

3 - Phénomènes géophysiques

Table des matières - Phénomènes géophysiques

La convection	35
Les plaques tectoniques	37
Le mouvement des plaques	40
La formation du relief	43
La pression et le vent	47
La chaleur du Soleil sur Terre	49
Les vents dominants	50
La circulation océanique de l'eau	51
La circulation continentale de l'eau	52
L'énergie	54

La Terre n'est pas une planète statique où tout est figé. Beaucoup de choses sont en mouvement, aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur de la planète. En fait, il ne se passe pas une seconde sans que quelque chose quelque part ne soit en train de bouger – et ce serait vrai même s'il n'y avait pas de vie sur Terre. L'exercice suivant a pour but de faire le point de ce que tu connais déjà concernant les mouvements sur Terre.

Voyons ce que tu connais au sujet des mouvements sur Terre. Réponds aux questions suivantes **sans chercher les réponses** dans quelque document que ce soit.

1. Y a-t-il quelque chose qui bouge à l'intérieur de la Terre ? Quoi ? _____

2. Qu'est-ce que le vent ? _____
3. Qu'est-ce qui cause le vent ? _____
4. Quelle différence y a-t-il entre un ouragan, un typhon et un cyclone ? _____

5. À quel moment de l'année les ouragans peuvent-ils se produire ? _____
6. Dans quel sens les ouragans tournent-ils ? _____
7. Y a-t-il des volcans actifs (ou simplement endormis) au Québec ? Où ? _____
8. Qu'est-ce que la dérive des continents ? _____
9. Où se situent les volcans ? _____
10. Y a-t-il des risques d'avoir de gros tremblements de terre au Québec ? Pourquoi ? _____

11. Pourquoi fait-il plus froid l'hiver à Montréal qu'à Paris (qui est plus au nord) ? _____

12. D'où vient l'eau qui coule continuellement du haut vers le bas des rivières ? _____

3.1 La convection

La convection est le mouvement vertical où un fluide chaud monte et est remplacé par un fluide plus froid qui descend. Ce mouvement est généralement causé par le réchauffement de la base du fluide.

Lorsqu'on réchauffe une substance, son volume augmente et la même quantité de substance occupe plus d'espace. On dit qu'elle se dilate. Évidemment, étant donné que la quantité de substance n'a pas changé, sa masse ne change pas. Ainsi, sa masse volumique devient plus petite et la substance est moins dense, c'est-à-dire que la substance devient plus légère. Cette substance chaude et légère cherche donc à flotter sur un fluide dont la masse volumique serait plus grande.

Dans l'environnement terrestre, la matière présente deux aspects importants. Elle est solide ou elle est fluide. Un solide est une substance ayant une grande cohésion alors qu'un fluide est une substance qui peut s'écouler. Deux sortes de fluides existent: les liquides et les gaz.

Par exemple, on réchauffe un récipient d'eau à l'aide d'une bougie (dessins ci-dessous). L'eau la plus proche de la flamme, au point A, se réchauffe et devient moins dense (elle s'allège). Elle s'élève donc verticalement au-dessus du point A et monte vers la surface, vers le point B (image 1). Une fois rendue à la surface, elle s'étale de part et d'autre du point B et refroidi un peu (image 2). Cette eau qui refroidi devient donc plus dense: sa masse volumique est plus grande. Elle coule donc au fond du récipient (image 3). À ce moment, elle revient vers le point A pour remplacer l'eau chaude (image 4). Elle se fait réchauffer à son tour et monte vers le point B... Le mouvement continue tant qu'on chauffe et ... tant qu'il y a de l'eau !

