

REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE

Honneur - Fraternité - Justice

MINISTRE DE L'EDUCATION NATIONALE
DE LA FORMATION TECHNIQUE ET DE LA REFORME
INSTITUT PEDAGOGIQUE NATIONAL



Sciences Naturelles

5ème Année SN/M

Dernière partie





INSTITUT PEDAGOGIQUE NATIONAL

UNITE IV : MOBILITE DES PLAQUES LITHOSPHERIQUES

Je découvre :

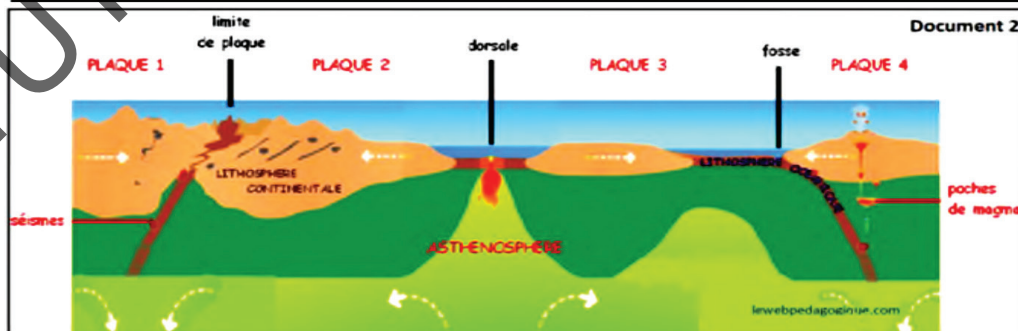
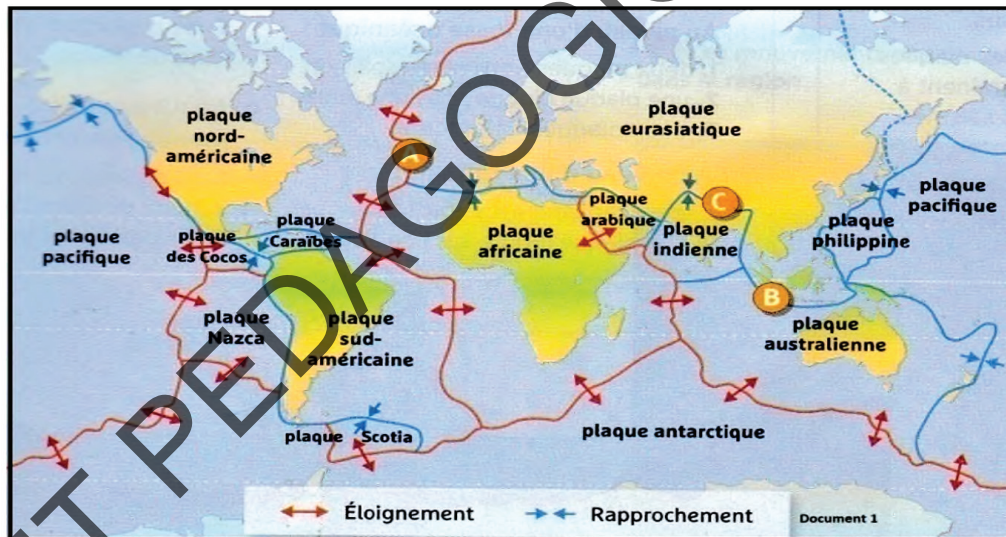
I- Plaques tectoniques (lithosphériques)

Activité

1

Dégager la définition et les caractéristiques des plaques lithosphériques.

Les documents 1 et 2 ci-dessous représentent respectivement un ensemble de plaques et quelques frontières de plaques.



A partir de l'étude de ces documents, déduire ce que sont les plaques lithosphériques, leur nombre, leur mobilité et leurs frontières ?

■ La croûte terrestre (écorce terrestre) n'est pas «homogène». La lithosphère est divisée en plaques géologiquement stables, sont connues sous le nom de plaques tectoniques. Elle est formée par de grandes plaques et d'autres plus petites. La lithosphère mince et rigide peut se fracturer et se déplacer sur l'asthénosphère moins rigide.

Les plaques ne sont pas immobiles, elles se déplacent à des vitesses allant de 1-2 cm/an pour les plaques les plus lentes, jusqu'à 6-7 cm/an pour les plus rapides. Ces plaques ne se déplacent pas toutes dans le même sens, sinon qu'elles peuvent le faire en sens opposés. Elles dérivent à la surface et se frottent les unes contre les autres, Leur épaisseur est de 10 à 100 km. C'est ce mouvement, appelé tectonique des plaques, qui donne lieu à la dérive des continents (document 1).

■ Les frontières de plaques caractérisées par des mouvements différents sont (document 2):

- des mouvements divergents au niveau des dorsales ;
- des mouvements convergents au niveau des zones de subduction ;
- des mouvements décrochants au niveau de la zone des failles transformantes qui présente une activité sismique.

Les plaques lithosphériques sont bordées par des zones sismiques et volcaniques très actives. Elles sont limitées par des dorsales océaniques, des fosses océaniques ou des chaînes de montagnes jeunes. Les continents sont entraînés par les plaques en mouvement.

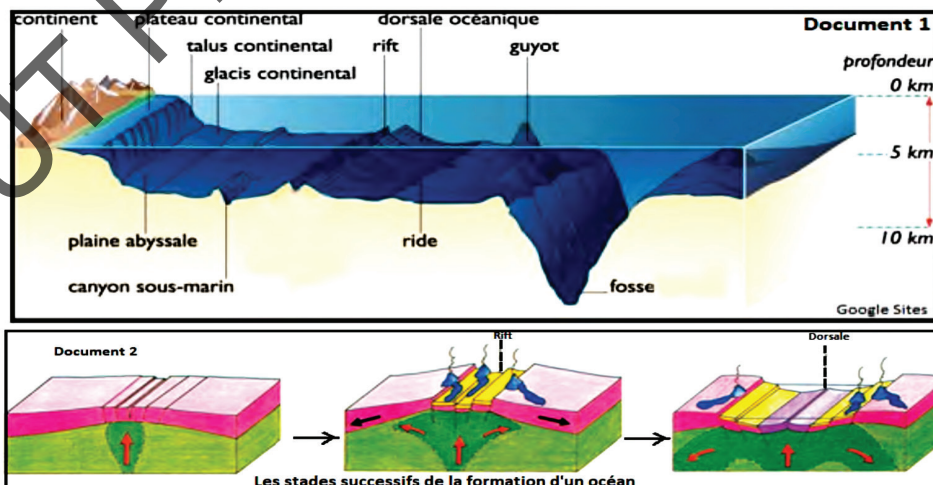
Activité

2

Quelles sont les conséquences des mouvements de divergences ?

Les mouvements des plaques illustrent la tectonique des plaques.

Les documents ci-dessous représentent des conséquences des mouvements de divergences (dorsales océaniques et formation d'un océan).



A partir de l'analyse des documents précédents, dégager les signes et les conséquences des mouvements de divergences.

Les campagnes océanographiques révèlent que les dorsales forment un relief continu au fond des océans. Des basaltes et des gabbros récemment mis en place y sont prélevés, D'autres études montrent qu'une forte quantité d'énergie thermique est dissipée au niveau des dorsales, et une remontée de matériel chaud en provenance du manteau se produit à l'aplomb des dorsales. Ces mouvements ascendants de convection aboutissent à la mise en place du plancher océanique; ce dernier s'écarte ensuite de part et d'autre de la dorsale.

Les dorsales océaniques ou médio-océaniques sont des alignements de hauteurs, longs de quelques dizaines de milliers de kilomètres, larges de quelques dizaines. La profondeur à leurs sommets varie de 2,5 à 3 kilomètres, c'est-à-dire qu'elles sont plus hautes de quelques deux kilomètres que la moyenne des fonds océaniques. A leur milieu, se trouve habituellement un fossé d'effondrement appelé rift dont la genèse s'explique par une distension due au fait qu'il est le lieu où s'écartent deux plaques lithosphériques. Ceci se traduit aussi par un volcanisme basaltique, effusif, avec la formation de coulées typiques de laves en coussin ou pillow-lava et une intense sismicité (à foyer superficiel).

L'ensemble des dorsales médio-océaniques constitue la plus longue chaîne de montagne du globe terrestre. Les dorsales océaniques sont découpées perpendiculairement à leur axe par des failles transformantes (document 1).

La séparation entre continents débute par la formation d'un rift continental, fossé d'effondrement dans lequel viennent se mettre en place les magmas qui remontent de l'intérieur du globe. L'arrivée continue de nouveaux magmas élargit la coupure, donne naissance à un nouveau plancher océanique et repousse les continents de part et d'autre du rift qui se transforme peu à peu en une vraie dorsale. A mesure que les magmas se refroidissent, leur densité augmente et ils se contractent peu à peu. Ce tassement thermique explique la différence d'altitude entre la crête et les régions avoisinantes. Pendant que l'expansion se poursuit, les produits d'érosion des continents s'accumulent au pied du talus continental, créant un glaciais sédimentaire.

Dans les zones de divergence, les dorsales créent de la lithosphère océanique par accréation, grâce à la montée de magma basaltique.

Leur fonctionnement assure la naissance et l'expansion des océans (document 2).

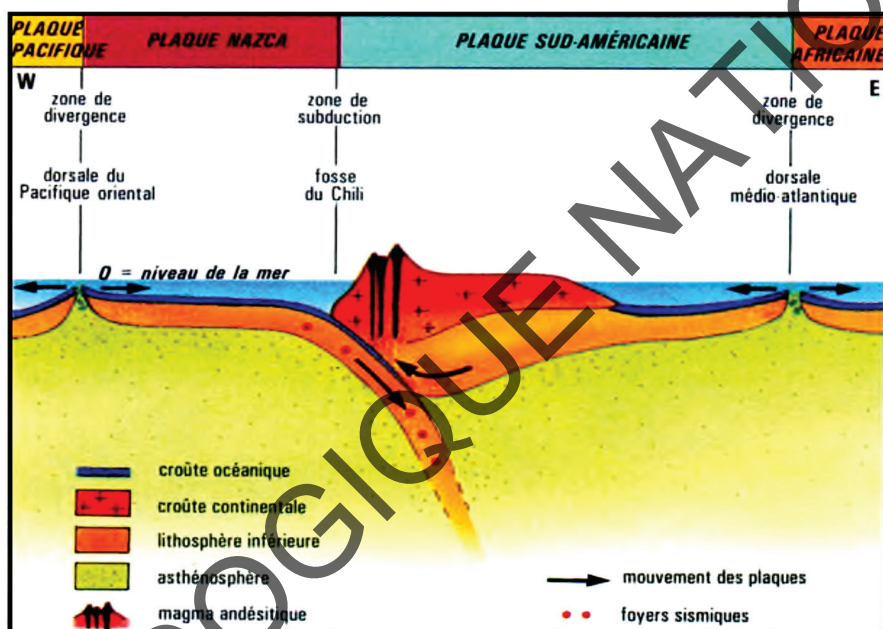
Activité

3

Quelles sont les conséquences des mouvements de convergences ?

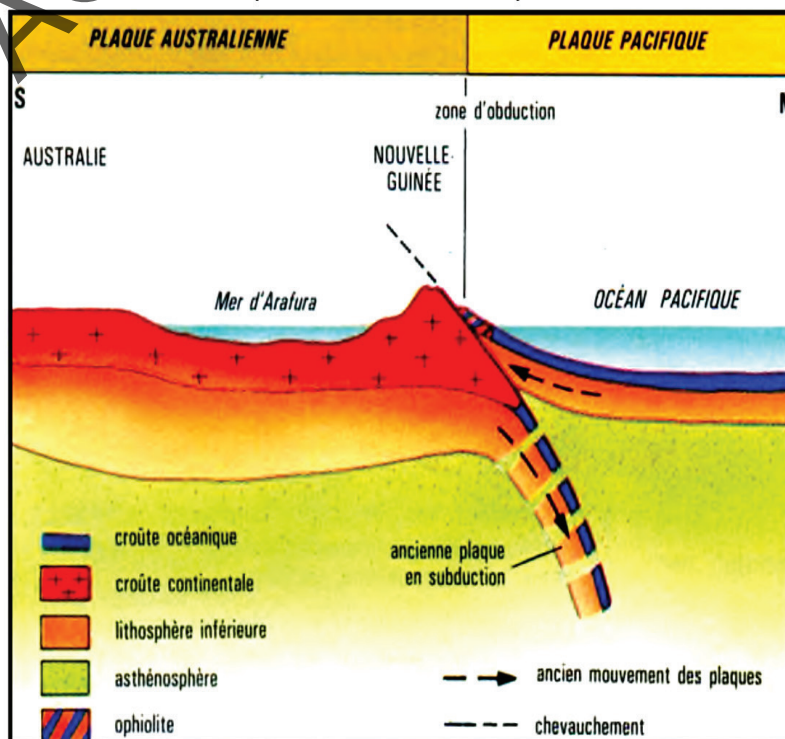
Document 1 : Subduction.

Pour illustrer ce type de mouvement, on propose l'exemple ci-contre : c'est un enfoncement du bord à croûte océanique de la plaque de Nazca sous le bord continental de la plaque sud-américaine. Ce mouvement est à l'origine d'une part, de la fosse du Chili et d'autre part des Andes (Cordillère des Andes).



Document 2 : Obduction.

Pour matérialiser ce type de mouvement, on présente l'exemple ci-contre : le chevauchement du bord à croûte océanique de la plaque Pacifique sur le bord à croûte continentale de la plaque australienne, s'accompagne de la mise en place d'ophiolites, et de la formation de la chaîne de montagnes de Nouvelle Guinée. Le charriage des ophiolites la poussée latérale qu'elles exercent et la remontée de la croûte continentale moins dense sont à l'origine de cette chaîne de montagnes.



Document 3 : Collision.

L'exemple qui illustre ce type de chaînes est présenté ci-contre : l'affrontement de la plaque continentale indienne et la plaque continentale eurasienne entraîne la fermeture de l'océan qui les séparait (Téthys) et la formation de l'Himalaya.

A partir de l'analyse des 3 documents ci-dessus, définir la subduction, l'obduction et la collision en décrivant les caractéristiques de chaque mouvement et ses conséquences.

■ Du latin subducere : passer sous.

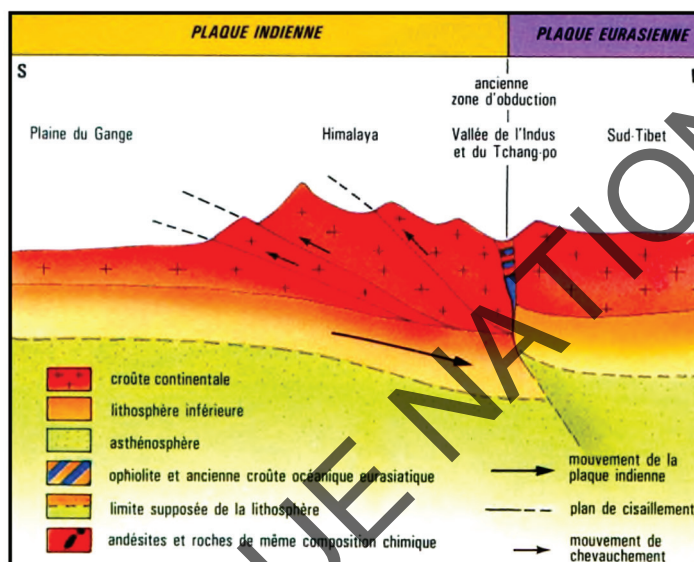
Les plaques tectoniques se rapprochent et s'enfoncent au niveau des fosses océaniques que l'on appelle aussi des zones de **subduction** : on dit qu'elles effectuent un mouvement convergent. Une zone de subduction là où une plaque (en général la plus dense et plus précisément la plaque océanique, $d = 3,2$) s'incurve et plonge sous une autre, moins dense (généralement la plaque continentale, $d = 2,7$) avant de s'enfoncer dans l'asthénosphère où elle rencontre de très hautes températures et fond partiellement. C'est ce magma récemment fondu qui remonte pour alimenter les volcans situés au niveau des cordillères et des arcs insulaires. On peut également avoir des exemples de subduction Océan-océan. Une plaque océanique qui se rapproche d'une plaque continentale passe alors sous elle au niveau d'une fosse océanique (ou zone de subduction).

Les zones de subduction se caractérisent, au niveau des océans, par une fosse océanique (dépression allongée, creusée le long de la zone de subduction) et sont associées à un volcanisme andésitique situé à la verticale de la plaque plongeante. Les frictions entre ces plaques y sont responsables des séismes à foyer de plus en plus profonds (document 1).

■ Du latin obducere : recouvrir.

Dans certaines chaînes de montagnes, il arrive que la croûte océanique d'une plaque chevauche la croûte continentale d'une autre : il s'agit d'une obduction, phénomène mis en évidence en Nouvelle-Guinée et qui est l'inverse de la Subduction.

Ainsi cette croûte océanique se trouve soulevée et plissée au-dessus de la croûte continentale de faible densité qui ne peut pas s'enfoncer dans le manteau au-delà de 60 km. Les contraintes se poursuivant, la plaque océanique vient recouvrir le continent où elle donne naissance aux ophiolites. Ces mêmes contraintes entraînent une forte augmentation de pression sans augmentation sensible de température,



d'où le métamorphisme de haute pression (schistes bleus, éclogites) et une absence de magmatisme (représenté par les ophiolites). Dans les zones d'obduction récentes, les tensions persistantes sont responsables des activités sismiques superficielles observées actuellement.

■ Du latin *collidere* : rencontrer.

C'est l'affrontement de deux masses continentales résultant de la fermeture d'un domaine océanique intermédiaire et s'accompagnant de déformations très importantes (orogénèse). Il s'agit généralement de deux plaques continentales dont le rapprochement aboutit à l'affrontement de ces deux plaques continentales. Ainsi quand deux plaques continentales de même nature et de même densité se rencontrent, le moteur du mécanisme se bloque. Il n'est pas assez puissant pour faire plonger l'une des plaques dans l'asthénosphère à cause de leur faible densité. Les deux plaques se soudent pour n'en former qu'une seule. Les chaînes de collision se caractérisent par : des mouvements horizontaux (nappes de charriage), un épaississement de la croûte et la présence de sutures ophiolitiques qui sont des restes de plancher océanique souvent métamorphisés à basse température et à haute pression et charriés sur les montagnes. Ces sutures ophiolitiques marquent la limite entre deux anciennes plaques. En plus les roches métamorphiques comme les micaschistes et les gneiss fondent partiellement vers 700 à 800°C et donnent des migmatites. Lors de la remontée (mouvements verticaux), des couches enfouies à la suite d'un rééquilibrage thermique, la diminution de pression permet une fusion des roches riches en silices, en minéraux alcalins comme le gneiss ; le magma résultant monte vers la surface et forme des massifs granitiques intrusifs.

La collision est responsable de violents séismes (ex : Tibet)

II- Déformations de la croûte terrestre

Activité

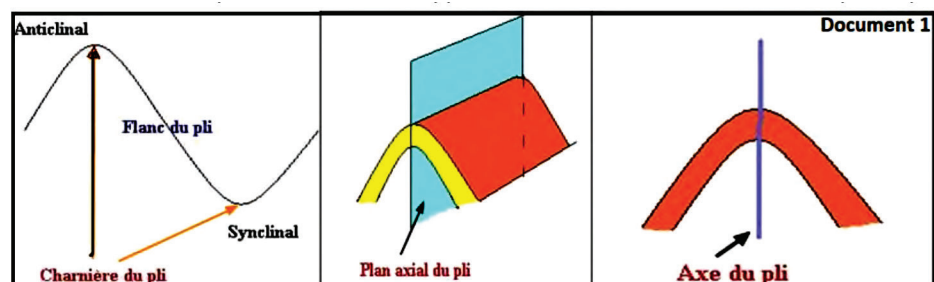
4

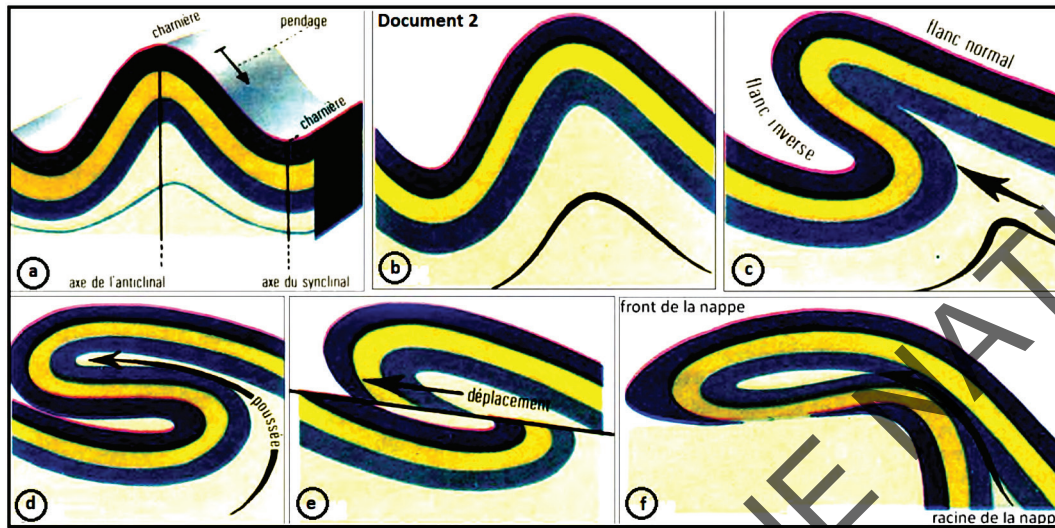
Etudier les plis : définition, sortes.

Les schémas des documents 1 et 2 représentent des types de déformations dites souples qui peuvent affecter la croûte terrestre. Les plis étant des ondulations,

on mesure leur longueur d'onde (de crête à crête ou de creux à creux) et leur hauteur (de crête à creux). Ils peuvent être

microscopiques ou mesurer plusieurs kilomètres de longueur.





Analyser les documents ci-dessus afin de définir les différents types de plis et leurs caractéristiques.

