Question 4

Certains géologues ont émis l'hypothèse que la dépression de l'Argens correspondait à la mise en place d'un rift continental il y a -250 Ma.



Les caractéristiques d'un rift continental actif (d'après Belin, SVT, 1S)

En rassemblant les informations extraites des divers documents, exposer les arguments qui permettent de penser que la dépression de l'Argens correspond à un rift continental (fossé d'effondrement) mis en place au Permien dans un contexte d'extension.