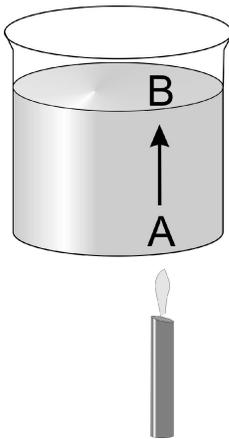


Image 1

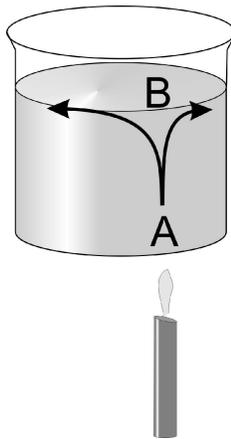


Image 2

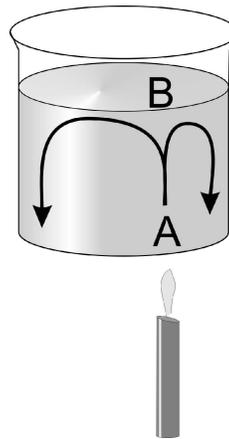


Image 3

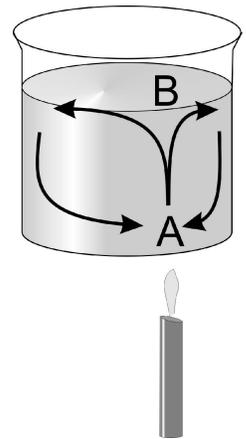
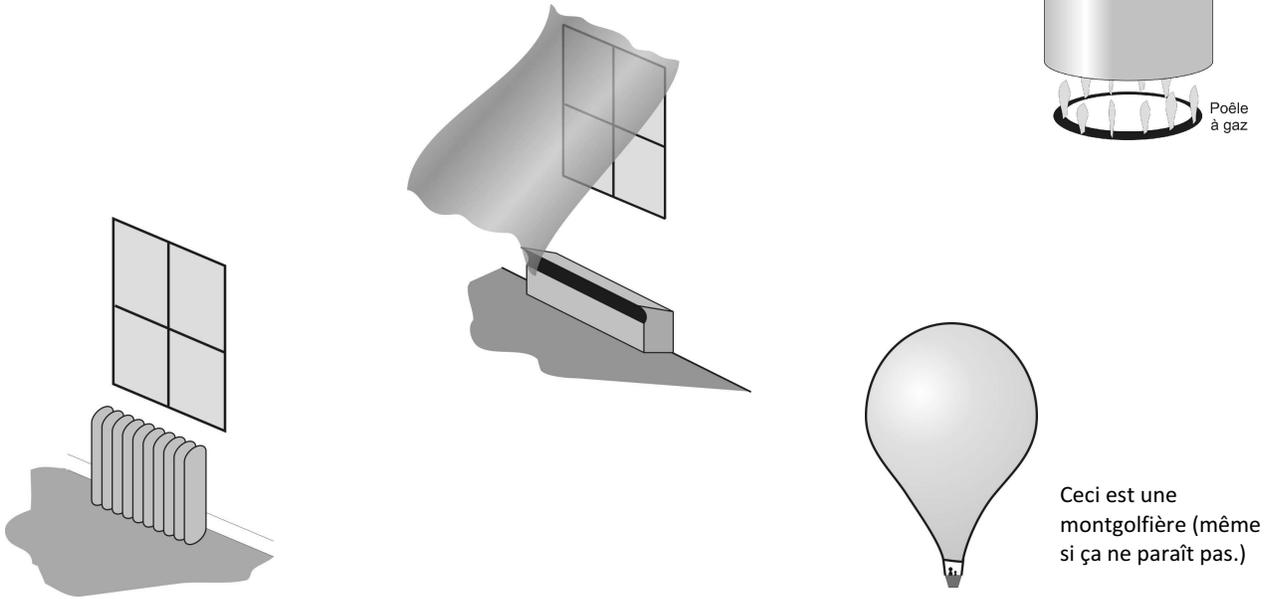


Image 4

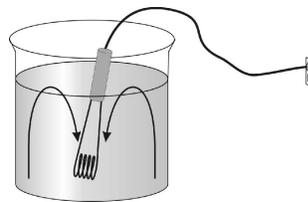
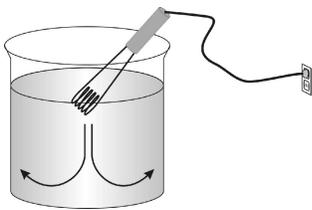
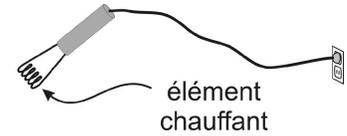
Exercices

1. Sur les dessins suivants, indique le mouvement de convection en traçant des flèches. Montre le mouvement vers le haut et le mouvement vers le bas (comme dans le dessin de l'exemple précédent).