■ Les plis sont des ondulations des couches de terrains, formées d'une succession de bombements, les anticlinaux et de gouttières, les synclinaux.

Un pli élémentaire se compose d'une partie convexe vers le ciel ou anticlinal et d'une partie concave ou synclinal. La charnière synclinale ou anticlinale est le lieu des points de courbure maximum de la couche la plus récente intéressée par le pli. Les flancs sont les surfaces qui raccordent deux charnières successives. On appelle flancs normaux ceux qui limitent les couches en superposition normale et flancs inverses ceux qui limitent des séries renversées.

Le plan axial est la surface, plane ou gauche, qui passe par les charnières de toutes les couches prenant part à un synclinal ou un anticlinal, l'axe étant l'intersection du plan axial avec une surface horizontale de référence (par exemple le 0 marin) qui, généralement, ne coïncide pas avec la surface topographique. La direction d'une couche est représentée par l'intersection d'un plan de stratification avec un plan horizontal quelconque. Le pendage d'une couche est figuré par la ligne de plus grande pente d'un plan de stratification. Un pendage est défini par son sens, perpendiculaire à la direction de la couche, et par sa valeur angulaire mesurée par rapport à un plan horizontal (document 1).

■ Sortes de plis :

Quand les flancs du pli sont sensiblement symétriques par rapport au plan vertical de l'anticlinal, il s'agit d'un pli droit (document 2a). Les surfaces axiales sont verticales dans les plis droits. Ce type est rare, on observe surtout des plis déjetés (document 2b), déversés (document 2c) ou couchés (document 2d). Lorsque la surface axiale est inclinée et que les flancs pendent dans des sens opposés, le pli est « déjeté ». Si la surface axiale est inclinée et que les flancs pendent tous deux dans le même sens

que la surface axiale, le pli est « déversé ». Dans un pli déversé ou couché, le flanc renversé, dit « flanc inverse » est souvent étiré ; il peut être très mince, même avoir disparu. Le pli prend alors l'allure d'une faille : on le nomme pli-faille (document 2e). Si, par étirements successifs, le « front » d'un pli couché a subi un véritable décrochage par rapport à la « racine » et a glissé sur d'autres terrains, le pli ainsi mutilé prend le nom de nappe de charriage (document 2f). Dans ce dernier cas, le flanc du pli situé au-dessus de la surface axiale se détache entièrement et est entraîné plus loin : on a alors une nappe de charriage.

L'allure même des différentes catégories de plis fait penser que les strates sédimentaires qui les composent ont été soumises à des poussées latérales qui les ont plissées.

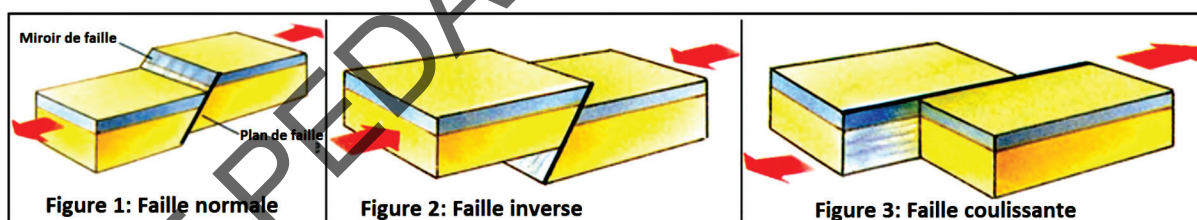
Dans un pli « couché », la surface axiale rejoint l'horizontale.

Activité

5

Qu'est-ce qu'une faille ? Quels sont les caractéristiques et les types de failles ?

Les failles sont des cassures accompagnées d'un déplacement relatif des deux compartiments, soit verticalement (failles verticales), soit obliquement (failles obliques), soit horizontalement (décrochement ou failles cisailantes). Les failles s'observent surtout dans les parties superficielles de l'écorce. En profondeur, la chaleur interne et la pression rendent les matériaux plus souples, c'est le domaine des plis. Les schémas des documents suivants représentent des types de déformations dites cassantes qui peuvent affecter la croûte terrestre.



Analyser le document ci-dessus afin de définir les différents types de failles et leurs caractéristiques.

- En géologie une faille est une ligne de cassure le long de laquelle un compartiment de roche, (ou une section de la croûte terrestre,) a été déplacé par rapport au compartiment voisin. Le mouvement responsable de cette dislocation peut être vertical ou horizontal, ou les deux à la fois. Il ne faut pas les confondre avec les diaclases, simples cassures sans déplacements.

- On appelle lèvres de la faille le bord des couches tranchées par l'accident. Le compartiment soulevé est la lèvre supérieure, le compartiment affaissé est la lèvre inférieure. Le plan de la faille est figuré par la surface de glissement. Il a souvent subi un polissage mécanique (miroir de faille). La surface le long de laquelle un mouvement de faille s'est produit s'appelle le plan de faille. Si ce plan n'est pas perpendiculaire et que le mouvement comporte une composante verticale, les roches d'un compartiment

sembleront reposer sur ou par-dessus les roches de l'autre compartiment.

■ Types de failles :

Dans une faille normale (figure 1), produite par des forces de distension, les roches du compartiment supérieur sont déplacées vers le bas par rapport au compartiment inférieur. Les failles normales correspondent à un allongement horizontal des couches tout en gardant l'ordre de leur succession. Les failles normales se trouvent dans les zones de distension de la croûte. Elles déterminent des fossés d'effondrement ou grabens, encadrés de compartiments soulevés ou horsts. Le Rift africain, le fossé rhénan, les rifts médio-océaniques sont dus au jeu de failles normales.

● Dans une faille inverse (figure 2), produite par des forces qui compriment la croûte terrestre, le compartiment supérieur chevauche le compartiment inférieur, produisant souvent de grands déplacements horizontaux, comme dans le cas d'une faille de décrochement. Les failles inverses correspondent à un raccourcissement horizontal des couches avec une inversion dans la succession de l'ordre de celles-ci. Les failles inverses ou chevauchements se trouvent dans des zones de compression de l'écorce. Elles raccourcissent la surface de l'écorce terrestre. On les rencontre dans les chaînes de montagnes.

● Les failles coulissantes (figure 3) sont responsables de déplacements horizontaux de l'écorce. Les décrochements permettent un simple coulissage entre 2 compartiments.

Avec le temps, l'érosion peut aplanir les roches des compartiments supérieur et inférieur, effaçant toute trace de cassure en surface, mais si un mouvement de faille est assez récent ou important, il peut laisser une cicatrice voyante, un escarpement de faille, semblable à une falaise.

Cependant, lorsque le mouvement d'une faille est soudain et abrupt, il peut générer un grave séisme et même fissurer la surface de la terre, créant une forme de relief nommée escarpement de faille.

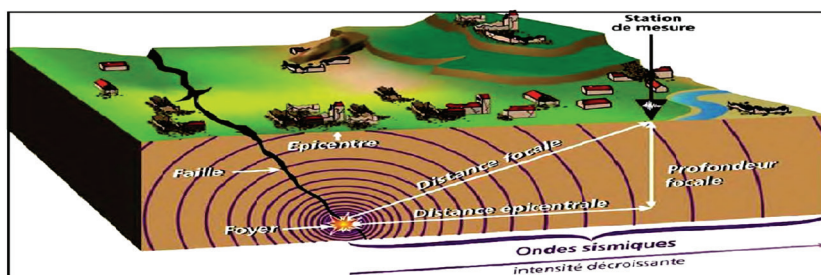
III- Séisme

Activité

6

Qu'est-ce qu'un séisme et quelle est son origine ?

Le document ci-dessous représente les manifestations internes et externes d'un séisme ou tremblement de terre.



A partir de l'analyse du document précédent, définir un séisme puis dégager ses caractères généraux et son origine.

■ La croûte terrestre n'est pas immobile. La chaleur venant du centre de la terre provoque des mouvements qui la font bouger. La croûte terrestre est découpée en plusieurs plaques. Ces plaques bougent les unes par rapport aux autres. Quand le mouvement de ces plaques est trop fort, la croûte terrestre casse, ce qui provoque un séisme ou tremblements de terre.

■ Les séismes sont une manifestation de l'activité interne du globe terrestre. Les dégâts qu'ils occasionnent à la surface du globe et le nombre de victimes dont ils sont responsables en font un des risques naturels majeurs.

■ Un séisme est une libération soudaine d'énergie qui se produit à l'intérieur de la terre et qui peut occasionner des dégâts considérables à cause des ondes élastiques qui se propagent depuis le foyer jusqu'à n'importe quel point de la surface.

■ Il se manifeste par une suite de secousses brusques, violentes et brèves du sol : les secousses sismiques.

On observe en général trois phases :

- les signes précurseurs : bruits souterrains semblables au grondement d'un train lointain.

Trépidations faibles ressenties par les animaux qui marquent leur inquiétude et cherchent à fuir.

- le paroxysme : successions de secousses de 1 à 2 secondes chacune qui détruisent les édifices.

- les répliques, moins violentes, les jours suivants, et de plus en plus espacées pendant le mois.

■ En profondeur, à la verticale de l'épicentre, se trouve le lieu où prend naissance le séisme, il est appelé foyer ou hypocentre.

Les foyers sont superficiels (jusqu'à - 60 km), intermédiaires (de - 60 à - 300 km), ou profonds (au-delà de - 300 km). Les séismes à foyer superficiel sont les plus destructeurs.

Les séismes peuvent être classés en trois catégories :

- les séismes tectoniques: ce sont les plus puissants et les plus meurtriers. Ils ont lieu à l'intersection des plaques tectoniques et donc sur une ou plusieurs failles. L'énergie libérée est auparavant accumulée par la déformation des roches. Elle est donc brusquement libérée lors d'un séisme tectonique, c'est pourquoi ils sont très dévastateurs.

- les séismes d'origine volcanique correspondent à une accumulation de magma dans la chambre magmatique d'un volcan. Cela entraîne une rupture dans les roches, et l'on ressent des microséismes.

- les séismes d'origine artificielle correspondent à des séismes de magnitude moyenne qui sont dus aux activités humaines comme les explosions souterraines, les essais nucléaires...

■ Les séismes sont des tremblements de terre plus ou moins importants. L'intensité sismique mesure les effets d'un séisme en surface en un lieu donné. Ils entraînent des conséquences sur le paysage (déformation, failles, glissements de terrains) et sur les activités humaines (destructions d'infrastructures, blessés et morts). Un séisme se déclenche au niveau du foyer. L'épicentre est le lieu en surface où les dégâts sont les plus importants. Lors d'un séisme les dégâts sont plus importants à l'épicentre. C'est donc là que les ondes arrivent en premier. Les dégâts se répartissent ensuite en zones formant des cercles concentriques.

■ Les séismes se déclenchent dans des zones où les roches du sous-sol sont fracturées. Ces fractures sont appelées «failles». Au niveau de ces failles, les roches sont soumises à des contraintes permanentes qui les étirent ou les compriment. Dans un premier temps, les roches accumulent de l'énergie sous l'effet de ces contraintes, mais elles ne se déforment pas et ne se déplacent pas. Au bout d'un moment, l'énergie accumulée est libérée: les roches glissent brusquement les unes contre les autres au niveau de la faille. Cela se traduit par l'émission d'ondes sismiques qui se propagent dans toutes les directions. Certaines de ces ondes gagnent la surface où elles mettent le sol en mouvement.

La quantité d'énergie accumulée détermine la magnitude du séisme.

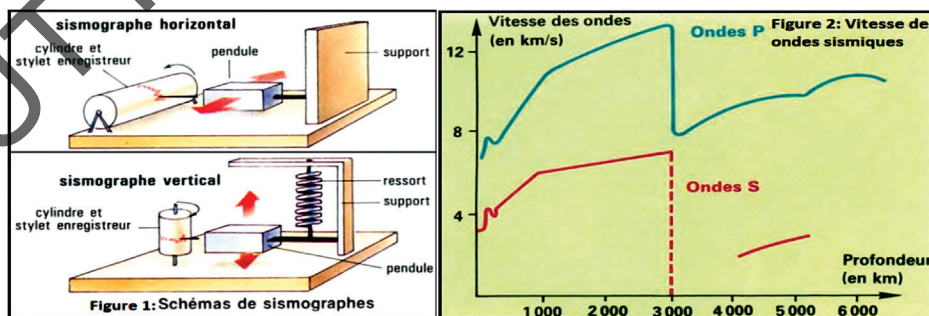
La magnitude est une mesure de l'énergie libérée lors d'un séisme. L'intensité sismique est d'autant plus forte que la magnitude est importante et que le foyer est proche de la surface. Les séismes de magnitude inférieure à 3 ne sont pas ressentis.

Activité

7

Comment se fait l'enregistrement des séismes ? Notion d'ondes sismiques

Les figures suivantes représentent respectivement le principe du sismographe et l'enregistrement des ondes sismiques.



A partir de l'analyse de ces documents, dégager les types d'ondes sismiques et leurs caractéristiques.

■ Les séismes s'enregistrent grâce à des appareils appelés sismographes (anciens) et sismomètres (numériques). Les sismographes furent construits pour la première fois peu avant le début du XX^{ème} siècle. Même s'ils sont aujourd'hui plus sophistiqués, le principe de base utilisé est le même. Il s'agit de

la loi du pendule : une masse suspendue à une colonne appuyée sur le sol, masse qui est donc relativement indépendante du mouvement de la colonne. Lorsque la colonne bouge en raison des ondes d'un séisme, l'inertie de la masse fait que celle-ci reste stationnaire par rapport au mouvement de la colonne, ce qui permet d'enregistrer ce mouvement relatif à l'aide d'une plume sur un papier enroulé autour d'un tambour qui tourne (figure 1).

L'enregistrement s'appelle un sismogramme. Actuellement, les capteurs sont de type électromagnétique et les enregistrements sont digitaux de haut rang dynamique.

■ Lors de la fracture de la roche, les ondes générées se propagent à travers la terre, autant en son intérieur qu'en surface. Lorsqu'un séisme se déclenche quelque part, les ondes sismiques vont mettre un certain temps (appelés temps de parcours des ondes) pour aller dans une station d'enregistrement ailleurs sur terre. Ce temps de trajet peut être calculé comme cela : temps de parcours = temps d'arrivée des ondes – temps de départ (en secondes). Le temps d'arrivée se lit sur le sismogramme (c'est là où le premier « pic » apparaît) et le temps de départ est toujours donné dans l'énoncé. Une fois le temps de parcours calculé, on pourra calculer la vitesse des ondes sismiques grâce à la formule suivante : Vitesse des ondes = distance (en km) / temps de parcours (en secondes), le résultat est en km/s. Fondamentalement, il y a trois types d'ondes :

- Les ondes P : de faible amplitude, elles consistent en la transmission de mouvements de compression et de dilatation de la roche, de façon semblable à la propagation du son.
- Les ondes S : d'amplitude plus importante, elles consistent en la propagation des ondes de cisaillement où les particules bougent perpendiculairement à la direction de propagation de la perturbation.
- Les ondes L (de Love et de Rayleigh) : superficielles et lentes, elles suivent la surface du globe. Elles se propagent à travers les couches les plus superficielles de la Terre. Dans le cas des ondes de Love, les vibrations sont horizontales, perpendiculaires à la direction de propagation. Dans le cas des ondes de Rayleigh, les vibrations sont elliptiques dans le plan vertical qui contient la direction de propagation. Parmi ces variétés d'ondes, les ondes P sont celles qui se propagent à plus grande vitesse (d'où leur nom d'ondes primaires), présentant en plus la caractéristique de pouvoir se propager à travers n'importe quel type de matériel, qu'il soit solide ou liquide.

Les ondes S se déplacent à une vitesse un peu inférieure (ondes secondaires) et ne se propagent pas à travers les masses liquides. Finalement, les ondes superficielles se déplacent à une vitesse encore inférieure.

En raison de la différence de vitesse de chacune des ondes, lorsque nous percevons un tremblement de terre, les premières secousses sont dues aux ondes P, les suivantes étant les ondes S et les dernières les ondes superficielles.

Les ondes P et S directes « disparaissent » au même endroit, cela prouve qu'il y a changement de nature

du milieu traversé.

Les ondes S ont été arrêtées par un milieu liquide, les ondes P sont réfractées dans ce même milieu. Ce milieu correspond au noyau du globe terrestre, d'un rayon de 3 470 km. La couche externe à une épaisseur de 2 900 km.

La différence de vitesse de chaque type d'onde est la propriété utilisée pour déterminer la localisation du foyer du séisme.

■ On peut mesurer l'intensité sismique sur l'échelle MSK (Mercalli modifiée) par l'observation des dégâts ou sur l'échelle de Richter par un calcul de la puissance dégagée par le séisme. Des lignes de même intensité sismique sont appelées des isoséistes.

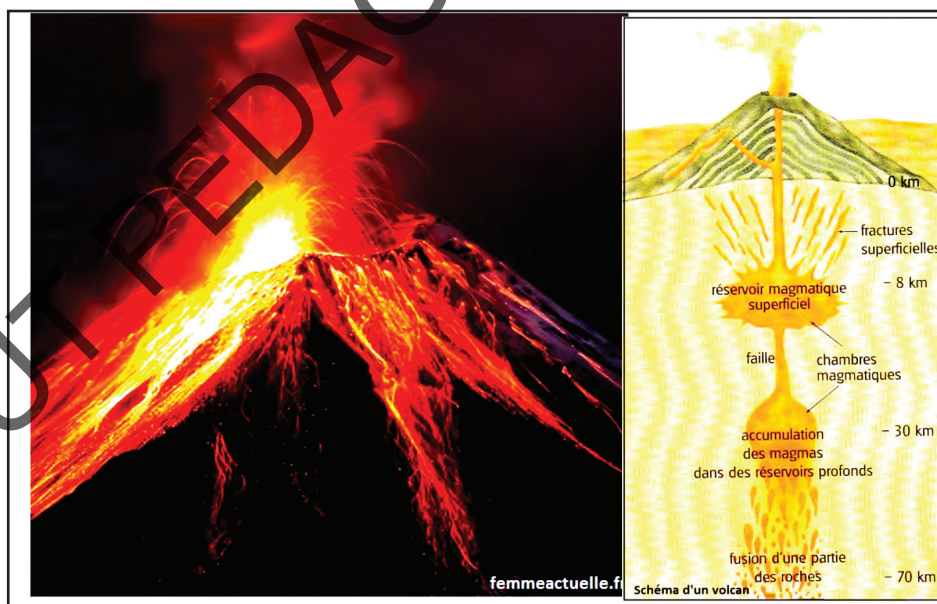
■ Les enregistrements des sismographes ou sismogrammes et les diverses manifestations d'un séisme permettent de tracer des courbes d'égale intensité sismique : les isoséistes. On détermine ainsi le lieu de la surface du globe où l'intensité du séisme a été maximale : l'épicentre sur lequel les courbes isoséistes sont centrées.

Activité

8

Comment peut-on définir le volcanisme et le volcan et quels en sont les caractères ?

Les réseaux de surveillance et d'observation des volcans ont permis d'établir la structure interne d'un volcan.



A partir de l'analyse de ces documents, dégager :

- la définition du volcanisme et du volcan ;
- l'origine du volcanisme.

Le magma se forme à une profondeur très importante, 60 à 70 km, et monte vers la surface.

■ Un volcan est un orifice naturel par lequel un réservoir de magma à haute température issu des profondeurs communique avec la surface de la terre. L'activité interne du globe se manifeste lors d'éruptions volcaniques, qui donnent naissance à de nouvelles roches issues des profondeurs du globe. Le plus souvent un volcan a la forme d'un cône plus ou moins évasé, au sommet duquel s'ouvre un cratère.

■ Le volcanisme est l'ensemble des phénomènes associés aux volcans et à la présence de magma.

■ Sous tous les volcans, à une profondeur de 15 à 30 km, se trouve une chambre magmatique d'un volume de plusieurs dizaines de km³. Le magma peut y rester très longtemps. Une éruption volcanique commence quand le magma remonte. Le magma suit les failles, les écarts et remplit des réservoirs plus superficiels.

C'est cette montée du matériau éruptif qui provoque des séismes de faible magnitude, à quelques kilomètres sous le sommet du volcan. Au fur et à mesure que la lave poursuit son ascension, les foyers des séismes se rapprochent de la surface. L'intrusion de la lave dans les fractures superficielles entraîne un gonflement du sommet de l'édifice volcanique.

Des gaz, de la lave peuvent alors remonter à la surface du globe.

Le volcan peut être terrestre comme sous-marin. On peut comparer un volcan à une sorte de cheminée qui met en contact des zones profondes de la Terre et sa surface. Lorsque la pression augmente sous l'écorce terrestre, le magma (roche en fusion) issu des profondeurs gagne la surface en se frayant un chemin à travers les parties faibles de l'écorce. Ce qui donne alors lieu aux éruptions volcaniques. Un volcan est formé de trois parties : un réservoir de magma en profondeur, une ou des cheminées volcaniques et enfin, une montagne volcanique, qui peut prendre la forme d'un cratère, d'un cône à cratère, d'un dôme, par lequel s'échappent les produits volcaniques.

Activité

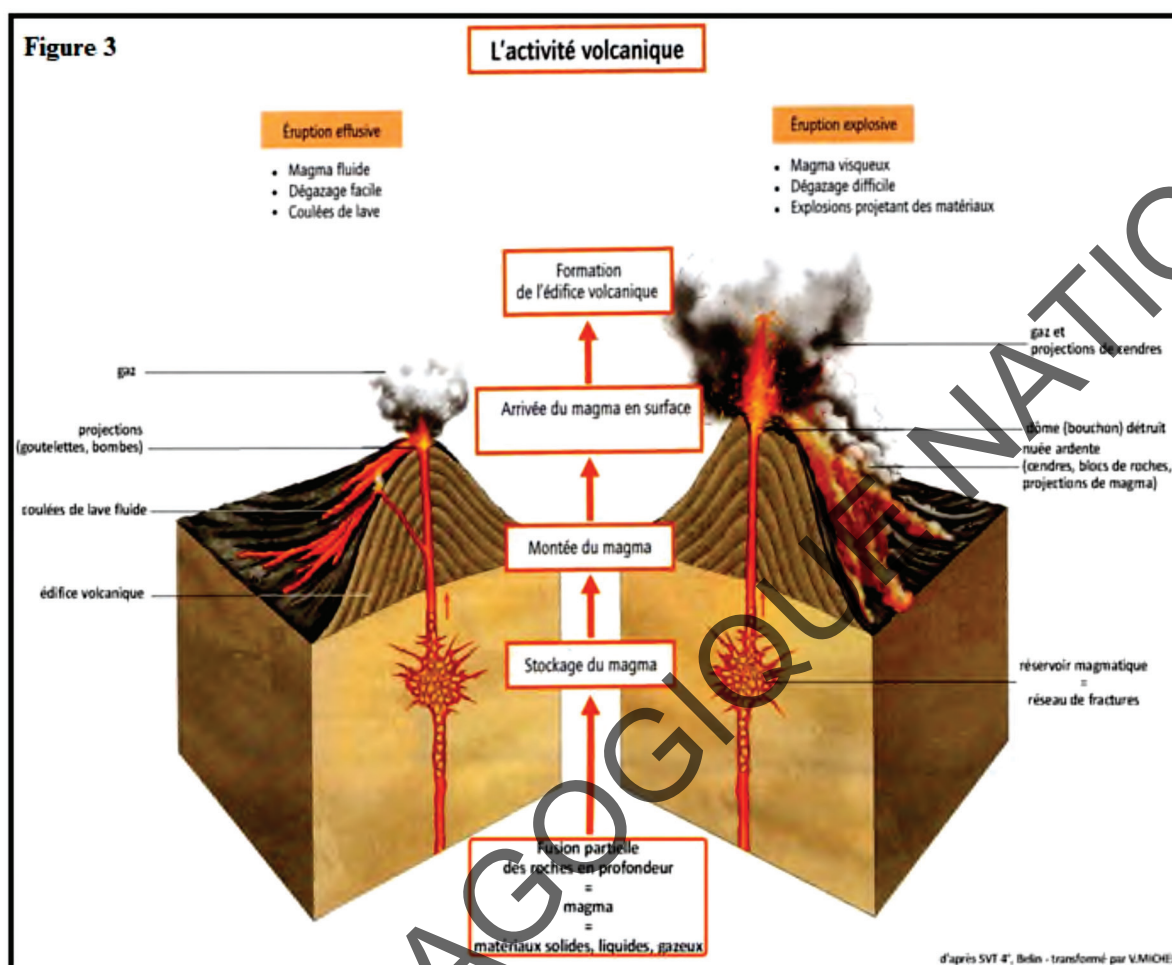
9

Quels sont les principaux produits d'un volcan ?

Les éruptions ne se ressemblent pas.

Des fleuves de laves incandescentes émis par des bouches éruptives dévalent les flancs des volcans (fig.1), ou des cendres et des gaz brûlants sont émis dans l'atmosphère (fig. 2) au cours d'éruptions violentes et explosives.





A partir de l'analyse des figures précédentes, décrire les différents types de produits qui peuvent être rejetés lors d'une éruption volcanique.

■ Le volcanisme est l'arrivée en surface de magma contenant des gaz. L'arrivée en surface de certains magmas donne naissance à des coulées de lave. L'arrivée d'autres magmas est caractérisée par des explosions projetant des matériaux. Les matériaux émis constituent l'édifice volcanique. Le magma contenu dans un réservoir magmatique localisé à plusieurs kilomètres de profondeur est de la matière minérale en fusion véhiculant des éléments solides et des gaz.

Les produits émis par les volcans peuvent être gazeux, solides ou liquides.

● **Produits gazeux :**

Les magmas contiennent des gaz volcaniques dissous. Le dégazage des magmas est un phénomène déterminant dans le déclenchement d'une éruption et dans le type éruptif. Le dégazage fait monter le magma le long de la cheminée volcanique ce qui peut donner le caractère explosif et violent d'une éruption en présence d'un magma visqueux.

Les gaz volcaniques sont principalement composés de :

- ✓ vapeur d'eau à teneur de 50 à 90 % ;
- ✓ dioxyde de carbone à teneur de 5 à 25 % ;

✓ dioxyde de soufre à teneur de 3 à 25%.

Puis viennent d'autres éléments volatils comme le monoxyde de carbone, le chlorure d'hydrogène, le dihydrogène, le sulfure d'hydrogène, etc.

Le dégazage du magma en profondeur peut se traduire à la surface par la présence de fumerolles autour desquelles des cristaux, le plus souvent de soufre, peuvent se former.

● Produits solides :

Les émissions rythmiques de vapeurs et de gaz laissent place souvent, dans un même volcan, à des projections de diverses matières solides qui peuvent se poursuivre pendant des semaines et même des mois. Ces produits sont de taille et d'origine différentes.

✓ Les scories et les lambeaux de laves :

La projection de scories et de lambeaux de laves ne se produit que dans les volcans à laves très fluides. Le magma très riche en gaz est monté très haut dans la cheminée. Les gaz se dégagent rapidement, les bulles viennent crever la surface de la lave et, en éclatant, arrachent des lambeaux de laves qui sont projetés dans les airs et retombent à proximité du cratère, participant ainsi à l'élaboration du cône volcanique. Ces projections sont dues au phénomène de dégazage de la lave très fluide.

✓ Les cendres : ce sont des matériaux meubles pulvérulents ou sableux constitués soit de magma pulvérisé, soit de roches broyées provenant de la paroi de la cheminée, soit le plus souvent d'un mélange des deux. Un triage s'opère au cours du transport aérien, les sables volcaniques retombent au pied du volcan, les cendres fines peuvent rester très longtemps en suspension dans les airs, emportées par le vent : lors de l'explosion du Krakatoa (1883), les cendres auraient fait plusieurs fois le tour de la terre avant de se déposer deux ans plus tard.

✓ Les ponces : ce sont des fragments solidifiés de magma vitreux boursoufflés, et très poreux, projetés par des explosions violentes. Elles ne se forment que lorsqu'un magma très visqueux vient à subir une détente brusque lors d'une explosion. Dans la cheminée, les gaz contenus dans la lave sont sous une très forte pression et sont comprimés, comme les gaz contenus dans une bouteille d'eau gazeuse non encore ouverte. Projetés dans l'air, la pression baisse brusquement et les gaz se détendent et donnent naissance à une très grande quantité de bulles comme celles observées à l'ouverture d'une bouteille d'eau gazeuse. Dans le parcours aérien, la lave se refroidit très rapidement, se solidifie, et les gaz restent prisonniers. Les ponces ou fragments de lave expansée peuvent flotter sur l'eau.

✓ Les lapillis : Ce sont des produits solides éjectés par des explosions ayant leur siège dans le cratère du volcan. Leur diamètre est compris entre 2 mm et 2 cm. Ils sont, en général, constitués par des fragments de vieilles laves solidifiées.

✓ Les bombes volcaniques : Ce sont des lambeaux de laves dont la forme particulière provient de la rotation subie au cours du parcours aérien et qui arrivent figés au sol. La forme de ces bombes volcaniques est fonction de la viscosité de la lave qui leur a donné naissance. Une lave fluide donne des bombes en forme de fuseau ou de poire, terminées par une ou deux extrémités recourbées. Les magmas plus visqueux donnent des bombes en croûtes de pain. La dimension des bombes varie de quelques centimètres cubes à plusieurs mètres cubes.

● Produits liquides :

Ces produits sont essentiellement représentés par les coulées de laves et les lahars.

Les produits liquides plus ou moins visqueux, ou laves, s'échappent en coulées de la bouche d'émission à des températures variant de 600 à 1200 °C. La vitesse d'écoulement et la pente du volcan dépendent de la viscosité du magma. La vitesse est généralement de quelques kilomètres par heure. Mais, exceptionnellement, on a pu relever des vitesses de 50 km/h.

✓ La lave est composée, du point de vue chimique, d'oxyde de silicium (silice), de silicate de sodium, de calcium, de fer, de magnésium et autres. Sa fluidité au moment de l'émission dépend de la proportion de gaz qui s'y trouve, de sa température, mais surtout de sa composition chimique. On distingue plusieurs types de laves : Les laves fluides, les laves intermédiaires, les laves visqueuses :

o les laves fluides : Ce sont des laves de couleur sombre très pauvres en silice (renferment 45% de silice). Les coulées de ces laves sont très longues et peuvent s'étendre sur des dizaines de kilomètres. Ces laves après refroidissement donnent une roche appelée basalte.

o les laves visqueuses : Elles sont riches en silice, renferment 65% de silice. Les coulées sont courtes, ces laves se solidifient rapidement et donnent les roches claires telles que les rhyolites.

o les laves intermédiaires : Elles sont moins riches que les laves visqueuses, elles renferment 55% de silice. Elles sont de couleur claire, les coulées plus ou moins importantes et donnent des roches telles que des trachytes, des andésites.

✓ Lahars syno-éruptifs qui se produisent pendant l'éruption, appelés aussi lahars primaires ou lahars chauds. Ils peuvent avoir pour origine :

o une fonte brutale de la neige ou de la glace due à l'activité volcanique ;

o la pénétration d'une nuée ardente dans un cours d'eau ;

o la vidange brutale d'un lac de cratère suite à une explosion, une brèche dans la paroi du volcan ou un débordement en cas de trop plein.

o les eaux de pluie (exemple du cyclone au Pinatubo).

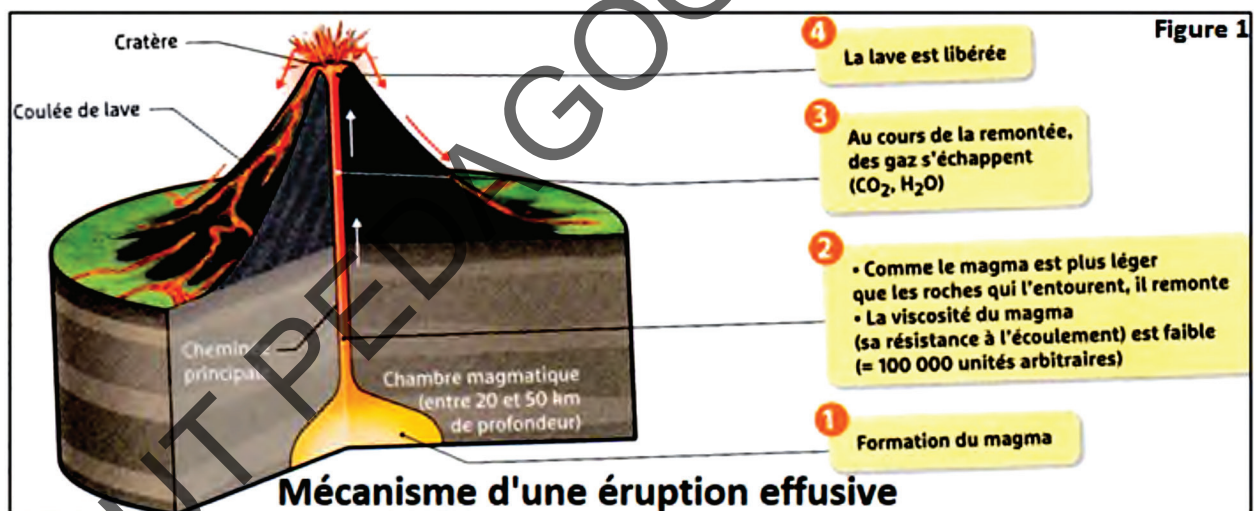
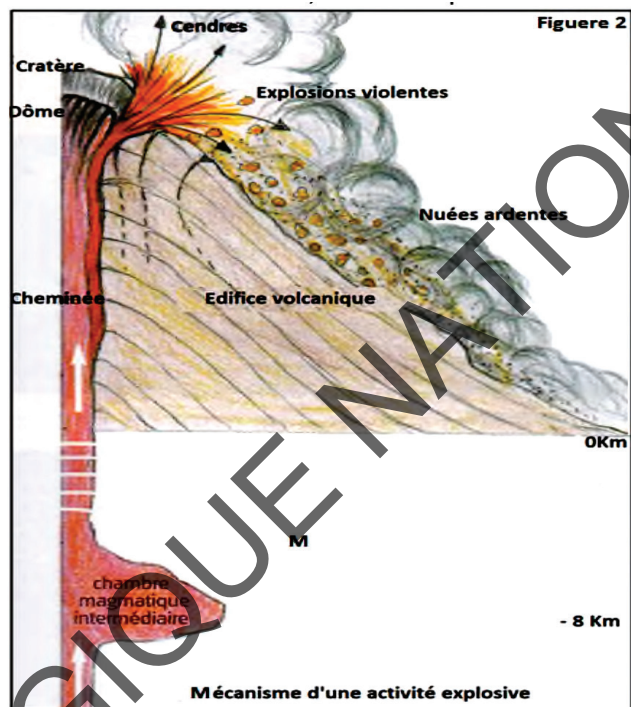
✓ Lahars post-éruptifs ou secondaires ou froids, qui remanient les dépôts de cendres ou de nuées.

Activité

10

Comment classer les volcans ?

Les morphologies créées par le volcanisme sont très variables ; elles dépendent de la viscosité du magma et de sa richesse en gaz. Afin d'introduire une notion de comparaison entre les différentes éruptions volcaniques, l'indice d'explosivité volcanique, aussi appelée échelle VEI, fut mis au point par deux volcanologues de l'Université d'Hawaii en 1982. L'échelle, ouverte et partant de zéro, est définie selon le volume des matériaux éjectés, la hauteur du panache volcanique et des observations qualitatives. Les figures suivantes montrent quelques aspects de l'activité volcanique.



A partir de l'analyse des documents ci-dessus, décrire les différents types d'éruptions volcaniques et montrer comment l'activité volcanique se manifeste.

On distingue 2 grands types de volcans suivant leurs manifestations :

■ Les volcans effusifs (éruptions hawaïenne et strombolienne) : L'activité volcanique effusive (fig. 1) aérienne conduit à la formation d'un cône volcanique. Du cratère, s'épanchent de longues coulées de laves fluides de type basaltique. Le cône est édifié par les couches successives de laves et les produits solides projetés (lapilli, bombes et scories). Une éruption importante vide en partie la chambre magmatique. Son toit peut s'effondrer et être à l'origine d'une caldeira au sommet du volcan.

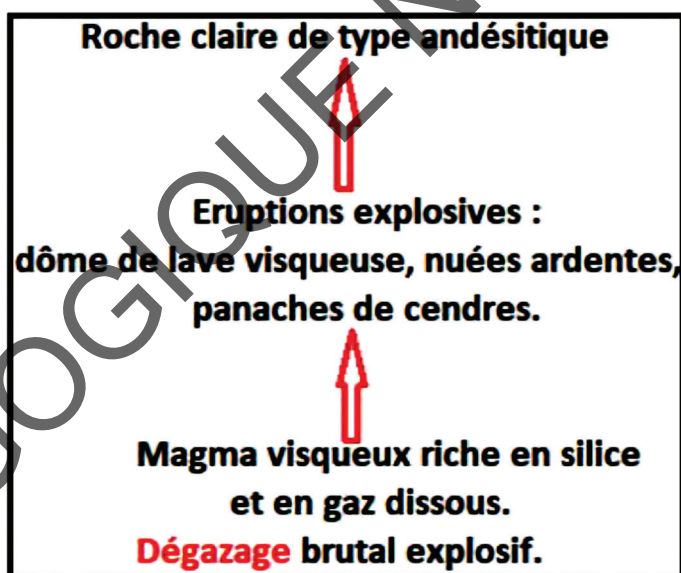
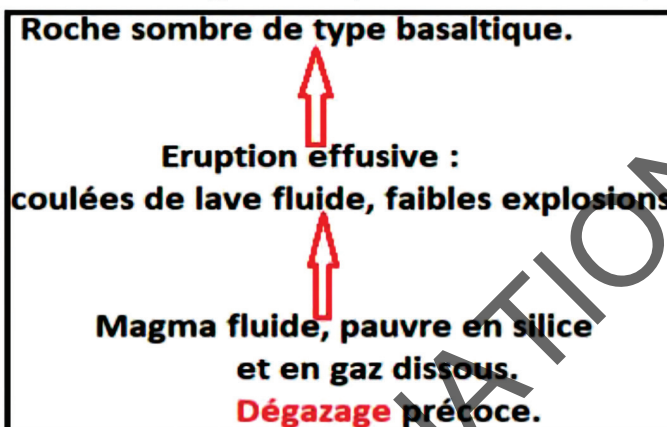
Cette activité se manifeste par des coulées de laves qui se déposent les unes sur les autres modifiant ainsi le paysage, ou construisant des îles volcaniques. Les dégâts matériels sont importants, les pertes humaines sont peu nombreuses.

Une lave très fluide s'écoule comme de l'eau sans faire de relief et crée de vastes coulées ou nappes de laves, ou encore des volcans à pentes douces.

■ Les volcans explosifs (éruptions vulcanienne, peléenne et plinienne) : L'activité volcanique explosive (fig. 2) conduit à la formation d'un volcan construit par l'accumulation des produits projetés (blocs, cendres). Après chaque éruption, une lave très visqueuse s'accumule et refroidit à la sortie constituant un dôme ou une aiguille qui bouche le cratère. Ces structures sont pulvérisées par l'explosion suivante. Ces volcans projettent à plus de 100 Km/h des nuées ardentes constituées de cendres, de gaz et de solides à plus de 500°C. Une grande richesse en gaz entraîne la pulvérisation du magma, dont les fragments s'accumulent aux points de sortie, engendrant des cônes, ou au contraire, saupoudrent toute la région.

Toutes ces possibilités existent, mais en général la nature présente des intermédiaires et les associe les uns aux autres, engendrant ainsi le volcan classique.

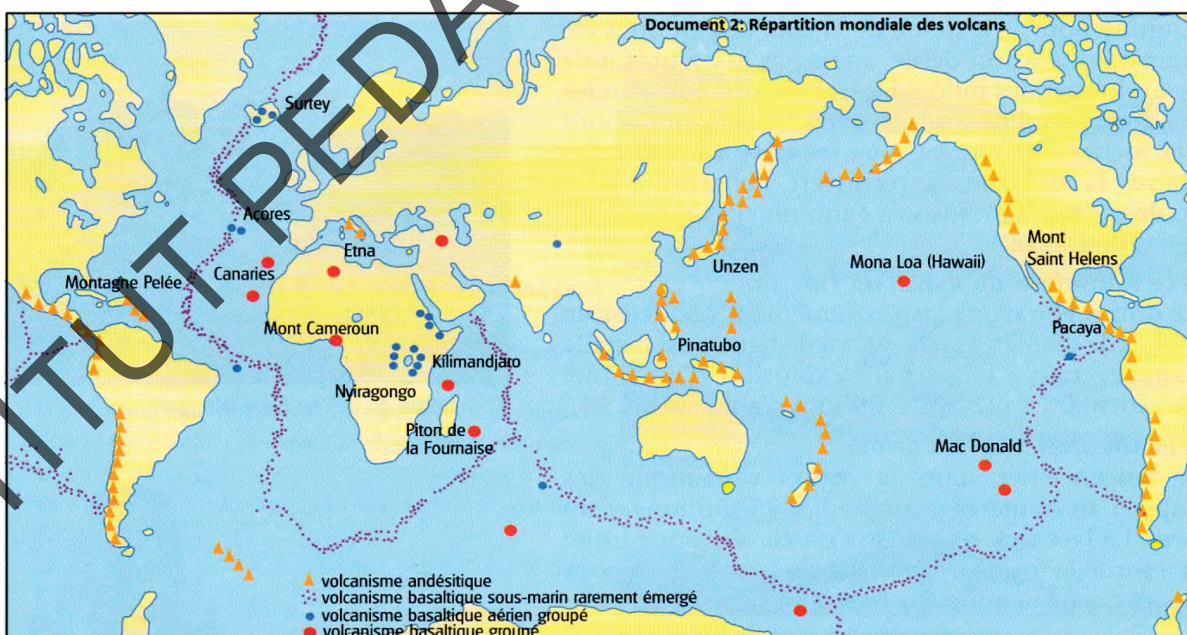
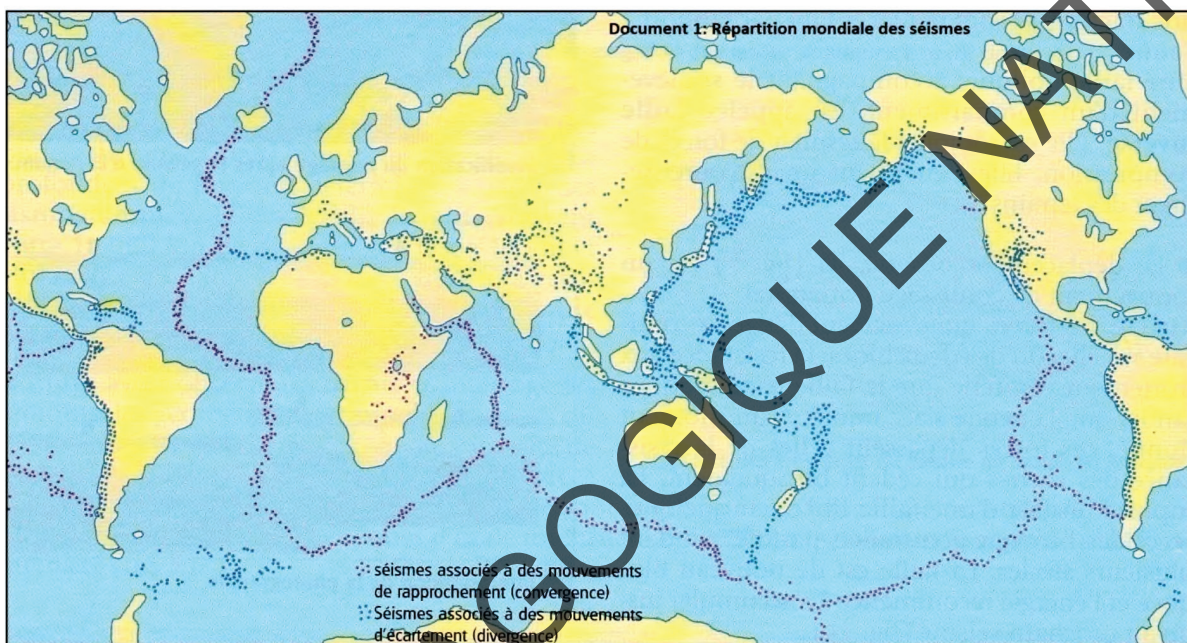
Les pertes humaines peuvent être très importantes.