2. Ce dessin montre un petit élément chauffant de voyage, qui peut servir à préparer une tasse d'eau chaude pour faire du thé, par exemple.

On se sert de cet élément chauffant pour chauffer de l'eau. Il y a des erreurs sur chacun des dessins suivants. Quelles sont ces erreurs ?



3. Identifie les situations où l'on profite de la convection d'un fluide.

Un capteur solaire sur le toit de la maison Des brochettes cuisant au dessus du brûleur d'un BBQ

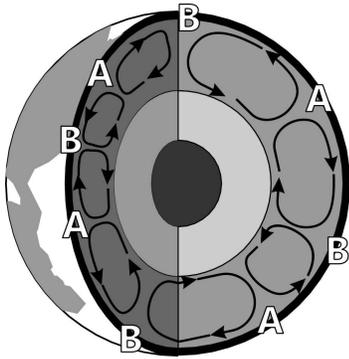
Un chaudron de fèves placé sous un feu Un climatiseur placé au haut d'un mur

Les ampoules thermiques au dessus d'un comptoir de cafétéria Une fournaise au sous-sol

4. Identifie 3 mouvements naturels causés par la convection. _____

3.2 Les plaques tectoniques et les mouvements du manteau

La croûte terrestre n'est pas formée d'un seul morceau mais de plusieurs morceaux. Ces morceaux s'imbriquent les uns dans les autres, comme les morceaux d'un casse-tête. Ces morceaux sont nommés *plaques tectoniques* (ou *plaques lithosphériques*). La densité des plaques tectoniques est plus petite que celle du manteau : les plaques flottent sur le manteau.