V- Répartition des séismes et des volcans

La répartition des séismes et des volcans permet de délimiter les zones d'activité interne du globe. Ils sont inégalement répartis à la surface de la Terre : ils se répartissent dans des zones géographiquement limitées.

Les documents ci-dessous montrent la répartition mondiale des séismes (document 1) et des volcans (document 2).



Comparez la carte du volcanisme actif et celle de la répartition du foyer des séismes.

Que peut-on en conclure?

Certaines régions du globe ne connaissent ni séismes, ni volcanisme ; d'autres, au contraire, sont à forte sismicité et connaissent un volcanisme actif.

A l'échelle du globe, la répartition géographique des séismes coïncide généralement avec celle du volcanisme.

■ Les séismes associés à des accidents géologiques qui affectent la lithosphère, surviennent :

- le long des dorsales océaniques ;
- dans les chaînes de montagnes récentes côtières : cordillère des Andes, montagnes Rocheuses ;
- dans des chaînes continentales de montagnes jeunes: Himalaya, Alpes, Atlas ;
- le long des arcs insulaires bordés par des fosses océaniques profondes ; arc indonésien

bordé par la fosse de Java...

- Les grandes zones sismiques et volcaniques du globe coïncident (document 1).

■ Les deux tiers des volcans actifs émergés sont groupés autour de l'océan Pacifique.

Les volcans de type andésitique de cette ceinture de feu ont une répartition très irrégulière. Près de la moitié appartient aux arcs insulaires du Pacifique occidental.

Dans l'océan Indien, l'arc insulaire indonésien est particulièrement riche en volcans actifs.

De tous les volcans connus, un quart seulement se trouve hors de la ceinture de feu du Pacifique. Un volcanisme sous-marin de type basaltique se rencontre tout le long des dorsales océaniques ; quelques îles volcaniques émergées les jalonnent : l'Islande.

Des archipels volcaniques isolés émergent au milieu des océans : la Réunion, Hawaii.

Il existe un volcanisme basaltique très actif sur les continents, le long de fractures importantes de la lithosphère, comme le grand rift est-africain (document 2).

Bref, les séismes et les volcans se répartissent en trois zones principales :

- La zone circumpacifique et l'arc insulaires ;
- La zone des dorsales océaniques ;
- La zone située à la limite des continents eurasiatique et africain, des Açores à Java.

VI- Structure du globe terrestre

Activité

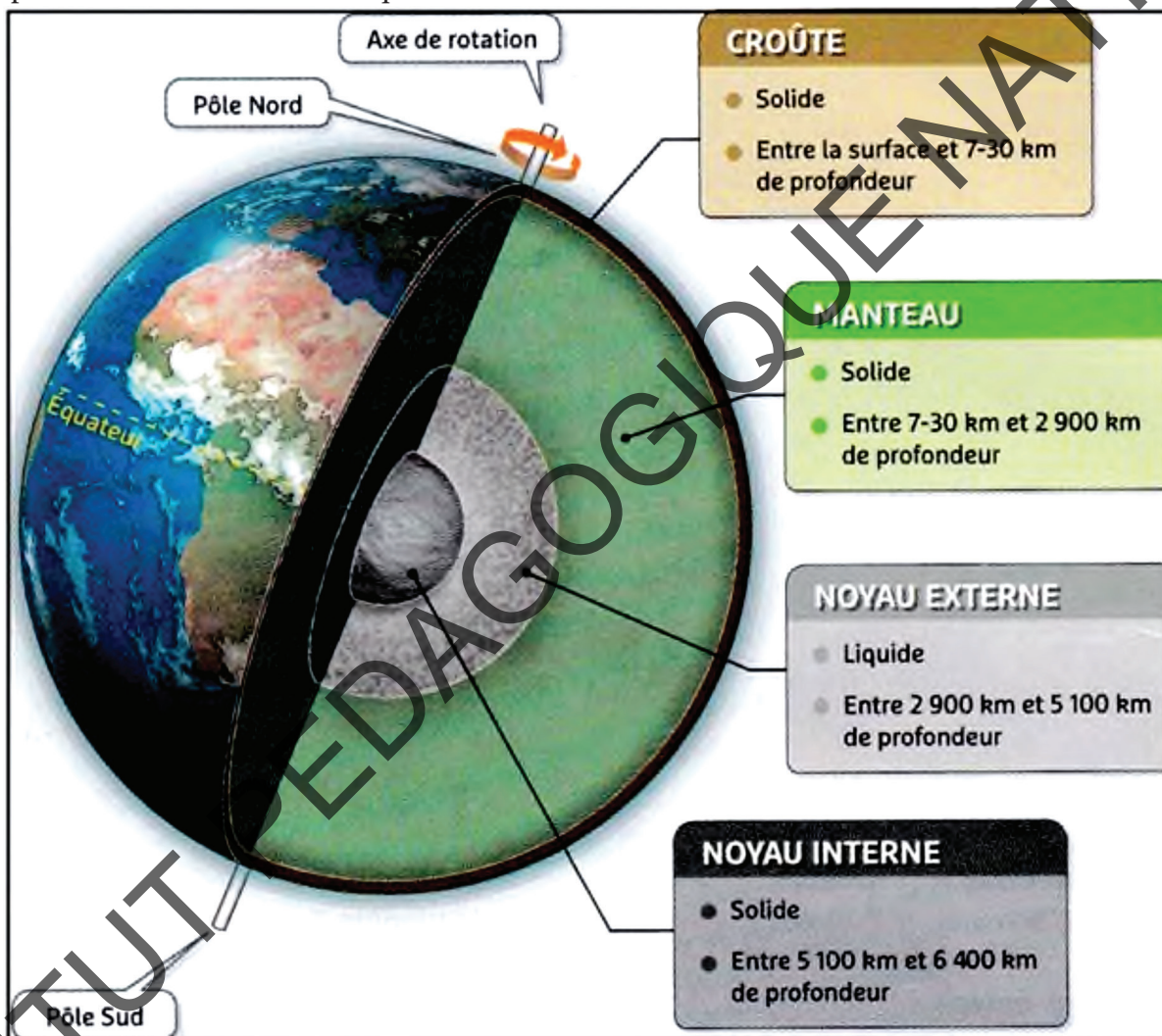
11

Quelle est la structure interne du globe terrestre ?

Les géologues considèrent que la vitesse et la direction d'une onde sont constantes dans un milieu homogène. Lorsque l'onde pénètre dans un milieu différent, elle change de vitesse et de direction. Les ondes sismiques se propagent comme les rayons lumineux : lorsqu'un rayon lumineux atteint une surface qui sépare deux milieux aux propriétés différentes, il se réfracte ou se réfléchit comme sur un miroir.

Toutes les ondes produites par les séismes se propagent dans toutes les directions à partir du foyer. Les ondes P et S pénètrent dans le globe terrestre tandis que les ondes L font le tour de la planète en suivant sa surface.

L'étude des vitesses de ces ondes renseigne sur la nature physique des matériaux traversés, sur leur trajet à l'intérieur du globe. Toute variation de vitesse traduit un changement de milieu. On sait aussi que les ondes se propagent plus lentement dans un milieu visqueux que dans un milieu rigide. L'étude des séismes naturels et artificiels, complétée par de très nombreux forages profonds dans l'écorce terrestre permet d'établir la structure interne de la terre (voir figure ci-dessous). Les sismologues Mohorovicic, Gutenberg et Lehmann ont réussi à déterminer l'état et la densité des couches par l'étude du comportement de ces ondes sismiques.



Analyser ce document pour dégager la structure de la terre.

De l'étude de la vitesse des ondes sismiques, les géologues ont établi la structure interne du globe terrestre. La terre est formée d'enveloppes concentriques :

■ la croûte : en surface, solide et épaisse de 10 à 50 km, elle représente 2 % du volume terrestre. On connaît deux types de croûtes terrestres : la croûte océanique, celle qui en gros se situe sous l'océan, qui est formée de roches basaltiques de densité 3,2 et qu'on nomme aussi SIMA (silicium-magnésium) ;

et la croûte continentale, celle qui se situe au niveau des continents, qui est plus épaisse à cause de sa plus faible densité (roches granitiques à intermédiaires de densité 2,7 à 3) et qu'on nomme SIAL (silicium-aluminium). La couverture sédimentaire est une mince pellicule de sédiments produits et redistribués à la surface de la croûte par les divers agents d'érosion (eau, vents, glace) et qui compte pour très peu en volume.

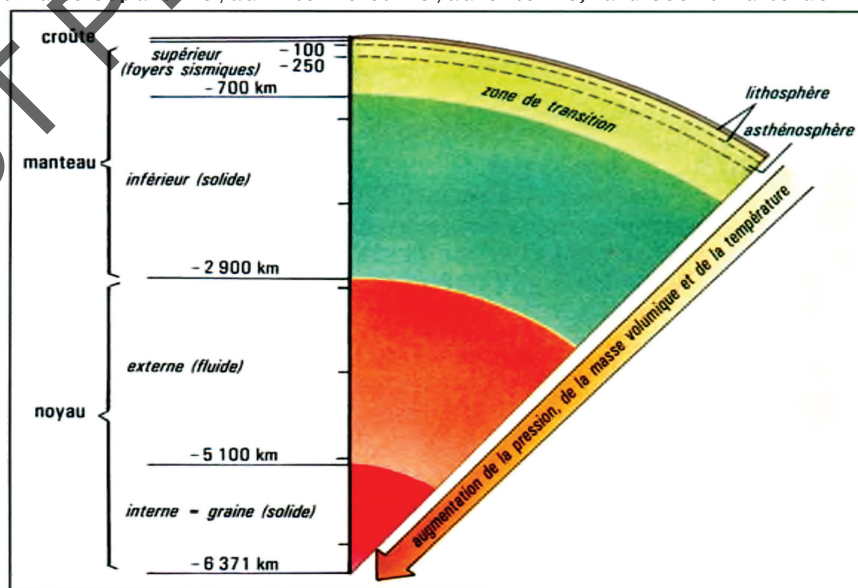
■ le manteau : en dessous, s'étend jusqu'à 2 900 km : il est plus pauvre en silice et plus riche en fer et en magnésium. Il constitue le gros du volume terrestre, 81 % et se divise en manteau inférieur solide et manteau supérieur principalement plastique, mais dont la partie tout à fait supérieure est solide. La partie supérieure du manteau forme avec l'écorce terrestre un ensemble rigide, la lithosphère, qui repose sur une couche plus visqueuse, l'asthénosphère.

La vitesse des ondes P dépend de la nature des roches traversées. À l'aide de séismes artificiels, les géologues ont constaté que la vitesse diffère pour la lithosphère continentale et océanique. L'examen des courbes obtenues montre que la lithosphère océanique est plus mince que la lithosphère continentale. La lithosphère continentale (la plus épaisse) comprend l'écorce granitique et les péridotites du manteau supérieur.

La lithosphère océanique (la moins épaisse) comprend une écorce basaltique qui repose aussi sur les péridotites du manteau supérieur.

L'asthénosphère est constituée de péridotites plus visqueuses de 100 à 700 km de profondeur.

■ le noyau : au centre, est composé principalement de fer et d'un peu de nickel. Ce mélange est fondu à l'extérieur, mais solide à l'intérieur en raison des pressions gigantesques qui règnent au cœur de la terre. Il forme 17% du volume terrestre et se divise en noyau interne solide et noyau externe liquide. Deux discontinuités importantes séparent croûte, manteau et noyau : la discontinuité de Mohorovicic (MOHO) qui marque un contraste de densité entre la croûte terrestre et le manteau, et la discontinuité de Gutenberg qui marque aussi un contraste important de densité entre le manteau et le noyau. Une troisième discontinuité sépare noyau interne et noyau externe, la discontinuité de Lehmann.



Je retiens :

La théorie des plaques ou tectonique des plaques, suppose que la lithosphère est découpée en plaques, considérées comme rigides, se déplaçant au-dessus de l'asthénosphère visqueuse. Les frontières de plaques sont :

- des dorsales sismiques au niveau desquelles des plaques s'écartent par leur bord océanique (cas d'expansion océanique).
- des zones de convergence où les plaques se rencontrent.

Elles sont généralement associées au volcanisme.

Les chaînes de montagnes naissent dans les zones de convergence.

La subduction est formée par l'enfoncement d'une plaque à croûte océanique sous une plaque à croûte océanique ou continentale. Elle s'accompagne d'activités volcaniques. Les frottements entre ces plaques génèrent des séismes à foyers de profondeur croissante.

L'obduction est obtenue par le chevauchement de la croûte continentale d'une plaque par la croûte océanique d'une autre plaque. On y trouve des matériaux de la croûte océanique : les ophiolites.

La collision est née de l'affrontement de deux plaques à croûte continentale.

Ce sont des chaînes complexes présentant de grands chevauchements ou charriages.

Dans les zones de collision et d'obduction récentes, les tensions persistantes sont responsables de l'activité sismique superficielle, observée actuellement.

On distingue des déformations de la croûte terrestre cassantes (failles) ou souples (plis).

Une faille est une fracture de l'écorce terrestre de part et d'autre de laquelle les deux compartiments séparés ont subi un déplacement relatif (rejet). Dans le cas d'une distension, il y a une faille normale, une faille inverse en cas de compression et dans le cas d'un déplacement horizontal il y a une faille coulissante (décrochement).

Les plis sont des ondulations de couches de terrains, formant des bombements ou anticlinaux ou des cuvettes ou synclinaux. Il existe différentes sortes de plis (droit, déjeté, déversé, couché, pli-faille.....).

Un séisme est un brusque ébranlement du sol provoqué par la rupture des roches en profondeur, libérant l'énergie lentement accumulée.

C'est à l'épicentre que la secousse est ressentie avec le plus d'intensité. Au foyer du séisme, une rupture des roches donne naissance à des ondes sismiques qui se propagent dans toutes les directions. L'étude des sismogrammes permet de déterminer l'épicentre du séisme, son foyer et sa magnitude.

Un séisme se manifeste par une suite de secousses brusques, violentes et brèves du sol : les secousses sismiques. On observe en général trois phases :

- les signes précurseurs : bruits souterrains semblables au grondement d'un train lointain.
- le paroxysme : successions de secousses de 1 à 2 secondes chacune qui détruisent les édifices.
- les répliques, moins violentes, les jours suivants, et de plus en plus espacées pendant le mois.

Les lignes de même intensité sismique sont appelées des isoséistes. des ondes sismiques

par lancer d'une roche dans l'eau montre la formation de cercles concentriques qui se déplacent du point d'impact vers l'extérieur.

Les ondes sismiques s'enregistrent grâce à des appareils appelés sismographes (anciens) et sismomètres (numériques). L'enregistrement s'appelle un sismogramme

On distingue les types d'ondes émises par un séisme: les ondes de fond, celles qui se propagent à l'intérieur de la terre et qui comprennent les ondes S et les ondes P, et les ondes de surface, celles qui ne se propagent qu'en surface.

Les ondes P sont des ondes de compression assimilables aux ondes sonores et qui se propagent dans tous les états de la matière. Les ondes S sont des ondes de cisaillement qui ne se propagent que dans les solides. Les ondes de Love ou ondes L sont des ondes de cisaillement, comme les ondes S, mais qui oscillent dans un plan horizontal.

On entend par volcanisme l'ensemble des phénomènes géologiques durant lesquels du magma et des gaz associés sont émis à la surface.

Un volcan est une cheminée qui fait communiquer le magma avec la surface du globe. Il a généralement lieu dans certaines parties du globe telles que les dorsales océaniques et les zones de subduction, sièges d'importants mouvements lithosphériques. Certains volcans sont terrestres, d'autres sous-marins.

Une éruption volcanique s'accompagne de l'émission de plusieurs produits : solides, liquides et gazeux. L'importance relative de chacun de ces produits dépend de plusieurs facteurs dont le plus essentiels demeurent la nature chimique de la lave, (critère fondamental pour classer les volcans).

Il est possible de classer les volcans en se basant sur leur localisation géographique : on distingue dans ce cas les volcans terrestres et les volcans sous-marins. Mais la typologie des volcans la plus utilisée repose sur la viscosité de la lave.

On distingue 2 grands types de volcans suivant leurs manifestations :

- Les volcans effusifs qui se manifestent par des coulées de laves qui se déposent les unes sur les autres modifiant ainsi le paysage, ou en construisant des îles volcaniques. Les dégâts matériels sont importants, les pertes humaines sont peu nombreuses ;
- Les volcans explosifs qui projettent à plus de 100 Km/h des nuées ardentes constituées de cendres, de gaz et de solides à plus de 500°. Les pertes humaines peuvent être très importantes.
- La viscosité d'une lave est fonction de sa teneur en silice : plus elle est riche en cet élément, plus elle est visqueuse.

La répartition des séismes et du volcanisme permet de délimiter les zones d'activité interne du globe.

Les volcans effusifs sont isolés (sur les continents ou les îles) ou alignés (surtout sous-marins). Ils sont peu à pas dangereux .

- Les volcans explosifs sont le plus souvent alignés le long de l'Océan Pacifique, le long de grandes cassures. Ce sont des volcans dangereux.

- Les séismes sont particulièrement fréquents dans certaines zones de la surface terrestre. Ils se produisent surtout dans les chaînes de montagne, près des fosses océaniques et aussi le long des axes des dorsales.

La terre est formée d'enveloppes concentriques :

- en surface, la croûte, épaisse de 10 à 50 km, est formée de silicates. La croûte continentale, essentiellement granitique, diffère de la croûte océanique basaltique ;

- en dessous, le manteau s'étend jusqu'à 2 900 km : il est plus pauvre en silice et plus riche en fer et en magnésium ;

- au centre, le noyau est composé principalement de fer et d'un peu de nickel. Ce mélange est fondu à l'extérieur, mais solide à l'intérieur en raison des pressions gigantesques qui règnent au cœur de la terre.

Je m'exerce

Exercice 1

1- Définissez les mots ou expressions suivants :

Lithosphère; convergence; coulissage; divergence; dorsale océanique; plaque lithosphérique.

2 -Questions à réponses courtes :

a -Comment caractériser la limite entre deux plaques en divergence?

b -Pourquoi dit-on que les limites de plaques sont des zones actives?

c -Pourquoi les continents s'écartent en même temps que les plaques ?

3- Chaque série d'affirmation peut comporter une ou plusieurs réponses exactes. Repérer les affirmations correctes.

La subduction :

a- est un enfoncement vertical d'un panneau de lithosphère moins dense ;

b- s'accompagne d'un magnétisme complexe à l'origine de manifestations volcaniques remarquables ;

c- entraîne indifféremment dans le manteau le naufrage d'une croûte océanique ou d'un continent ;

d- est en partie la conséquence d'une augmentation progressive de la densité de la plaque lithosphérique créée au niveau d'une dorsale ;

e- provoque une fusion rapide de la plaque plongeante qui perd toute rigidité à partir d'une profondeur de 200-300 km.

Exercice 2

A- Retrouvez la proposition exacte et corrigez les fausses.

a. Les mouvements des plaques lithosphériques entraînent à leurs frontières des séismes.

b. Les plaques lithosphériques bougent de quelques km/an.

c. Une centaine de plaques lithosphériques recouvrent la Terre.

B- Retrouvez la proposition exacte.

a- Au niveau d'une fosse océanique :

1. deux plaques entrent en collision.

2. une plaque plonge sous une autre.

3. deux plaques s'éloignent.

b. Au niveau d'une dorsale :

1. le volcanisme est explosif.

2. une plaque monte sur une autre.

3. deux plaques s'éloignent l'une de l'autre.

c. Au niveau d'une chaîne de montagnes formée par collision :

1. les séismes sont fréquents.

2. deux plaques s'éloignent.

3. le volcanisme est très actif.

C- Vrai ou faux ?

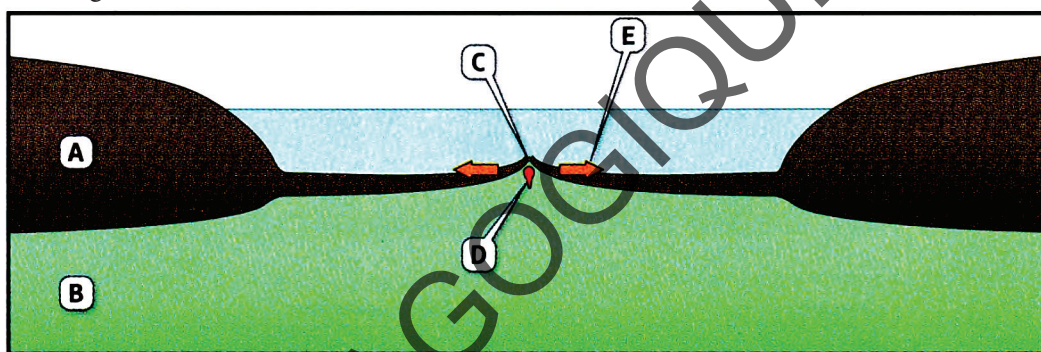
Recopiez les affirmations exactes.

Corrigez les affirmations inexactes.

- a. Le volcanisme basaltique sous-marin existe dans les dorsales océaniques et les arcs insulaires.
- b. Les tsunamis sont provoqués par les séismes sous-marins.
- c. Les limites des plaques lithosphériques et les limites des continents coïncident.
- d- Les zones de convergence des plaques engendrent du volcanisme basaltique.
- e. Les fosses océaniques se situent au milieu de l'océan.
- f- Une dorsale océanique est une chaîne de montagnes sous-marine couverte de volcans andésitiques.
- g. Des séismes se produisent dans des zones actives en limite de plaque.
- h. La lithosphère peut se déformer sous l'effet des séismes.
- i. Les plaques se rapprochent au niveau des dorsales par mouvement de divergence.

Exercice 3

Attribuez une légende aux lettres A à E et donnez un titre à ce schéma.



Exercice 4

Corriger les affirmations inexactes : les affirmations suivantes sont toutes inexactes. Modifier les phrases (en remplaçant, en supprimant ou en complétant certaines parties) pour les rendre exactes.

- 1- Au niveau d'une zone de subduction, la fosse sous-marine est toujours bordée par un chapelet d'îles volcaniques ou arc insulaire.
- 2- La lithosphère océanique qui « sombre » dans le manteau plonge systématiquement sous un continent.
- 3- Le magma andésitique doit sa viscosité élevée à sa pauvreté en silice.
- 4- Les séismes caractéristiques d'une zone de subduction sont essentiellement la conséquence de phénomènes d'étirement de la lithosphère.

Exercice 5

- 1- Corriger les affirmations inexactes : les affirmations suivantes sont toutes inexactes. Modifier les phrases (en remplaçant, en supprimant ou en complétant certaines parties) pour les rendre exactes.
- a- Les ondes sismiques P et S traversent la totalité des couches profondes du globe.
- b- Une onde sismique ralentit lorsque la densité du milieu traversé augmente.
- c- Les matériaux du noyau terrestre sont soumis à des pressions énormes et se comportent comme des solides.

2- Chaque série d'affirmation peut comporter une ou plusieurs réponses exactes. Repérer les affirmations correctes :

A. Les rais sismiques :

a- se propagent en ligne droite dans les profondeurs du globe terrestre ;

b- ont leur trajectoire brutalement perturbée lorsqu'ils atteignent obliquement une surface de discontinuité ;

c- ne se réfractent en changeant de milieu que si leur vitesse de propagation augmente ;

d- peuvent traverser la totalité du globe terrestre et ressortir ainsi aux antipodes du foyer sismique ;

e- sont rectilignes dans le cas des ondes P et incurvés dans les ondes S.

B. Les ondes sismiques :

a- sont émises au foyer du séisme dans une direction précise ;

b- se propagent indifféremment dans les couches solides et liquides du globe ;

c- se réfléchissent et se rétractent dans tous les cas lorsqu'elles atteignent obliquement des surfaces de discontinuité sismique ;

d- ont une vitesse de propagation constante dans une couche terrestre donnée (le manteau par exemple) ;

e- ont des vitesses de propagation différentes suivant le type d'onde ;

f- de type S sont plus lentes que les ondes P quel que soit le milieu de propagation.

Exercice 6

A- Définissez les mots ou expression :

Séisme; faille; sismogramme; sismicité ; foyer; epicentre; onde sismique.

B- Vrai ou faux?

Recopiez les affirmations exactes.

Corrigez les affirmations inexactes.

1- Les ondes sismiques sont des vibrations qui se propagent dans tous les sens.

2- Le foyer est le lieu où le séisme est ressenti le plus violemment en surface.

3- L'échelle MSK permet d'évaluer l'intensité d'un séisme.

4- Les sismogrammes sont des appareils qui enregistrent les ondes sismiques.

5- Les failles sont les forces lentement accumulées qui s'exercent sur les roches en profondeur.

6- La magnitude d'un séisme est établie grâce à l'observation des dégâts en surface.

7- Un séisme est le lieu d'où partent les ondes après la rupture des roches en profondeur.

8- Les courbes isoséistes sont établies à partir de l'échelle de Richter.

9- Les failles sont toutes visibles à la surface du sol.

Exercice 7

Relier par des flèches les expressions ou mots suivants :

a. Coulée de basalte	1. Volcanisme explosif
b. Dôme d'andésite	2. Volcanisme effusif
c. Nuées ardentes	3. Minéral cristallisé
d. Verre	4. Matière minérale non cristallisée
e. Olivine	

Exercice 8

Le mont St Helens subit une explosion violente le 18 mai 1980. La précédente éruption date de 1857.

Le 20 mars 1980 se produit un séisme de magnitude inhabituelle.

Le 27 mars, de petites explosions sont accompagnées de l'ouverture d'un deuxième cratère d'où s'échappent des gaz qui s'enflamment.

Le 14 avril, une longue vibration est ressentie et des projections de cendres et de vapeur se produisent.

Le flanc nord du volcan gonfle. Ces événements persistent. Le 18 mai, à la suite d'une violente explosion, le flanc nord du volcan glisse et déferle à 250 km/h vers le bas. Une nuée ardente simultanée détruit toute vie sur la région. On dénombre 61 victimes sur la zone qui a été précédemment évacuée. L'altitude du volcan n'atteint plus que 2 549 m au lieu de 2 905 m avant l'éruption. À 450 km au N.-E., une ville est plongée dans l'obscurité du nuage de cendres qui s'abat et s'y dépose sur 5 cm d'épaisseur. Un dôme de lave grise, visqueuse, bouche la cheminée au fond du cratère d'explosion.

1- Peut-on qualifier le St Helens de volcan actif ? Justifiez votre réponse.

Relevez le vocabulaire qui caractérise ce type d'éruption.

2- À quel type d'éruption doit-on rattacher ce volcanisme? Justifiez votre réponse.

3- Quels sont les événements qui annoncent l'éruption et qui lui succèdent ?

4- Comment se réalise le dégazage du magma dans cette éruption ?

Exercice 9

1- Définissez les mots ou expressions :

Éruption volcanique; lave; éruption effusive; éruption explosive.

2- Recopiez les affirmations exactes.

Corrigez les affirmations inexactes.

a- Les laves de type basaltique sont plus visqueuses que les laves de type andésitique.

b- Les gaz dissous dans le magma s'échappent toujours avant l'éruption.

c- Le magma monte plus ou moins rapidement selon sa composition chimique.

d- Plus les gaz s'échappent rapidement de la lave plus l'éruption est effusive et calme.

e- Les volcans des dorsales océaniques ont des éruptions explosives. Leurs laves se figent sous l'eau en coulées scoriacées.

f- Le volcanisme andésitique se retrouve tout autour de l'océan Pacifique.

g- Le volcanisme signale les zones d'activité interne du globe.

h- Une éruption volcanique se produit toujours dans un cratère.

i- La nature des cristaux observés dans les laves dépend de la composition du magma.

j- Les nuées ardentes détruisent toute vie sur leur passage.

k- La fin d'une éruption est annoncée par des séismes.

l- La lave émise par le volcan est déjà refroidie.

3- Questions à réponses courtes.

a. Pourquoi le magma quitte-t-il la chambre magmatique au moment de l'éruption?

b. Pourquoi les volcans andésitiques sont-ils plus dangereux que les volcans de type basaltique?

Exercice 10

Vrai ou faux ?

Recopiez les affirmations exactes.

Corrigez les affirmations inexactes.

- a- Les ondes sismiques se propagent dans toutes les roches à la même vitesse.
- b- La lithosphère est la couche profonde du globe terrestre.
- c- La couche externe liquide du noyau arrête les ondes S.
- d- La lithosphère continentale, composée de roches granitiques sur du basalte, est plus épaisse que la lithosphère océanique, constituée uniquement de basalte.
- e- La base de la lithosphère est constituée de péridotites rigides sous les océans et les continents.
- f- L'asthénosphère est constituée de péridotites plus visqueuses. Elle se situe de 100 à 2 900 km de profondeur.
- g- La lithosphère n'a qu'une épaisseur de 100 km, celle de l'asthénosphère est de 600 km.
- h- L'épaisseur de l'écorce terrestre varie entre 10 et 70 km de profondeur. En dessous, le manteau s'étend jusqu'à 2 900 km de profondeur.

Exercice 11

1- Soit le schéma ci-dessous :

a- Coloriez en vert la croûte continentale, en violet la croûte océanique, en orange le manteau supérieur, en marron l'asthénosphère.

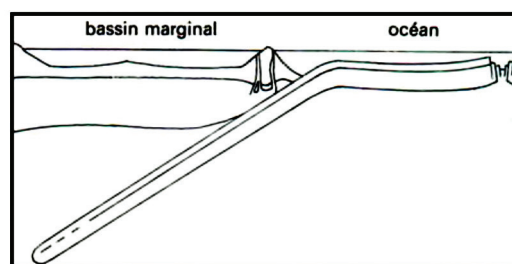
b- Complétez les annotations, placez les flèches indiquant les mouvements et donnez un titre à ce schéma.

2- A l'aide de croix (x) indiquez la localisation des séismes.

3- Quels sont les moyens qui ont permis de connaître cette structure de la partie superficielle du globe ?

4- Définissez les particularités de la lithosphère et de l'asthénosphère.

5- Que se passe-t-il au niveau de la dorsale océanique ? Peut-il y avoir des volcans et des séismes ?



J'approfondis mes connaissances :

Document 1 : Les échelles en sismologie.

1-Echelle d'intensité MSK (Medvedev, Sponheuer, Karnik) : Après avoir observé les dégâts et interrogé les témoins, les géologues déterminent les zones où le séisme a été ressenti avec la même intensité de l'échelle MSK (tableau ci-dessous). Les valeurs sont reportées sur une carte et les points de même intensité sont joints par une ligne appelée isoséiste. Les isoséistes déterminent donc des zones d'égale intensité. L'épicentre est situé dans la zone de plus forte intensité.

Intensité	Phénomènes observés
I	Aucun mouvement n'est perçu.
II	Quelques personnes au repos peuvent ressentir un mouvement.
III	Mouvement ressenti à l'intérieur. A l'extérieur, rien n'est ressenti.
IV	A l'intérieur, la plupart des gens ressentent un mouvement. Les objets suspendus bougent.
V	La plupart des gens ressentent le mouvement, même en plein air. Les objets bougent, les arbres oscillent.
VI	Le séisme est ressenti par tout le monde. Des dommages peuvent se produire dans des bâtiments mal construits.
VII	Les gens ont du mal à se tenir debout. Des lézardes peuvent apparaître sur les murs. Dommages modérés sur les immeubles.
VIII	Les chauffeurs ont du mal à conduire leur véhicule. De grandes cheminées peuvent tomber. Dommages sérieux dans les immeubles.
IX	Tous les immeubles subissent de gros dommages. Les maisons sans fondation se déplacent. Des conduites d'eau ou de gaz peuvent se rompre.
X	La plupart des bâtiments sont détruits. Les ponts, les barrages sont endommagés, les rails de chemin de fer se tordent.
XI	La plupart des constructions s'effondrent. Les conduits souterrains se rompent, les ponts sont détruits.
XII	Tout est détruit, le sol bouge en ondulant. De grands pans de roches peuvent se déplacer. Les paysages sont modifiés.

2> Echelle de Richter :

Après un séisme, différents trains d'ondes arrivent à chaque station. Les plus rapides sont les ondes primaires ou ondes P, de faible amplitude. Les ondes secondaires ou ondes S, d'amplitude plus importante, sont émises au même moment, mais se propagent moins vite. Plus tard arrivent les ondes L, ondes lentes qui suivent la surface du globe.

La comparaison des sismogrammes permet de déterminer le lieu du séisme et sa magnitude à partir de l'amplitude maximale des ondes sismiques (tableau ci-dessous).

Plus on s'éloigne du séisme, plus l'arrivée des ondes P est tardive. Les ondes S et L se propagent moins

vite et arrivent avec un certain retard par rapport aux ondes P. Ce retard est d'autant plus grand que le sismographe est plus éloigné du séisme. C'est ainsi que l'on peut calculer la localisation précise en surface de l'épicentre d'un séisme.

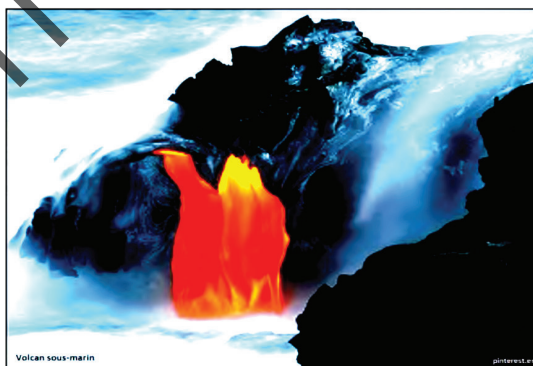
Magnitude	Phénomènes observés
1	Secousse non ressentie par les personnes.
2	Secousse ressentie par quelques personnes au repos.
3	Souvent ressentie, aucun dégât matériel.
4	Ressentie par tous, aucun dégât matériel.
5	Tremblement modéré, bien senti, petits dommages dans les habitations près de l'épicentre.
6	Fort tremblement, les bâtiments peu résistants sont endommagés à plusieurs km de l'épicentre.
7	Violent séisme, dommages importants à une centaine de km de l'épicentre.
8	Très violent séisme, très gros dégâts matériels. Nombreux morts ou blessés sur des centaines de km.
9	Séisme d'une violence rare. Il détruit tout ou presque dans la région de l'épicentre et sur plusieurs centaines de km autour.

Document 2 : Le volcanisme sous-marin.

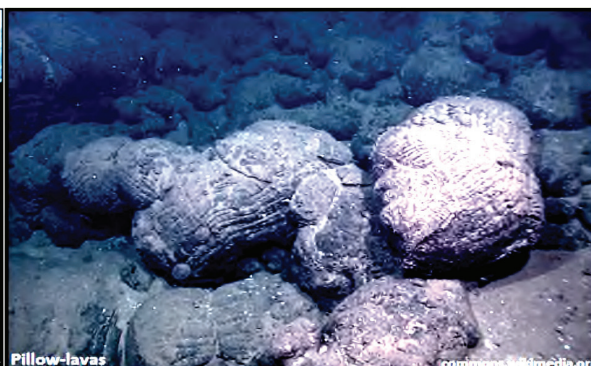
Au milieu de l'océan Atlantique, les océanographes ont découvert des montagnes volcaniques basaltiques sous-marines, appelées dorsales océaniques. Elles forment une chaîne continue de plus de 60 000 km dans tous les océans du globe.

En 1973, les géologues ont pu observer, pour la première fois, le sommet de ces montagnes à plus de 2 000 mètres de profondeur, sous le niveau de la mer. Ils y ont découvert des pillow-lavas, de très nombreuses fissures et des sources d'eau chaude à 350 °C contenant des particules noires en suspension, d'où leur nom de fumeurs noirs.

La présence de coulées non recouvertes de sédiments démontre l'activité importante et récente de ce volcanisme sous-marin. Il représente 90 % de l'activité volcanique du globe.



Volcan sous-marin



Pillow-lavas

Document 3 : Typologie des volcans.

Lors des débuts de la volcanologie, l'observation de quelques volcans a été à l'origine de la création de catégories basées sur l'aspect des éruptions et le type de lave émise. Chaque type est nommé selon le volcan référent. Le grand défaut de cette classification est d'être assez subjectif et de mal tenir compte des changements de type d'éruption d'un volcan.

- Type effusif ou Hawaïen (45% silice)

Il est caractérisé par des laves très fluides, des coulées vastes pouvant atteindre plusieurs dizaines de kilomètres, éruption tranquille sans projection ni explosion.

Exemple: Le mont Cameroun, le mont Manengouba, le mont Bamboutos.

- Type strombolien ou intermédiaire (55% de silice)

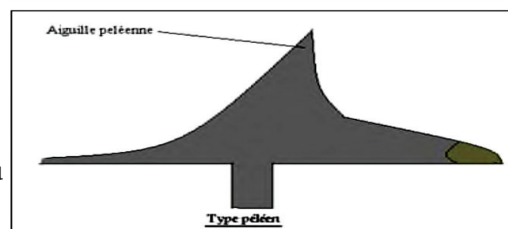
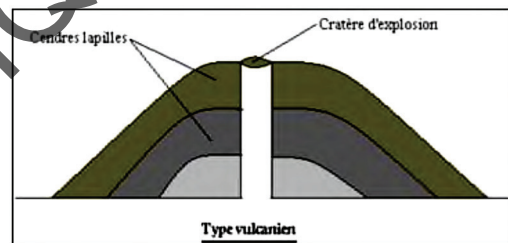
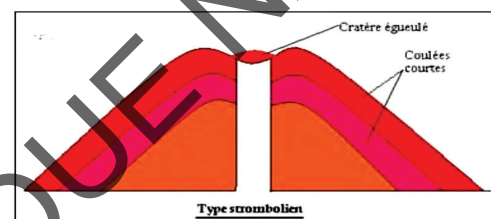
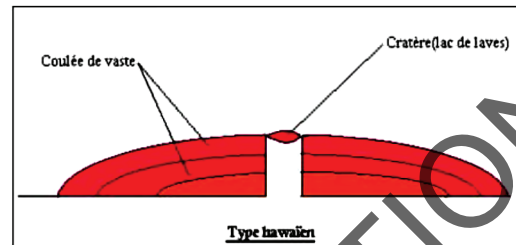
Les laves sont claires moins fluides, les éruptions sont violentes avec projection des bombes et lapilli Exemple: Volcans de Tomber au Sud-ouest. On trouve aussi ce type dans l'Adamaoua et dans la plaine du Noun.

- Type vulcanien

Il est caractérisé par des laves très visqueuses avec des projections violentes, des coulées massives et courtes. Il y a formation des dômes. Exemple : Lac bambili

- Type peléen Il est caractérisé par des laves plus visqueuses qui ne coulent pas et ferment la cheminée, il y a formation des aiguilles peléennes. il peut y avoir sortie de vapeurs d'eau et de boue à 1200°C.

Exemple : Montagne Pelée en Martinique.



J'utilise mes connaissances :

Projet de classe :

A la fin du chapitre, les élèves en sous-groupes réalisent ce qui suit :

Groupe 1 :

- un prototype ou un modèle de simulation de la mobilité des plaques lithosphériques.
- une investigation montrant l'interdisciplinarité des sciences.

Groupe 2 : Géographie : Carte géographique du monde

Groupe 3 : Physiques : États de la matière, forces, pression et températures etc.

Groupe 4 : Chimie : Nature chimique des roches et du magma etc.

Groupe 5 : Une fiche métier décrivant le métier de Géophysicien et géologue
(Activités, compétences, formation, carrière..).

UNITE V : GRANDS ENSEMBLES GÉOLOGIQUES, POTENTIALITES MINIERES ET HYDROGEOLOGIQUES DE LA MAURITANIE

Je découvre :

I- Les ères géologiques :

Activité 1

Donner un aperçu sur les subdivisions des ères géologiques.

L'échelle des temps géologiques est un système de classement chronologique utilisé, notamment en géologie, pour dater les événements survenus durant l'histoire de la Terre. Les premières échelles des temps géologiques trouvent leur source au XVIII^e siècle mais prennent une forme de datation précise avec Arthur Holmes, dans les années 1930.

LES ÈRES GÉOLOGIQUES

	ÈRE	PÉRIODE	ÉPOQUE	AGE ABSOLU (en MA)	CYCLE OROGÉNIQUE
QUATERNAIRE	QUATERNAIRE		Holocène		ALPIN
			Pléistocène		
	TERTIAIRE	NÉOGÈNE	Pliocène	2	
			Miocène	5	
		PALÉOÈNE	Oligocène	23	
			Éocène	35	
	SECONDAIRE	CRÉTACÉ	supérieur	65	
			inférieur	100	
		JURASSIQUE	supérieur	130	
			moyen	150	
inférieur			180		
			205		
TRIAS		supérieur	250		
		moyen			
PRIMAIRE		PERMIEN	inférieur	290	
				290	
	CARBONIFÈRE	supérieur = Houillier	320		
		inférieur	360		
	DÉVONIEN		400		
	SILURIEN		420		
ORDOVICIEN		500			
PRÉ-PRIMAIRE	CAMBRIEN		530		
			4600		
					CADOMIEN
					Plusieurs cycles mal connus

Détermine à partir du document les différentes ères géologiques, leurs subdivisions et leur durée.

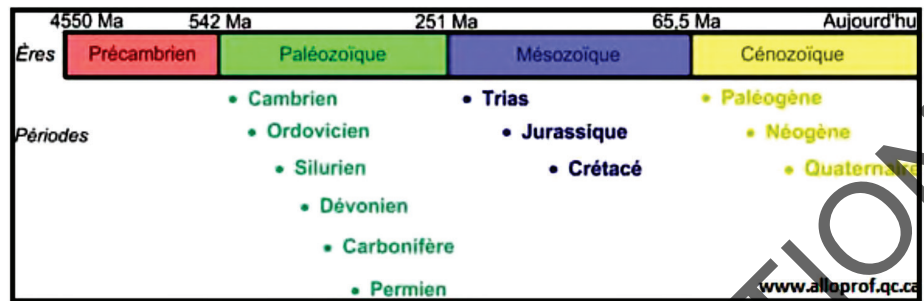
La Terre s'est formée il y a 4,6 milliards d'années et se poursuit jusqu'à aujourd'hui.

L'échelle des temps géologiques divise l'histoire de la terre en unités plus courtes appelées ères géologiques en

se basant sur l'apparition et la disparition de différentes formes de vie. La mise au point des méthodes de datations radiométriques, on a obtenu des âges «absolus» répartis tout au long de l'échelle relative des temps géologiques.

Les ères sont les grandes divisions de l'échelle des temps géologiques : le Prépaléozoïque (Précambrien), le Paléozoïque (Primaire), le Mésozoïque (Secondaire) et le Cénozoïque (Tertiaire et Quaternaire).

Les périodes sont les sous-divisions des ères géologiques.



II- Les ensembles géologiques

Activité

2

Déterminer les grands ensembles géologiques de la Mauritanie.

Le socle précambrien appelé craton Ouest - africain d'une superficie d'environ 4.500.000 km², apparaît suivant deux dorsales : RGueibat au Nord et Man (Leo) au Sud. Son contour est marqué par l'existence de domaines plissés.

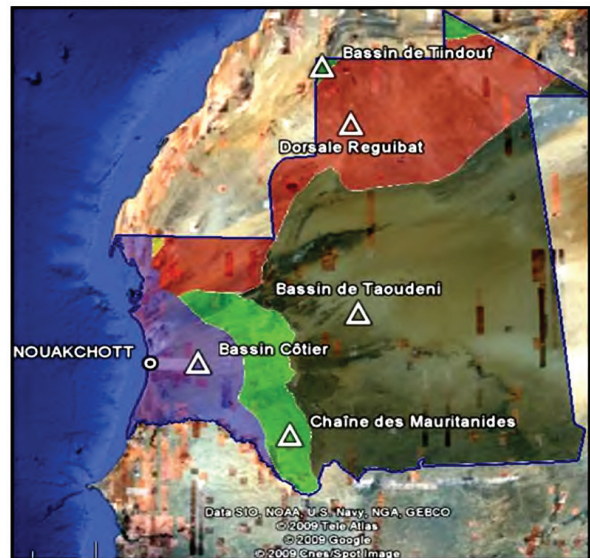
Géologiquement, la Mauritanie se subdivise en grandes entités réparties comme le montre la carte (ci-contre)

Dégage à partir de cette carte, les principales unités qui forment la géologie de la Mauritanie et leurs limites.