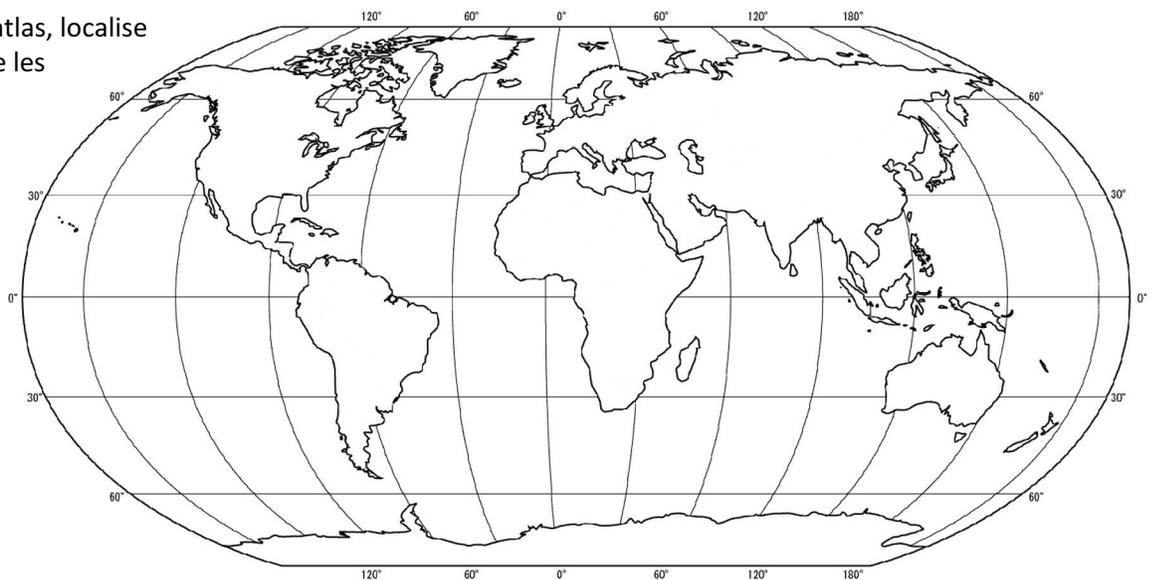


Les plaques se déplacent, entraînées par les mouvements du manteau. On se souvient que ce dernier est « liquide ». Il est constitué de magma formé de roches fondues. Le centre de la Terre contient entre autres des éléments radioactifs qui produisent beaucoup de chaleur. Cette chaleur chauffe la base du manteau, y causant ainsi des mouvements de convection. Au-dessus, ces mouvements de convection entraînent les plaques tectoniques flottant sur le manteau, exactement comme les courants marins entraînent les glaces et les icebergs flottant sur l'océan. Les continents peuvent donc se déplacer. C'est ce qu'on nomme la « dérive des continents ».

Exercices

1. Voici plusieurs grandes villes du monde : Montréal, Reykjavik, San Francisco, Manille, Rio de Janeiro, Mexico, Moscou, Ankara, New York, Naples, Honolulu, Tokyo, Kinshasa, Katmandu, Hanoï, Melbourne. En utilisant des ressources appropriées (*Internet* ou une encyclopédie), détermine lesquelles de ces villes sont « à risque » concernant la présence de volcans ou de tremblements de terre.

2. À l'aide d'un atlas, localise sur cette carte les villes de la question précédente.



3. La carte de la page suivante montre les limites des plaques tectoniques. En te servant de cette carte, détermine si ces villes sont situées en bordure d'une plaque tectonique ou plutôt loin d'une bordure.

Montréal _____ Reykjavik _____ San Francisco _____ Manille _____

Rio de Janeiro _____ Mexico _____ Moscou _____ Ankara _____

New -York _____ Naples _____ Honolulu _____ Tokyo _____

Kinshasa _____ Katmandu _____ Melbourne _____ Hanoï _____

4. Quel lien y a-t-il entre les tremblements de terre et les plaques ? _____

5. Au centre des plaques tectoniques, peut-il y avoir ...

a) ... des tremblements de terre ? _____

b) ... des volcans ? _____

6. La croûte terrestre est-elle plus mince à Montréal ou à Reykjavik ? _____

7. Montréal est-elle située sur de la croûte continentale ou océanique? _____

8. Reykjavik est-elle située sur de la croûte continentale ou océanique? _____

9. Détermine si la croûte est continentale ou océanique aux endroits suivants.

a) 20°N; 50°W _____ b) 45°N ; 75°W _____

10. Détermine si la croûte est mince ou épaisse aux endroits suivants.

a) Denver _____ b) Honolulu _____

11. Dans quelle direction se déplace la plaque nord-américaine ? _____

12. Dans quelle direction se déplace la plaque eurasienne ? _____

13. En examinant une carte du monde, peux-tu trouver des continents « voisins » dont les contours pourraient s'emboîter comme les pièces d'un casse-tête ? Lesquels ?