Géologiquement, la Mauritanie se subdivise en 5 ensembles répartis comme suit :

■ **La chaîne des Mauritanides** : appelée autrefois (avant 1962) Arc Akjoujt-Bakel, elle correspond à des collines, à des reliefs isolés (inselberg) et à des crêtes

gréso-quartzitiques N-S rectilignes, localisés à une zone arquée, ouverte vers l'ouest, d'orientation générale subméridienne et de 100 Km de large au maximum, qui s'étend de l'extrémité méridionale de la dorsale RGueibat au fleuve Sénégal, entre les latitudes 20° et 15°N et les longitudes 12° à 15°W. Elle dessine un arc de cercle dont la concavité est tournée vers l'Atlantique. Ses structures sont déversées



vers l'Est sur le craton ouest africain qui constitue son avant - pays.

La chaîne des Mauritanides est composée de formations sédimentaires et métamorphiques fortement plissées et tectonisées, durant des événements orogéniques dont le plus marquant est l'événement Hercynien (âge d'environ 300 Millions d'années).

Elle renferme de nombreuses minéralisations d'or, de cuivre, de chrome, cobalt et de terres rares. C'est dans cette chaîne que se trouve le gisement de cuivre-or d'Akjoujt.

Cette chaîne, en grande partie située en Mauritanie, est une longue bande de plus de 1800 km. Elle s'étend du Sahara occidental au Nord, jusqu'en Sierra Léone au Sud, en passant par la Mauritanie occidentale et l'Est du Sénégal. Elle est constituée de formations sédimentaires et métamorphiques fortement plissées et tectonisées.

Géographiquement du Nord au Sud, on peut distinguer trois tronçons :

- au Nord le tronçon Zemmour – Tiferchai ;
- au Centre le tronçon Akjoujt – Bakel ;
- au Sud, les régions orientales du Sénégal et de la Guinée septentrionale.

■ **La Dorsale RGueibat** : Il s'agit d'un vaste bombement allongé NE-SW, formant la partie septentrionale du craton ouest africain. La dorsale RGueibat s'étend pour l'essentiel en Mauritanie, au Sahara Occidental et en Algérie. Elle se situe entre les méridiens 3° et 16° Ouest d'une part et les parallèles 20° et 27° Nord d'autre part couvrant une zone de 1500 km de long sur 205 à 400 km de large. Elle est constituée de terrains Archéens (âges supérieurs à 2,5 Milliards d'années) et Paléo-protérozoïques (âges entre 1 et 2,5 milliards d'années). Tandis qu'un domaine archéen affleure à l'Ouest et au Sud-Ouest (groupes de l'Amsaga, du Tasiast et de Ghallaman), on note l'existence d'un autre domaine central et oriental dit Birimien dont les formations sont rattachées au Protérozoïque inférieur (groupes de Chegga et de Chénachane). La Dorsale RGueibat est un socle cristallin constitué par des granites, des roches basiques et ultrabasiqes ainsi que des roches métamorphiques qui affleure vers le Nord. Elle correspond à un vaste bombement de socle cristallin et métamorphique précambrien que l'érosion a réduit à l'état d'une pénéplaine parsemée de buttes et pitons dénommés Eglab, surtout granitiques.

On trouve dans ce domaine cratonique des gisements d'or et de fer et des indices identifiés d'or, de fer, de cuivre, de nickel, de lithium, de béryl, de wolfram, d'uranium et des éléments du groupe du platine. De même, des kimberlites ont été mises en évidence dont certaines sont diamantifères.

Le bassin de Taoudéni : Le bassin sédimentaire de Taoudéni est le plus grand bassin de l'Afrique de l'Ouest (occupe 2/3 du craton) avec une superficie d'environ 1.500.000 km². Sa partie occidentale constitue plus de la moitié du territoire Mauritanien.

Sa limite méridionale est marquée par la dorsale de Léo, tandis que sa bordure septentrionale est limitée par la dorsale de RGueibat qui le sépare du bassin de Tindouf. Sa bordure occidentale est constituée par les Mauritanides alors que sa partie orientale est formée par l'Adrar des Iforas. Il est recouvert par des séries essentiellement infracambriennes et paléozoïques, peu déformées.

Le bassin est composé de formations Protérozoïques Supérieures, de formations Cambro-ordoviciennes, et de roches sédimentaires du Silurien au Carbo-

nifère. Sa partie orientale est couverte de sédiments Mésozoïques à Cénozoïques. La formation Protérozoïque Supérieure est caractérisée par des roches sédimentaires de plateforme côtière, composées de grès, d'argiles et de calcaires et incluant également des roches sédimentaires continentales. La formation du Protérozoïque Supérieur est épaisse de 600m à 1400 m dans la région du Hank et de 1400m dans la région d'Adrar. L'épaisseur augmente vers la partie centrale du bassin. Les formations Cambro-Ordoviciennes, composées de conglomérats, de mudstones, de grès, de siltstones, couvrent en discontinuité le Protérozoïque Supérieur. Elles atteignent 1.000 m d'épaisseur. Les systèmes Siluriens-Carbonifères sont constitués de grès, d'argiles et de calcaires. La succession Paléozoïque est due à des mouvements tectoniques faibles, et présente une structure plate avec quelques failles, révélant une structure simple. Cependant, il existe quelques failles de direction ENE-WSW dans la région sud, accompagnées d'intrusions doléritiques d'âge Permo-Triassique. Le bassin de Taoudéni est un large affaissement intracratonique qui paraît s'être formé en réponse à l'Orogenèse panafricaine. Le bassin s'est initié dans l'Infracambrien et a continué à se développer durant le Paléozoïque jusqu'au Carbonifère.

Dans le bassin de Taoudéni, les roches-mères d'âge infracambrien sont mal connues mais sont identifiées et prouvées être matures. Elles sont adjacentes aux réservoirs de calcaires à stromatolithes qui ont prouvé la présence de gaz dans le puits d'Abolag-1. Des réservoirs plus jeunes d'âge Ordovicien sont probablement plus importants économiquement.

■ Le Bassin Sédimentaire Côtier Atlantique :

La bordure occidentale du pays correspond au bassin Côtier Sénégal-Mauritanien d'âge Jurassique à Quaternaire. Il s'étend entre les parallèles 11°N et 22° N, Il s'étend du Nord au Sud, le long de la façade maritime mauritanienne, sur près de 750 km (de Nouadhibou à l'embouchure du fleuve Sénégal).

Il s'enfonce à l'intérieur du pays (vers l'Est) sur une distance atteignant par endroit 360km. La surface de ce bassin est estimée à 184 000 km², dont plus de 100 000 km² en offshore. Il est limité au Nord par le Maroc, au Sud par le bassin sénégalais, à l'Est par la chaîne des Mauritanides et à l'Ouest par l'océan atlantique.

Ce bassin est constitué par des sédiments du Jurassique au Quaternaire. Il est situé à l'ouest des Mauritanides. Il est constitué par des sédiments et des roches sédimentaires du Crétacé inférieur au Quaternaire, les plus anciens dépôts disparaissant progressivement vers l'est. La série Paléocène consiste en calcaires argileux avec quelques couches de grès et correspond à une régression marine de près de 100m. La série intermédiaire à supérieure est composée de grès argileux à glauconite, colorés en rouge par la présence d'oxydes de fer. Les lits siliceux et des couches de phosphate ont également été observés. La série Oligo-Miocène est composée d'argiles ou d'argiles marneuses. Le faciès représentatif est un grès argileux de couleur rouge due à la présence d'oxydes de fer. Le Quaternaire marin est composé de quatre transgressions marines : la mer s'est avancée plusieurs fois au-delà des côtes actuelles. Les transgressions les plus importantes s'observent en Mauritanie avec leurs quatre dépôts successifs : grès argileux à glauconies (Tafaritien), grès (Aioujien), calcaires clastiques (Inchirien), sable et coquillages (Noukchottien).

Ces quatre épisodes sont séparés par 3 épisodes continentaux qui constituent l'histoire du Quaternaire.

■ **Le Bassin de Tindouf** : au nord, il est constitué par un remplissage sédimentaire (essentiellement gréseux) dont les termes de base, discordants sur le socle, sont progressivement plus anciens vers l'ouest. Il dessine un vaste synclinal E-W dont les pendages peuvent atteindre la verticale. Les auréoles sédimentaires de sa bordure sud forment par érosion différentielle une succession de cuestas qui longent la Dorsale Réguibat, alors que dans le reste du bassin les plaines et les plateaux et reliefs tabulaires dominant largement. Ce remplissage sédimentaire comprend plusieurs ensembles discordants entre eux. Le plus ancien est formé de terrains qui, à l'ouest, vont du Précambrien supérieur au Dévonien supérieur marin ou, à l'est, de l'Ordovicien supérieur au Stéphanien continental (au centre du bassin). Le Zemmour, dans l'extrême nord-ouest de la Mauritanie, représente à la fois la bordure sud-occidentale du bassin de Tindouf et, sur le plan structural, la zone externe et l'avant-pays plissé du tronçon nord de la chaîne hercynienne des Mauritanides.

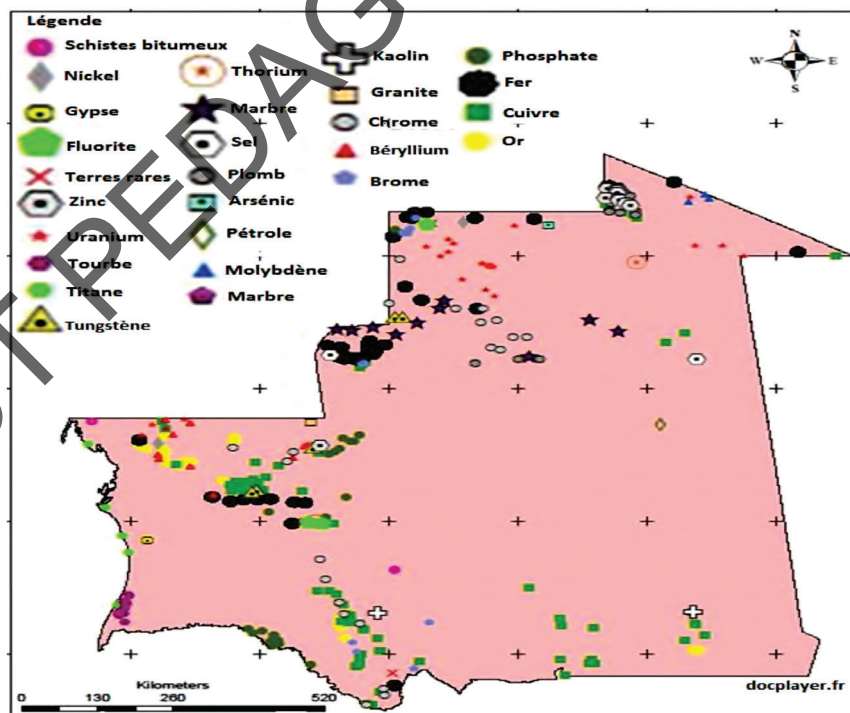
III- Ressources minières

Activité

3

Définir les principaux gisements miniers du pays.

Les quatre grandes régions géologiques de la Mauritanie présentent, grâce à leur genèse différente, des types de gisements qui leur sont spécifiques :



- Dégager de l'analyse du document, les principaux gisements miniers du pays.
- Donner des exemples de gisements ou d'indices signalés dans ta région.

■ **Gisements du fer du Tiris** : La Dorsale RGueibat contient le célèbre site ferrifère du Tiris (Kédia d'Idjil). La Kédia d'Idjil est un massif montagneux qui domine distinctement la pédiplaine du socle du Tiris (Dorsale RGueibat). Ce relief est essentiellement constitué de roches métamorphiques très plissées (quartzites, schistes, itabirites, brèches...).

Le minerai présente deux types principaux :

- le minerai en plaquettes, souvent friable, parfois induré, est formé d'un empilement de petits lits très riches en hématite, minéral de formule Fe_2O_3 qui confère à la roche un pourcentage de 65-66% de fer.
- le minerai massif, à l'aspect d'un grès gris-bleuté dont les grains sont constitués d'hématite.

Il se présente en amas lenticulaires, épousant les structures tectoniques et ayant des dimensions souvent importantes (plusieurs centaines de mètres). Le pourcentage en fer est de l'ordre de 68%.

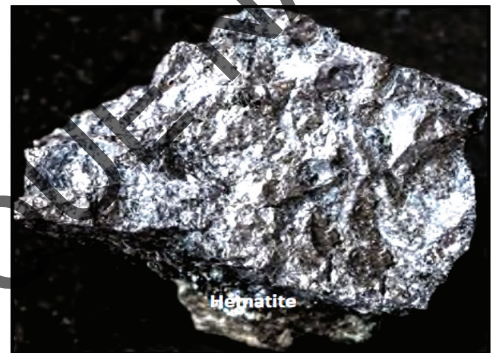
Dans les deux cas, le minerai est très riche en hématite, minéral dense ; le quartz est l'impureté principale.

Les guebbs sont des hauteurs isolées, des montinsules, dispersés dans un rayon de 50 km autour de Zouerat. Ils dominent de 100 à 200 m la pédiplaine environnante et sont constitués de quartzites ferrugineux intégrés dans des roches métamorphiques, des gneiss pour la plupart. Le Guelb El Rhein est l'objet d'une exploitation. Le minerai est un quartzite à magnétite (Fe_3O_4) avec, principalement dans la partie supérieure des affleurements, de l'hématite (Fe_2O_3) et de la goéthite. Le quartz est l'impureté principale : le pourcentage en fer est de l'ordre de 37%.

Les gisements d'hématite sont localisés principalement au niveau de la Kédia d'Idjil et de M'haoudatt. Selon des informations de 2013, Guelb El Rhein, le seul gisement à magnétite en exploitation à l'heure actuelle, renferme plusieurs centaines de millions de tonnes de réserves prouvées.

Le minerai est abattu à l'explosif, chargé dans des camions, concassé, trié puis transporté par train jusqu'à Nouadhibou où il est exporté.

■ **Gisements du Cuivre d'Akjoujt** : La chaîne métamorphique des Mauritanides renferme de très nombreux indices de cuivre dont certains sont associés à de l'or et du manganèse ou à du cobalt.



Le Guelb Moghrein, à Akjoujt représente le gisement type de cuivre de cette région. A quatre kilomètres à l'Ouest d'Akjoujt, la colline occidentale du GuelbMoghrein a connu une exploitation de cuivre dès l'époque protohistorique.

Le gisement est encaissé dans des formations peu métamorphisées, qui sont d'anciennes roches sédimentaires détritiques (schistes siliceux) ou carbonatées (dolomies), ou bien des émissions volcaniques basiques. Bien qu'étant métamorphisées ces dernières, des chloritoschistes notamment, conservent leur composition initiale de laves ou de tufs basiques. Le gisement est un amas lenticulaire, de pendage 30° en surface et qui constitue le cœur d'un synclinal faillé.

De bas en haut, deux zones principales sont à distinguer :

- le minerai profond, sulfuré.
- le minerai superficiel, oxydé.

Le minerai sulfuré (1,8 % de cuivre) occupe la partie inférieure du gisement. C'est un amas de carbonates magnésiens et ferrifères avec un peu de calcium. La chalcopryrite est l'espèce minérale la plus intéressante de cette zone, car elle contient le cuivre.

Le minerai oxydé (2,7 % de cuivre) occupe l'essentiel de la partie supérieure du gisement. Les oxydes de fer y sont très abondants et les minéraux cuprifères sont représentés principalement par la malachite et la chrysocolle.

L'ensemble est coiffé par un « chapeau de fer », croûte ferrugineuse d'une épaisseur de 0 à 15 m qui résulte de l'oxydation superficielle du gisement.

■ Gisements du phosphate de Bofal :

A environ 300 km de la côte, le long de la rive nord du fleuve Sénégal, on trouve des gisements de phosphate sous la forme d'affleurements au sein de la Formation de Bofal, d'âge Éocène. Deux gisements ont été largement étudiés, à savoir le gisement dans le village de Bofal, et celui de Loubboira. Les réserves de Bofal sont de 130 Mt avec une épaisseur moyenne de 1,7 m, une teneur moyenne de 21 % en P_2O_5 , et épaisseur de recouvrement de 8 m en moyenne. En comparaison, Loubboira est caractérisé par des réserves de 29 Mt, une épaisseur moyenne de 2 m, une teneur moyenne de 19 % en P_2O_5 , et une épaisseur de recouvrement de 7 m en moyenne.

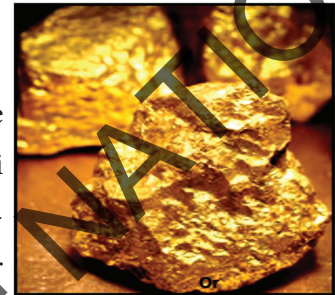


Ces ressources sont ouvertes au nord à Bofal et au sud-est à Loubboira ; les réserves probables totales pourraient dépasser les 100 Mt.

■ Gisement d'or de Taziast :

Le gisement d'or de Taziast a été découvert en 1994 mais la production de l'or n'a commencé qu'en juillet 2007.

Les réserves prouvées et probables sont d'environ 8,9 millions d'onces d'or. Située à environ 300 kilomètres au nord de Nouakchott, dans la région de l'Inchiri, la mine de Taziast est une exploitation à ciel ouvert. Le minerai contenant de l'or est extrait du gisement à partir de fosses. Le gisement actuellement en exploitation contient au mieux 2,5 grammes de poussière d'or disséminés par tonne de minerai.



Quant à l'or, il prend de l'importance avec un projet qui permettra prochainement à la Canadienne Kinross, en trois ans, de doubler sa production, actuellement de 250 onces d'or par an.

■ Autres

- On trouve d'importantes ressources de sel en Mauritanie, précisément dans la région de l'Aftout es Saheli, située le long de la côte au Sud de Nouakchott. Du côté Est de la dépression de l'Aftout, d'importants gisements stratifiés sont présents à N'Terert et Twidermi, au sein de dépressions isolées au milieu de la ceinture dunaire marginale. Le sel (NaCl) est extrait traditionnellement sous de barres dans le Tiris (Idjil) et dans le Trarza (N'Terert). Il existe également quelques salines dans les zones basses proches de l'océan (, Nouakchott).

Le gisement de N'Terert comprend 8 couches de sel. Les plus accessibles, les quatre couches supérieures, chacune d'une épaisseur inférieure à 20 centimètres, sont plus ou moins épuisées. La cinquième couche, connue sous le nom de Sikha el Beïda ou Sikhat el Fahl, est une couche mince et de haute qualité, elle est le gisement le plus important de la région sur le plan économique. Elle comprend jusqu'à 40 cm de sel compact de haute qualité.



Dégagement des couches de sel à N'Terert, Trarza :
Source : Géologie en Mauritanie 4^{ème} AS Edisud

Les salines d'Idjil dans le Nord de

la Mauritanie sont exploitées en utilisant des méthodes artisanales et approvisionnent les marchés de

Nouakchott en sel gemme. Les dépôts de sel y occupent une superficie de plus de 50 km². Les deux premiers mètres contiennent dix couches de sel (d'une épaisseur maximum de 20 centimètres), inter stratifiées avec des argiles noires. Les dimensions des ressources de sel gemme combinées avec des inondations fréquentes de la région rendent les dépôts adaptés à une exploitation par des méthodes artisanales.

- L'exploitation du falun des environs de Nouakchott pourrait permettre de fabriquer du ciment. Pour l'instant, cette exploitation reste artisanale : la production est essentiellement destinée à la construction (mortier) et aux remblais divers.

- Gypse : Probablement l'un des plus grands gisements de gypse au monde il est situé à Sebkhia N'Drhamcha entre 50 et 100 km au Nord/Nord-Est de Nouakchott, à proximité de la route côtière du Nord de Nouakchott. Deux types de gisements sont présents dans la zone : des dépôts lités et des dépôts de dunes. Le dépôt de gypse lité affleure principalement le long du flanc oriental de Sebkhia N'Drhamcha. Il y a plusieurs centaines de millions de tonnes de ressources, dont environ 140 millions de tonnes sont des réserves démontrées.