14. Qui a imaginé, en 1912, la théorie de la dérive des continents ? _____

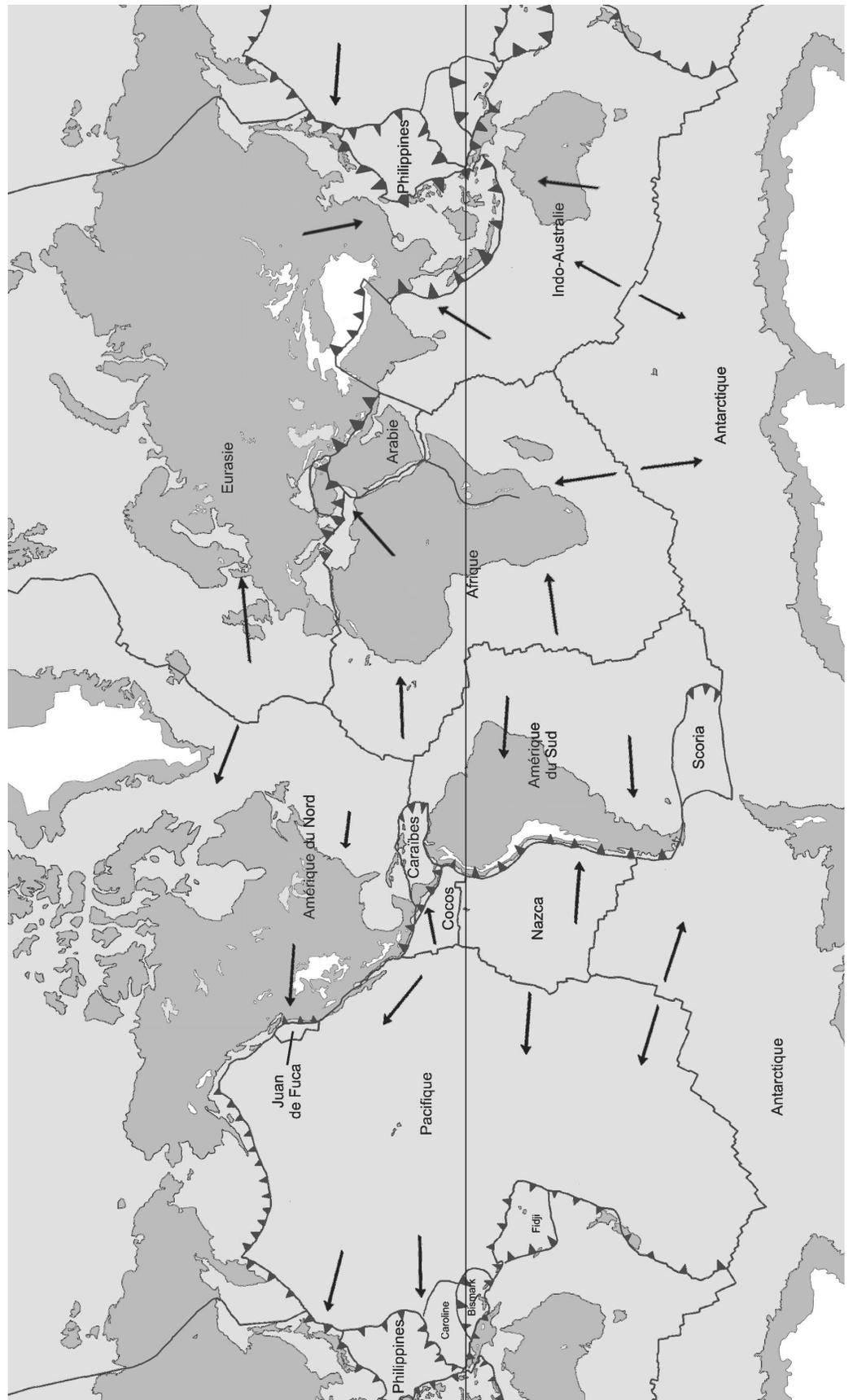
15. À quelle vitesse se déplacent les plaques tectoniques ? _____

16. Quelle source d'énergie cause la convection du manteau ? _____

Carte des plaques tectoniques

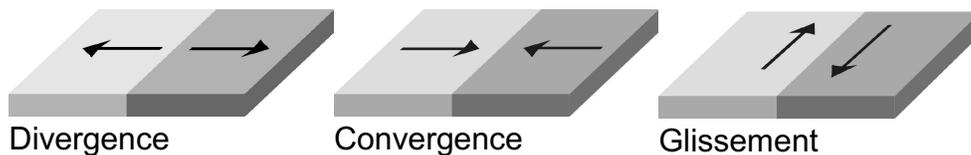
Sur cette carte, les lignes représentent les bordures des plaques tectoniques. On voit que ces limites ne coïncident pas avec les limites des continents.