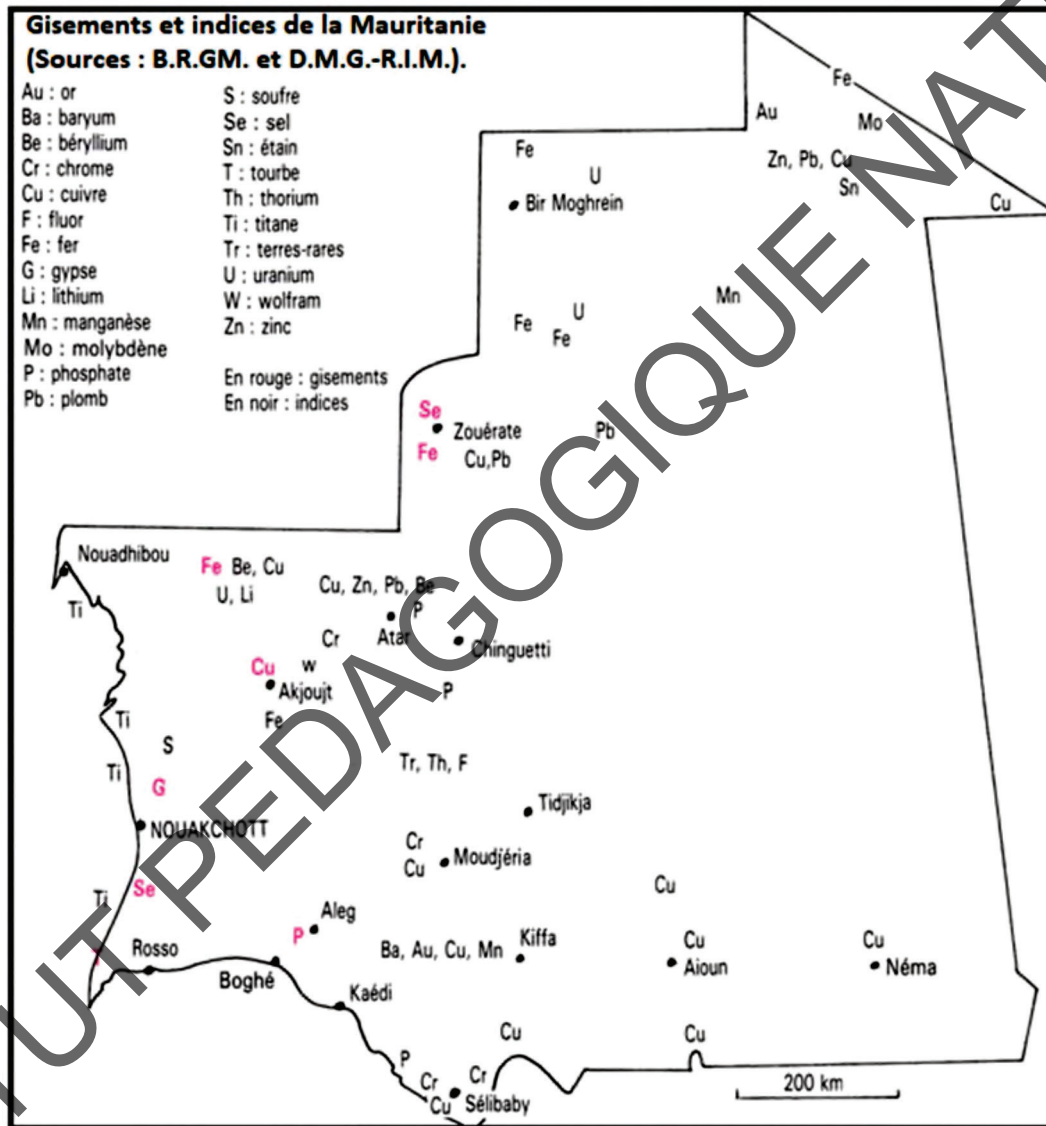
Activité

4

Définir les principaux indices miniers du pays.

La Mauritanie dispose d'ensembles géologiques très variés présentant une diversité d'indices miniers.

Cette carte montre les principaux indices miniers du pays.



Dégager de l'analyse de la carte ci-dessus, les principaux indices miniers du pays notamment ceux signalés dans ta région.

Le territoire mauritanien regorge d'indices miniers :

- dans la chaîne des Mauritanides : des indices de cuivre, de fer, de terres rares associées à de l'yttrium, de tungstène, de fluor, de baryum, de chrome, de l'or, de manganèse, de cobalt
- dans le bassin côtier : des indices de phosphates apatitiques, de halite (NaCl), de gypse, de calcite;

- dans le Bassin de Taoudéni : des indices de phosphates, de cuivre, de barytine ;
- dans la dorsale RGueibat : la nature des roches qui affleurent dans cette région est très favorable à la présence de métaux divers (plomb, zinc, cuivre, étain, molybdène, or, uranium...).

Par ailleurs, il faut rappeler l'existence de la tourbe, roche combustible des environs de Keur Massène. D'autres substances utiles sont signalées çà et là en Mauritanie mais ce ne sont, pour la plupart, que de petits indices surtout dans le domaine des roches ornementales :

- cipolins, dont le sciage pourrait permettre de créer des plaques de marbre ;
- stromatolithes ;
- pierres semi-précieuses comme les tourmalines, ainsi que les variétés de quartz ;
- roches pour élaborer des compositions artistiques diverses.

Les résultats des forages d'uranium à Bir EnNar sont également très encourageants et sont accompagnés d'une production de quartz de haute qualité à Oum Agneina.

De plus, des gisements de cuivre, d'or, de gypse, de phosphates et de sel ont été identifiés et certains sites sont en exploitation. Des prospections en cours indiquent l'existence d'indices de diamant, de béryllium et lithium, d'uranium, de kaolin, de chrome, de manganèse, de titane et d'autres éléments rares, de tourbe, de cobalt, de manganèse et de terres rares.

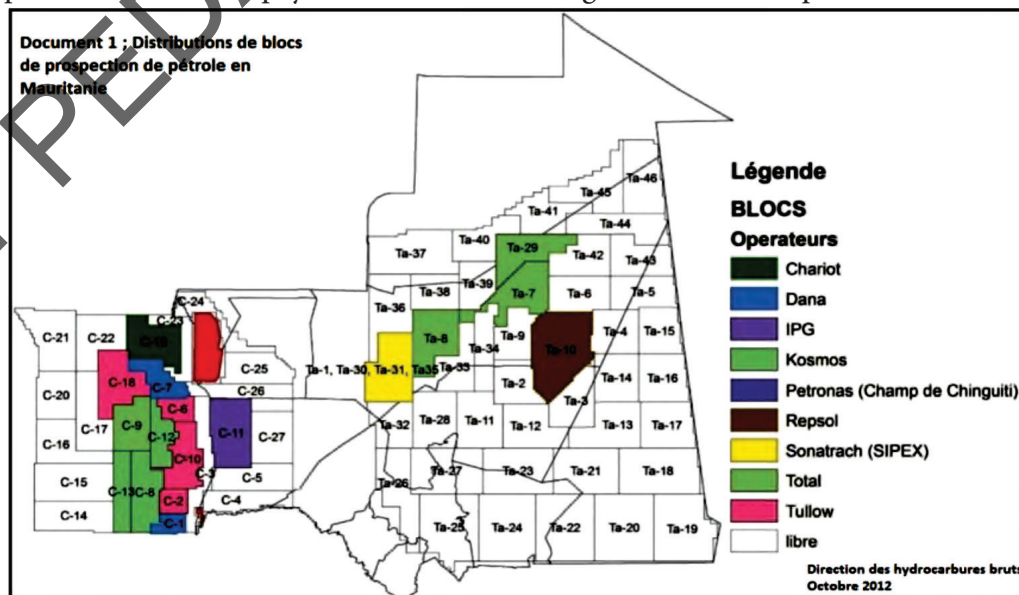
IV- Pétrole et gaz en Mauritanie

Activité

5

Quelles sont les perspectives d'avenir du pays dans le domaine du gaz naturel et du pétrole?

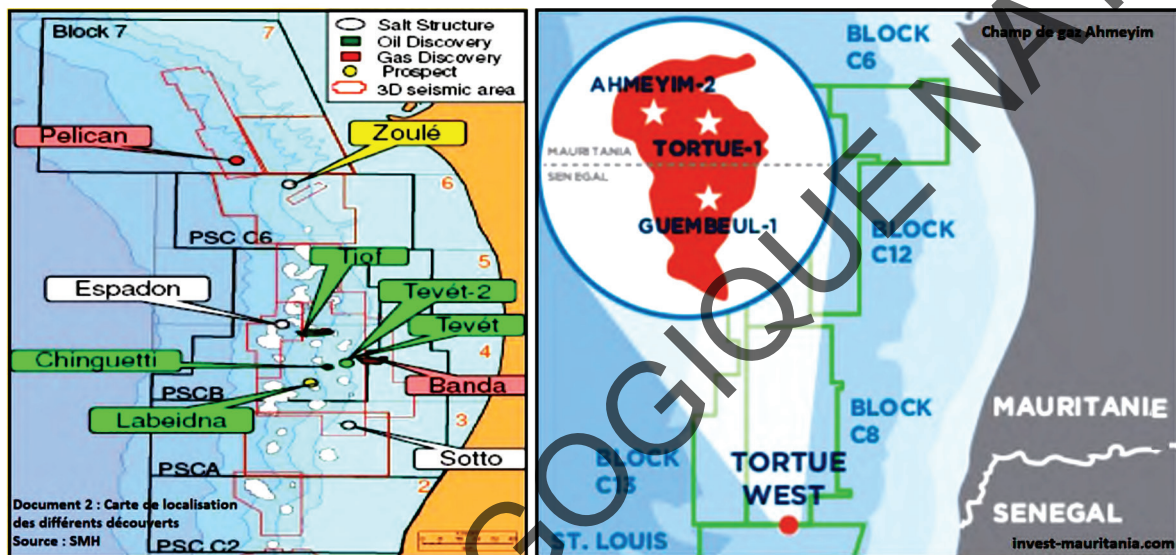
Les recherches géologiques des hydrocarbures sont effectuées dans le but de découvrir des champs de pétrole et de gaz, d'étudier leur architecture géologique, de déterminer leur valeur commerciale, d'estimer les ré-



servees et de les préparer à l'exploitation. Pour atteindre ces objectifs, on procède à un ensemble d'études géologiques, géophysiques et géochimiques ainsi qu'au forage de puits. Ces travaux sont réalisés sui-

vant une succession d'étapes bien définies. Aux différentes étapes de la recherche géologique, on fait recourt aux méthodes d'investigations appropriées et à des forages à objectifs bien fixés. Malgré une superficie de 1 085 000 km², l'exploration en Mauritanie se limite aux deux bassins sédimentaires : le bassin côtier et le bassin de Taoudeni.

Plusieurs contrats de partage de production ont été signés avec des sociétés pétrolières individuelles ou en groupement d'entreprises dans les deux bassins qui ont été découpés en plusieurs blocs (voir documents 1 et 2).



Commenter les trois cartes en vue de dégager les principales potentialités en pétrole et gaz du pays.

■ Le bassin côtier comprend 56 blocs, dont 7 en ultra-profond, 8 off-shore profonds et 4 côtiers.

Le bassin de Taoudeni porte sur 75 blocs. Cependant, une intensification des activités d'exploration a été enregistrée et dont les résultats pourraient être prometteurs (document 1).

■ Les premières productions pétrolières de la Mauritanie ont eu lieu en mars 2006, à partir du champ pétrolier Chinguetti dont la production à raison d'environ 75.000 barils/jour pour une période estimée à 10 ans. Les réserves de pétrole dans les champs de Chinguetti, Walata (ex-Tiof) et Tevet sont de l'ordre de 400 millions de barils situés dans le bloc 4. Les réserves de gaz des champs Banda (situé dans le bloc 4) et Pélican (dans le bloc 7) sont estimées à 3 TCF (Trillion CubicFeet) ou 84 milliards m³.

■ Plusieurs découvertes ont vu le jour par les différents opérateurs qui opèrent dans le secteur pétrolier mauritanien dans le Bassin Côtier (document 2) :

o Chinguetti (découvert le 16 mai 2001) : réserves récupérables estimées à 123 millions de barils. Il contient des réserves de gaz récupérables de l'ordre de 80 millions de pieds cubes standard (80 MCF).

- Oualata (découvert en 2003) : gisement mixte gaz - pétrole dont les réserves en place sont estimées à 1 milliard de barils avec des réserves récupérables estimées à 280 millions de barils.
- Tevet (découvert en octobre 2004) : ses réserves en place de pétrole brut sont estimées à 200 millions de barils avec des réserves récupérables de l'ordre de 40 millions de barils.
- Banda (découvert en octobre 2002) : réserves récupérables de l'ordre de 33 milliards de mètres cubes (1,2 TCF)
- Pélican (découvert en 2003) : c'est essentiellement un gisement de gaz naturel avec des réserves récupérables de l'ordre de 33 milliards de mètres cubes.
- Lebeidna : avec des réserves récupérables estimées à plus de 27 BCF

■ En matière de gaz, les espoirs sont fondés sur le champ gazier offshore Ahmeyim, situé à 5 200 mètres de profondeur, à la frontière entre la Mauritanie et le Sénégal. Avec des réserves estimées à 450 milliards de mètres cubes, il est considéré comme le plus important gisement de gaz offshore en Afrique de l'Ouest.

La production attendue est de 227 milliards de mètres cubes sur trente ans.

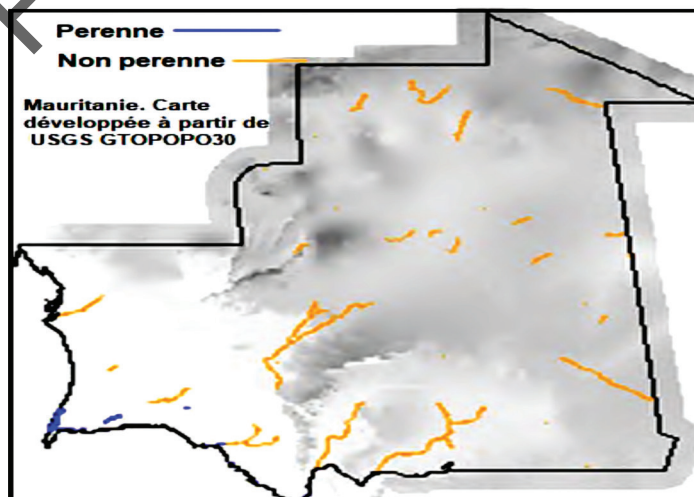
V- Ressources hydrogéologiques

Activité

6

Quelles sont les potentialités en eaux de surface de la Mauritanie ?

Les eaux de surface en Mauritanie constituent un apport non négligeable pour le développement durable de l'agriculture, de l'élevage et de l'industrie dans le pays. Elles permettent aussi en temps de pluviométrie normale, la réalimentation de certains aquifères et surtout la préservation de l'équilibre de l'écosystème.



Commenter la carte afin de citer et localiser les principales sources d'eau de surface du pays en insistant sur celle(s) de votre région.

Les eaux de surface sont constituées essentiellement par le fleuve Sénégal et ses affluents dont les principaux sont : le Karakoro et le Gorgol. Seul 0.1 Km³ d'eau de surface est généré à l'intérieur du pays et les 405 retenues d'eau (barrages et digues) constituent la principale possibilité de mobilisation des eaux de surface temporaires.

Les principales ressources en eau de surface sont réparties dans quatre grandes zones naturelles:

- la zone de la vallée du fleuve Sénégal : La vallée inférieure du fleuve Sénégal avec un bassin versant de 75 000 km² est totalement influencée par les ressources en eau de surface. Le barrage de Manantali avec une capacité de stockage de 11 milliards de m³ dont 8 milliards de m³ utiles. Il apporte de 40% à 60% des ressources du fleuve; ce qui permet de garantir un débit régulier de 300 m³/s à Bakel.

En service depuis 1986, le Barrage de Diama a créé avec les endiguements des deux rives un réservoir dont le volume est de 250 millions de m³.

- la zone de l'arc des Mauritanides : Outre les affluents du fleuve Sénégal (le Niordé, le Gharfa, le Gorgol et le Karakoro), deux autres oueds importants descendent l'un du massif de l'Assaba, l'autre du Tagant, plus au nord.

Dans la région du Brakna, il existe un nombre important de mares et de lacs qui présentent un grand intérêt économique pour les populations riveraines. Parmi ces étendues d'eau, on peut citer : Lac d'Aleg (3800 Km² de bassin versant), Lac de Male (955 Km² de bassin versant), Mare de Gadel : (410 Km² de bassin versant), Mare de Choggar (190 Km² de bassin versant).

- la zone de l'affolé et des hodhs : Les principaux cours d'eau dans cette zone sont : Lehbile (143 Km² de bassin versant), Lembramda (68 m² de bassin versant), M'remida (85 Km² de bassin versant), Guellab (94 Km² de bassin versant), Fouerini (80 Km² de bassin versant), Goatlebgar (63 Km² de bassin versant).

- la zone de l'Adrar : Le réseau hydrographique de l'Adrar comprend essentiellement : l'oued Séguelil (7500 km²), l'oued Lebiod (2500 km²) et l'oued Amder (affluent de Séguelil sur lequel un barrage permet le stockage de 160 000 m³ d'eau).

Activité

7

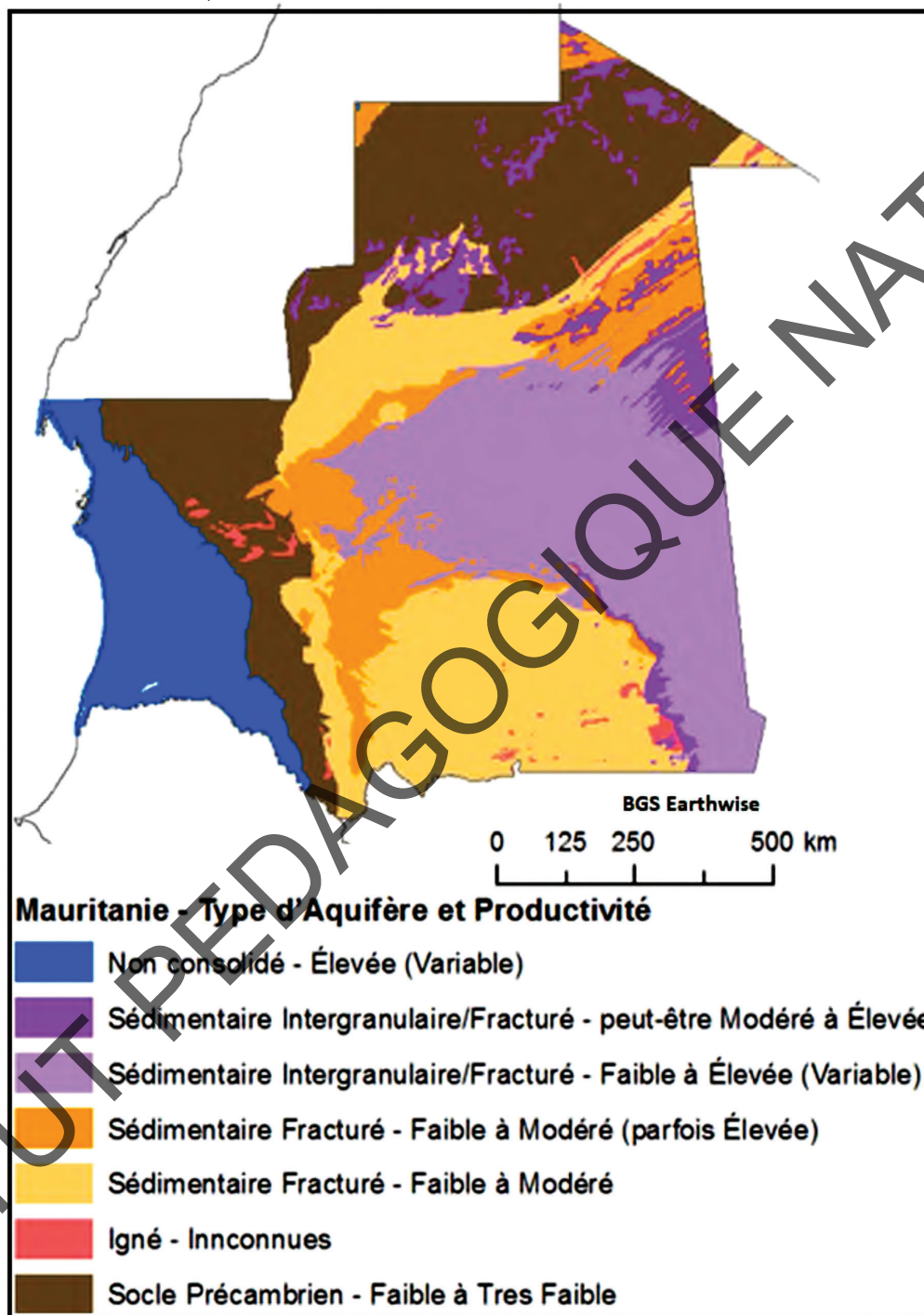
Quelles sont les potentialités en eaux souterraines de la Mauritanie ?

Le pays regorge de ressources en eau souterraines : certains des aquifères les plus importants se trouvent dans les zones désertiques éloignées des centres urbains

L'essentiel des eaux souterraines en Mauritanie consiste en eaux dites «fossiles» qui se sont infiltrées durant les phases humides du Quaternaire récent (Inchirien et surtout Tchadien et Nouakchottien).

Deux grands types d'aquifères peuvent être distingués. Les premiers sont situés dans des zones de

chaînes anciennes érodées (à socle dominant) et les seconds dans des bassins sédimentaires plus récents (voir carte ci-dessous).



Commenter la carte afin de citer et localiser les principales nappes du pays en insistant sur celle(s) de votre région.

Le pays recèle d'importantes ressources en eau souterraine.

Ces ressources en eau souterraines sont influencées par la configuration géologique. Elles sont réparties en unités hydrogéologiques :

- le bassin Côtier Sénégal-Mauritanien : Dans ce bassin les eaux sont contenues dans les nappes suivantes : Nappes du Continental Terminal (CT), nappes de Boulanouar (formée de deux nappes : la nappe phréatique à eau douce dont l'épaisseur est de l'ordre de 30 m et la nappe sub-phréatique à eau chargée et dont l'épaisseur est de l'ordre de 65m), nappe de Benichab, nappes de Trarza (ses aquifères sont exploités dans les zones centrale et ouest du Trarza comme Idini), nappe d'Aleg et Kaédi, nappe des Alluvions de la Vallée du Fleuve Sénégal.

- le bassin de Taoudéni : Dans ce bassin ancien plusieurs types d'aquifères sont à distinguer : ils se situent dans les terrains datant du Précambrien supérieur ou du Primaire (du Cambrien au Dévonien). Les deux grands ensembles de terrain (sédimentaires anciens et récents) contiennent les aquifères qui correspondraient aux appellations des régions administratives en Mauritanie : Aquifère de l'Adrar, Aquifère du Tagant, Aquifère de l'Assaba et des sables de l'Aouker, Aquifère des grès d'Aïoun, Aquifère des pélites du Hodh, Aquifère des fractures du Dhar de Néma.

- la Chaîne des Mauritanides : La zone d'Akjoujt au Nord est la mieux connue. Les débits sont de l'ordre de 30 m³/h.