Les flèches montrent le mouvement des plaques alors que les triangles indiquent les zones de subduction.



3.3 Le mouvement des plaques

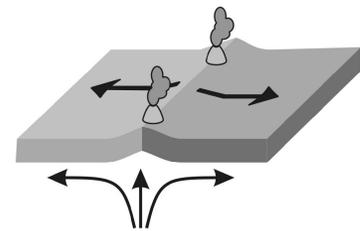
Les plaques bougent les unes par rapport aux autres. Il y a trois sortes de mouvements possibles.



La divergence

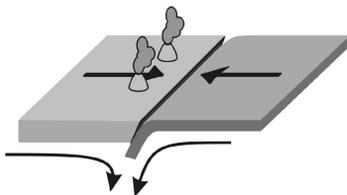
La divergence est le mouvement de deux plaques qui s'éloignent l'une de l'autre. Les régions où ces mouvements se font sont nommées *divergence*, *distension* ou *rift*. Ces régions sont situées tout juste au-dessus de la montée du magma causée par la convection du manteau.

Le magma du manteau parvient à la surface, refroidit et se solidifie. Il forme donc de la nouvelle croûte. C'est ainsi que se forme la croûte océanique. Plusieurs volcans peuvent exister dans ces zones et des tremblements de terre y sont fréquents, bien que peu violents. La zone centrale est soulevée et forme une crête que l'on nomme *dorsale*, comme celle située au centre de l'océan Atlantique. Le magma provenant du manteau forme une lave relativement fluide et donc des volcans pas trop violents (pour des volcans).



L'Islande n'est rien d'autre que cette dorsale émergeant à la surface de l'océan et toute l'île est faite de roche volcanique.

La convergence



La convergence est le mouvement de deux plaques qui se dirigent l'une vers l'autre. Ces mouvements se font là où deux mouvements de convection voisins (du manteau) se rencontrent. En général, une des plaques s'enfonce sous l'autre. Cet enfoncement d'une plaque sous une autre se nomme *subduction*.

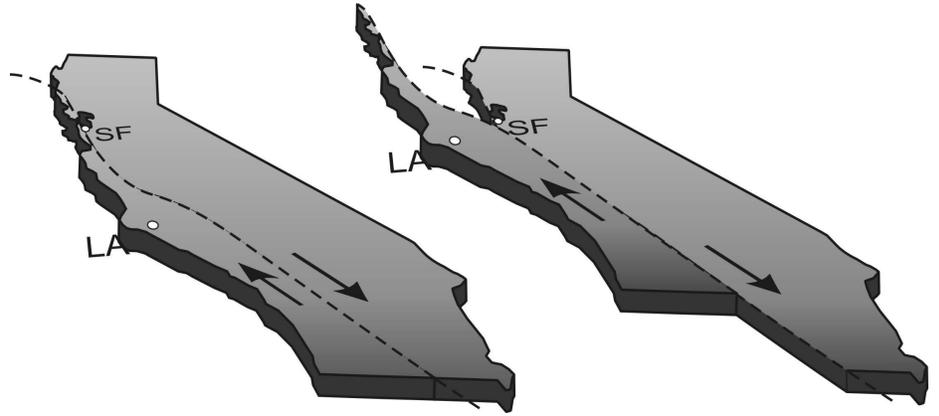
L'enfoncement d'une des plaques cause une augmentation de la température, faisant fondre la roche en partie. Des poches de magma peuvent se former dans la croûte et de nombreux volcans peuvent en résulter. Ces volcans peuvent être assez violents. De plus, de violents tremblements de Terre peuvent être causés par le mouvement des plaques l'une contre l'autre.

La subduction donne souvent naissance à des îles formant des chapelets en forme d'arcs, comme les Antilles.