Au Sud, dans le secteur SE du Brakna et Nord du Gorgol, les valeurs de la transmissivité sont faibles (0.1 - 3 m²/h) et les débits peuvent atteindre 3 m³/h. La salinité reste acceptable, (470mg/l à Sangrafa et 1050 mg/l à Magta-Lahjar).

la dorsale RGueïbatt : Ce domaine est constitué essentiellement de roches métamorphiques et magmatiques dont l'hydrogéologie est caractérisée par la discontinuité des aquifères. Toutefois, l'altération superficielle et la fracturation peuvent donner naissance à des aquifères continus de surface. Ces aquifères revêtent parfois une certaine importance au niveau des oueds. L'infiltration des eaux de crues permet leur recharge.

La région de F'Derikà fait l'objet de nombreuses recherches. Les profondeurs des forages varient de 25 à 300m. Les niveaux statiques sont compris entre 13 et 80m, les débits de 3 à 10 m³/h.

Plus au Nord, tous les sondages exécutés dans la zone ont trouvé de l'eau à des profondeurs comprises entre 6 et 40m. Les eaux sont le plus souvent saumâtres.

Je retiens :

En Mauritanie, apparaissent les grands ensembles géologiques suivants cités du plus ancien au plus récent :

la Dorsale RGueibat, au nord du pays : les principales formations géologiques sont sédimentaires (arkoses, schistes,...), volcaniques (rhyolites, ignimbrites), plutoniques (gabbros, diorite, granite ...) et métamorphiques (quartzite, micaschistes, gneiss...). Ces formations datent du Précambrien.

le bassin de Taoudéni, au centre et à l'Est du pays : les sédiments datent du Précambrien supérieur à l'actuel. Les roches sont globalement sédimentaires (argiles, calcaires...).

Le bassin de Tindouf : au nord de la Mauritanie, il est constitué de formations sédimentaires essentiellement gréseuses. Ses plus anciennes formations vont du Précambrien supérieur au Dévonien supérieur.

- **la chaîne des Mauritanides**, à l'ouest du bassin de Taoudéni : c'est une longue bande qui s'étend du Sahara occidental au Nord, jusqu'en Sierra Léone au Sud, en passant par la Mauritanie occidentale et l'Est du Sénégal. Elle est constituée de terrains cristallins, métamorphiques et sédimentaires du Précambrien et du Cambro-ordovicien.

- **le bassin côtier sénégolo-mauritanien** : situé en bordure de l'océan atlantique, il renferme des sables mio-plio-quaternaires. Au quaternaire, cette région a connu quatre transgressions marines dont la plus récente est le Nouakchottien (6800 – 4200 B.P.).

Le sous-sol mauritanien regorge de potentialités minières dont certaines sont sous forme de gisements (qualité et quantité du minerai justifiant une exploitation) ou d'indices (exploitabilité non justifiée). Ces potentialités minières sont représentées par :

- des substances métallifères comme le fer de Tiris (gisement de Lemhaoudat, de Rouessat à Zouerate...), le cuivre (gisement de Guelb Moghrein à Akjoujt) et l'or d'Akjoujt (mine de tasiast)...

- des substances non métallifères dont certaines sont exploitées comme le sel de N'Terert et de la Kédia d'Idjil, le gypse de N'Drahmcha et d'autres exploitables comme le phosphate de Bofal.

Les prospections ont indiqué l'existence d'indices de fer, de cuivre, d'or, de terres rares (Bou Naga), de thorium, de diamant, de béryllium, de lithium, d'uranium, de kaolin, de chrome, de manganèse, de titane, de tourbe, de cobalt, ...

En plus, d'importantes découvertes d'hydrocarbures ont vu le jour :

- dans le secteur pétrolier mauritanien dans le Bassin Côtier : Chinguetti (découvert le 16 mai 2001), Oualata (découvert en 2003), Tevet (découvert en octobre 2004), Banda (découvert en octobre 2002) ...

- dans le secteur du gaz naturel : le champ gazier offshore Ahmeyim, situé à 5 200 mètres de profondeur, à la frontière entre la Mauritanie et le Sénégal. Avec des réserves estimées à 450 milliards de mètres cubes. La production attendue est de 227 milliards de mètres cubes sur trente ans.

En Mauritanie, les ressources en eau sont classées en deux grands ensembles : les eaux de surface et les eaux souterraines.

- Les principales ressources en eau de surface sont réparties dans quatre grandes zones naturelles:
 - la zone de la vallée du fleuve Sénégal : Les eaux de surface sont constituées essentiellement par le fleuve Sénégal et ses affluents dont les principaux sont : le Karakoro et le Gorgol;
 - la zone de l'arc des Mauritanides ;
 - la zone de l'affolé et des hodhs ;
 - la zone de l'Adrar .
- Les ressources en eau souterraines sont réparties en unités hydrogéologiques :
 - le bassin Côtier Sénégal-Mauritanien ;
 - le bassin de Taoudéni ;
 - la Chaîne des Mauritanides ;
 - la dorsale RGueïbatt.

Je m'exerce

Exercice 1

Fais un tableau comparatif des grandes données géologiques des bassins de Taoudéni et sénégalo-mauritanien : situation, géomorphologie, stratigraphie et pétrographie.

Exercice 2

La dorsale RGueibat couvre le nord de la Mauritanie. Elle est composée de roches métamorphiques et de granites archéens et Paléoprotozoïques qui forment la bordure nord-ouest du craton ouest-Africain (Cahen et al., 1984). L'Archéen est constitué de roches métamorphiques et granitiques. Les roches métamorphiques sont constituées de quartzites ferrugineux, des micaschistes, des gneiss (incluant les leptynites), et des amphibolites. Ces formations sont souvent migmatisées. Il existe quelques massifs de roches basiques qui varient d'anorthosites aux gabbros et aux roches ultrabasiques telles que les serpentinites, se présentant comme roches intrusives de petite taille.

Le Protérozoïque inférieur consiste en roches volcano-sédimentaires et en granites, et est posé en couches discordantes. Les roches volcano-sédimentaires sont constituées par la série inférieure d'Aguelt Nebkha au sommet, et la série supérieure d'Imourene à la base. La série d'AgueltNebkha est composée de grès et de schistes à la base, et de tuff rhyolitique et de méta-andésite au sommet. La série d'Imourene est composée de grès et de conglomérats et se dépose en discontinuité sur la série d'Aguelt Nebkha. Les granites du Protérozoïque inférieur affleurent à l'est de la Dorsale Rgueibat. Ils sont constitués par des granites alcalins, des syénites et des gabbros (BRGM, 1975). L'Archéen dans le sud-ouest de la Dorsale Rgueibat est appelé socle d'Amsaga qui est divisé en complexe du Rag el Abiod et en série de la Saouda. Le complexe de Rag el Abiod est composé de migmatites et de granites. La série de la Saouda consiste en une formation inférieure composée de charnockites, d'amphibolites et d'anorthosites, une formation centrale composée de gneiss et de granulites, et une

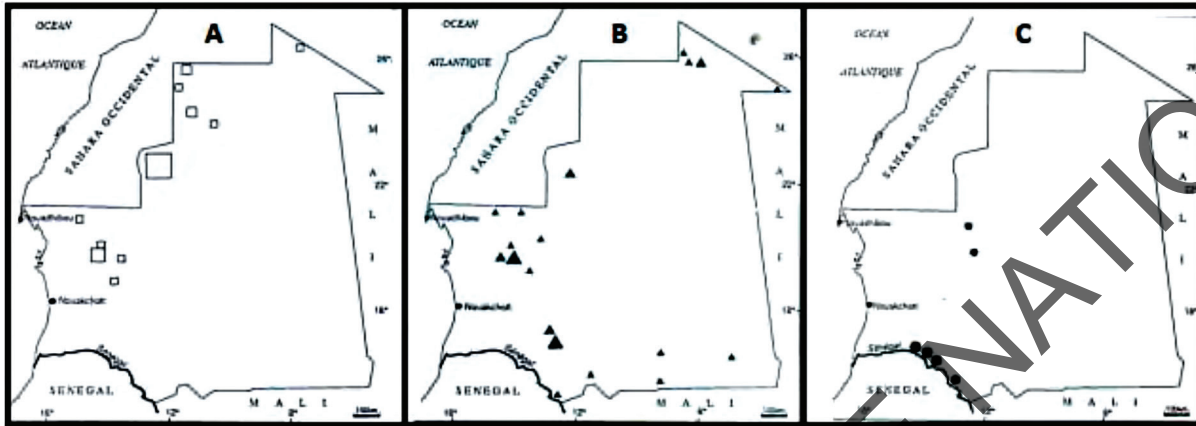
formation supérieure composée d'amphibolites et de quartzites ferrugineux (BRGM, 1975). La formation Archéenne représente une direction N-S dans la région de Chegga à l'est, une direction NW-SE dans la région de Ghallaman dans le centre et une direction NNW-SSE dans la région de l'Amsaga au sud-ouest du bouclier» WebsiteSupported by JICA OMRG © copyright 2005 - Info@omrg-mining.mr
Dégage les caractéristiques principales de cette région.

Exercice 3

«La chaîne des Mauritanides, appelée «Greenstone Belt», et caractérisée par des plis et des chevauchements formés par l'orogénèse Hercynienne du Paléozoïque, et se situe à la marge occidentale du craton Ouest-Africain. Elle s'étire sur plus que 2.500km, du Sénégal au Maroc en passant par la Mauritanie. Elle montre une direction NNW - SSE en Mauritanie et en atteint une largeur de 150km. Elle est constituée par les roches sédimentaires, des roches éruptives et métamorphiques du Précambrien au Paléozoïque (BRGM, 1975). Dans la région d'Inchiri au nord, les Mauritanides sont l'objet de chevauchements majeurs sur la dorsale RGueibat. Les Mauritanides sont divisées en trois unités d'est en ouest : la zone externe, la zone axiale et l'arrière-pays. Dans la zone externe, les formations sédimentaires de Sangafara et la série de Kiffa affleurent et sont formées de la manière suivante : La série de Sangafara est constituée de grès, de quartzites, de conglomérats et siltstones et correspond au groupe Précambrien; tandis que la série de Kiffa comprend des tillites, des grauwackes et des dolomies et correspond au système Cambro-Ordovicien (BRGM, 1975). La zone axiale est caractérisée par un complexe volcano-sédimentaire et par des roches plutoniques. Le complexe volcano-sédimentaire est divisé en quatre groupes : le Groupe de Gadel, composé de micaschistes, de carbonates siliceux, de serpentinites et d'amphibolites ; le groupe d'El Aouidja, constitué de chloritoschistes, de metabasites ; le Groupe de Ouechkech, représenté par des rhyolites, des tufs acides et des conglomérats ; et le Groupe de Rhabra, composé de porphyres andésitiques et de brèches pyroclastiques. Les roches plutoniques sont composées de granodiorite de Guidimakha et de granite d'Aftout. La granodiorite du Guidimakha est accompagnée de granites à biotite-muscovite. Les roches plutoniques pourraient être d'âge Protérozoïque inférieur, tandis que les roches volcano-sédimentaires situées sur la zone axiale sont plus anciennes (BRGM, 1975). L'arrière-pays renferme le groupe de Oua-Oua. Il est constitué de quartzites, de schistes à muscovite, chloritoschistes et de grès. Les Mauritanides sont affectées de plis déversés vers l'est (vers le bassin de Taoudeni) dûs au métamorphisme de la période la plus récente du Protérozoïque supérieur et à l'orogénèse Hercynienne, avec quelques plis couchés par chevauchement ». WebsiteSupported by JICA OMRG © copyright 2005 - Info@omrg-mining.mr
Dégage les caractéristiques principales de cette région.

Exercice 4

Les trois cartes suivantes donnent la répartition de trois minerais (P, Fe et Cu).



Fais correspondre à chacune des cartes l'un des trois minerais cités.

Exercice 5

Sur un fond de carte de la Mauritanie et en utilisant des figurés bien précis, localiser les éléments suivants : sel, gaz naturel, pétrole et or.

J'approfondis mes connaissances :

Document 1 : Quelques définitions

Roche : matériau naturel généralement solide et formé, essentiellement ou en totalité, par un assemblage de minéraux.

Minéral : substance inorganique solide qui se présente sous forme de cristal ou solide cristallin. C'est le plus souvent un solide naturel homogène avec une structure atomique ordonnée et une composition chimique définie.

Minerai : c'est une roche, un minéral ou une association de minéraux contenant un ou plusieurs éléments chimiques utiles en teneurs suffisamment importantes pour permettre leur exploitation.

Gisement : Un gisement est une concentration de minéral ou de minerai dans le sol ou le sous-sol.

Indice minier : un indice est, pour une substance donnée, la révélation en un point, de quelques traces qui permettent d'envisager la présence de cette substance en grande quantité dans un lieu proche.

Mine : Exploitation d'un gisement de matériaux concessibles (par exemple : d'or, de charbon, de cuivre, de diamant, de fer, d'uranium etc.), que ce soit en travaux de surface ou en souterrain.

Nappe d'eau souterraine : il s'agit d'eau contenue dans les pores ou les fissures des roches saturées par les eaux de pluie qui se sont infiltrées.

Une nappe est donc l'ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère.

Elle est limitée vers le bas par un niveau imperméable, appelé substratum. Vers le haut, la surface entre la zone saturée et la zone non saturée caractérise la surface de la nappe, aussi appelée le toit de la nappe. Le niveau de la nappe (niveau piézométrique) correspond à l'altitude de la surface de la nappe.

Nappes phréatiques ou libres : Nappes d'eau souterraines non recouvertes, alimentées sur toute leur surface. Elle circule sous un sol perméable.

Aquifère souterrain que l'on rencontre à faible profondeur et qui alimente traditionnellement les puits en eau potable.

Nappes souterraines : masses d'eau contenues dans les interstices ou fissures du sous-sol.

Le niveau des nappes peut varier en fonction des infiltrations et des prélèvements d'eau.

Nappes captives : Nappes d'eau souterraine qui circulent entre deux couches de terrains imperméables. Elles sont recouvertes, totalement ou partiellement, par une couche de terrain imperméable. Ces nappes sont sous pression.

Aquifère : C'est un sol ou une roche réservoir originellement poreuse ou fissurée, contenant une nappe d'eau souterraine et suffisamment perméable pour que l'eau puisse y circuler librement. On distingue :

- Aquifère à nappe libre : aquifère surmonté de terrains perméables et disposant d'une surface piézométrique libre et d'une zone non saturée.
- Aquifère artésien : aquifère dont la surface piézométrique est située au-dessus de la surface du sol.
- Aquifère captif : aquifère intercalé entre deux formations quasi imperméables.
- Aquifère semi-captif : aquifère surmonté d'une couche semi-perméable relativement mince et/ou surmontant une telle couche à travers laquelle l'eau peut pénétrer dans la formation aquifère ou en sortir.

Il existe trois grandes familles d'aquifères :

- Les aquifères de roches sédimentaires composés de calcaires, sables, grès, craie. Ils caractérisent les dépôts en couches dans les grands bassins actuels ;
- Les aquifères alluviaux constitués de matériaux déposés par les cours d'eau dans leurs vallées : sables et graviers, intercalés dans des limons fins ;
- Les aquifères de roches cristallines (granite, gneiss,...) et volcaniques (laves, cendres) stockent l'eau dans les fissures et les zones altérées (arènes). Ils abritent de petites nappes.

Document 2

«Indispensable à la vie, animale et végétale, l'eau est le constituant fondamental de tous les êtres vivants. L'homme adulte en contient 60%, son sang 80%. Ses fonctions sont multiples au sein de l'organisme : agent de transport et d'échange, solvant, thermostat (on retrouve ces mêmes fonctions en géologie). D'autre part, elle est l'un des facteurs principaux de toute activité socio-économique. Pour la Mauritanie, la maîtrise des eaux est une priorité qui conditionne l'avenir de son développement.

Quelques définitions.

En premier lieu, il importe de préciser que l'eau est un minéral dont la formule chimique est H_2O (Hydrogène et oxygène associés sous forme d'une molécule). A la surface de la Terre, les conditions thermodynamiques (température et pression) déterminent, le plus fréquemment, un état liquide de ce minéral. Cependant, il arrive parfois qu'il soit à l'état solide (glaciers des montagnes et des pôles), ainsi qu'à l'état gazeux (atmosphère, laves). La circulation de l'eau sous ses divers états constitue ce que l'on a coutume d'appeler «le cycle de l'eau». En fait, il y a lieu de distinguer un cycle interne et un cycle externe (Fig. a). Ce dernier est important dans la mesure où il conditionne les apports d'eau indispensables à l'homme sur la Terre.

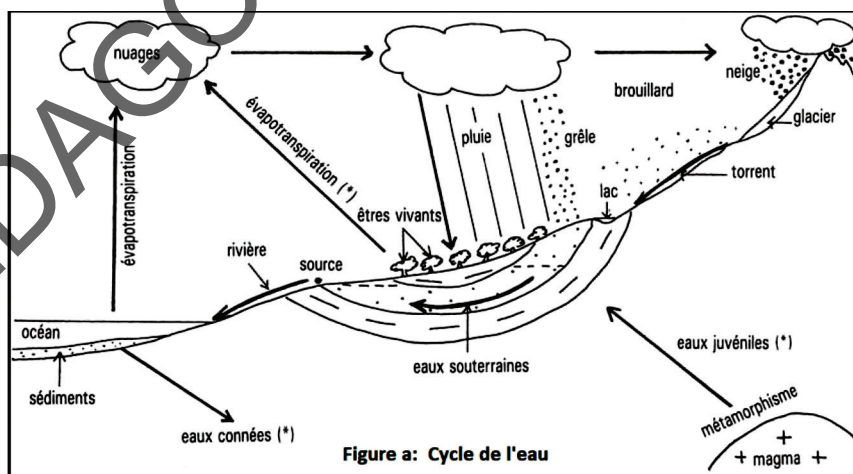
En hydrologie (= étude de l'eau),

les quatre facteurs fondamentaux sont les suivants :

- P = totalité des précipitations atmosphériques (pluie, grêle, neige, brouillard).
- E = évapotranspiration, rejet total de vapeur d'eau par un terrain et par les plantes qui le couvrent.
- R = ruissellement de surface.
- I = infiltration.

Lorsqu'elles tombent au sol, les précipitations ont trois destinées possibles : l'évapotranspiration, le ruissellement et l'infiltration.

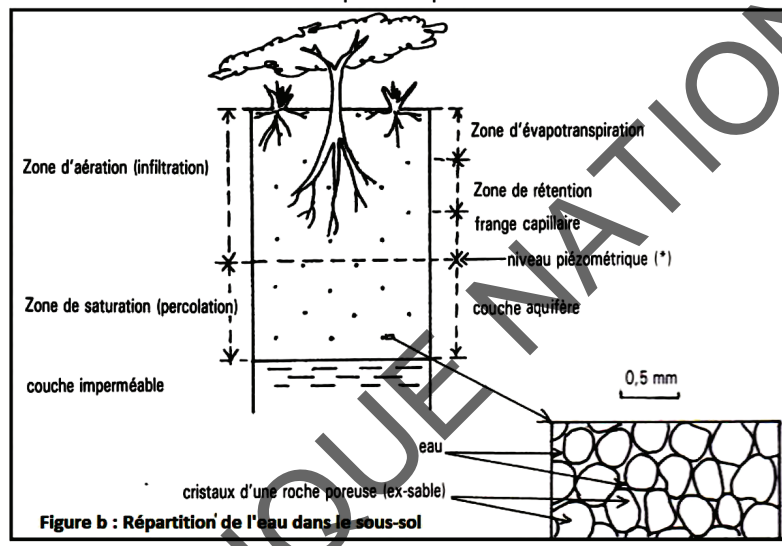
Ainsi, il est possible d'écrire la formule : $P = E + R + I$.



Lorsque l'infiltration est importante, les terrains sont amenés à renfermer de l'eau en quantité parfois considérable.

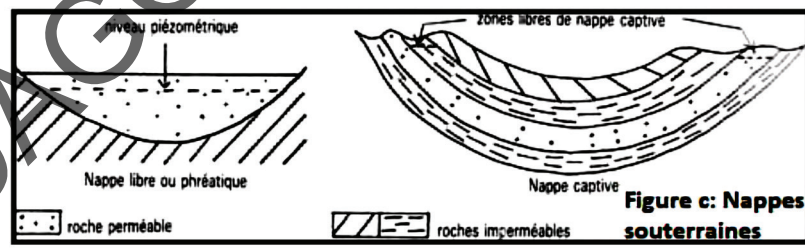
L'étude particulière des eaux souterraines est le thème de base d'une discipline : **l'hydrogéologie**.

La répartition de l'eau dans le sous-sol est conditionnée par la présence de roches dont la porosité et la perméabilité sont variables. La circulation d'une eau est arrêtée au niveau d'une couche imperméable. Son accumulation dans une zone poreuse et perméable sus-jacente est illustrée sur la figure b. La disposition géométrique des roches détermine l'existence de nappes souterraines variées, parmi lesquelles on peut distinguer 2 grands types : les nappes libres (= nappes phréatiques, lorsqu'elles sont peu profondes) et les nappes captives (Fig. c). L'ensemble des couches qui contiennent l'eau sous forme de nappe, constitue un aquifère.



REMARQUE IMPORTANTE.

Des roches imperméables (granite, argilite) peuvent cependant renfermer des quantités d'eau non négligeables dans les failles au niveau desquelles elles sont broyées : dans ce cas, il s'agit d'une porosité de fracture.



D'autre part, ces roches contiennent parfois de l'eau dans leur zone d'altération.».

Géologie en Mauritanie 4ème AS, Edisud, 1989.

J'utilise mes connaissances :

Projet de classe :

A la fin du chapitre 5, les élèves en sous-groupes préparent une recherche ou investigation sur les grands ensembles géologiques, et potentialités minières et hydrogéologiques de leur région ou milieu.

- Un groupe réalise une recherche ou investigation pour situer et décrire l'ensemble géologique de sa région.
- Un groupe réalise une recherche ou investigation sur les ressources minières de sa région.
- Un groupe réalise une recherche ou investigation sur Ressources hydrogéologiques de sa région.
- Un groupe réalise une recherche ou investigation sur le potentiel économique de sa région.
- Un groupe réalise une affiche sur les métiers en rapport avec les ensembles géologiques.

S'informer auprès du professeur de Français pour le langage scientifique, de Géographie : Carte topographique de Mauritanie.



INSTITUT PEDAGOGIQUE NATIONAL