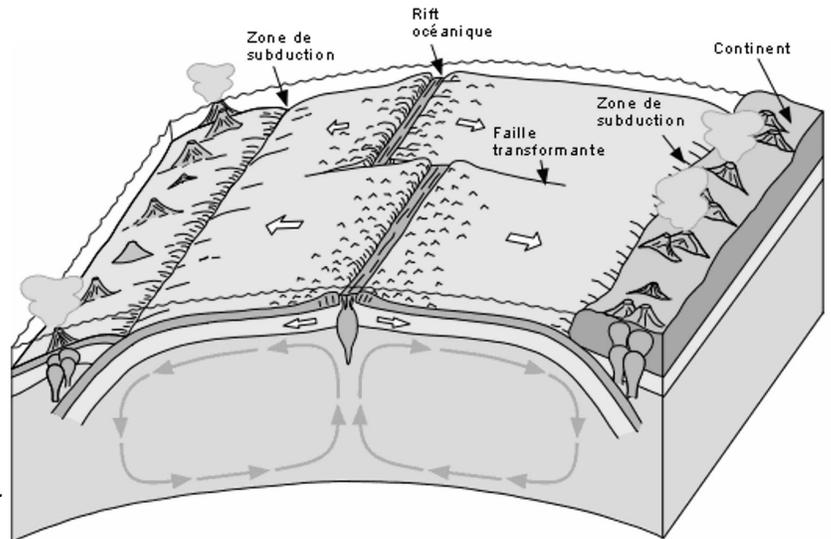
Le glissement latéral

Le glissement latéral est un mouvement où une plaque glisse contre une autre, sans s'approcher ni s'éloigner. Si la Terre était plate, le mouvement des plaques se ferait facilement, un peu comme une nappe qui glisse sur une table. Mais la Terre est une boule. Dès lors, tout comme la nappe fera des plis si on la glisse sur une boule, les plaques qui glissent sur Terre se déforment et cassent en certains endroits. Ces fractures permettent aux morceaux de part et d'autre de glisser et servent donc à ajuster le mouvement des plaques se déplaçant sur une sphère. Ces fractures sont des *failles transformantes*. Dans les zones de failles transformantes, il y a de nombreux de tremblements de terre mais pas de volcans, car les tremblements de terre ne sont pas causés par des montées de magma.

La faille de San Andreas en Californie est une faille transformante passant tout juste sous la ville de San Francisco. C'est la raison pour laquelle il y a tant de tremblements de terre à cet endroit. Ce dessin montre la Californie en train de se faire couper en deux par cette faille célèbre. Actuellement, Los Angeles (LA) est au sud de San Francisco (SF). Dans 10 millions d'années, Los Angeles sera à la même hauteur que San Francisco.



Ce schéma montre comment les différents types de mouvement sont reliés entre eux et comment les mouvements de convection du manteau expliquent le tout.



Avec l'aimable autorisation de P.A. Bourque - site web Planète-Terre.

Exercices

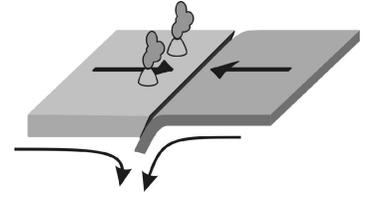
1. Quel nom porte le mouvement de deux plaques se dirigeant l'une vers l'autre ? _____
2. Quel nom porte le mouvement de deux plaques s'éloignant d'une zone médiane ? _____
3. Que veut dire le terme « médio-atlantique » ? _____
4. À part l'Islande, identifie d'autres îles situées dans le voisinage de la dorsale médio-atlantique.

5. Ces îles sont-elles volcaniques ? _____
6. Identifie une autre région du monde où il y a une dorsale. _____
7. Quelle type de roche est formée aux dorsales océaniques ? _____
8. Quelle est la source d'énergie du mouvement des continents ? _____
9. Trouve la mer Rouge. Il y a une distension dans l'axe de cette mer. Quel devrait être son avenir ?

10. D'où provient le magma créant le volcanisme dans les zones de distension ? _____

11. Ce dessin représente la convergence entre deux plaques.

a) D'après toi, laquelle des deux plaques est la plus légère ? Pourquoi ?



b) Que devrait-il se passer lorsque la plaque s'enfoncera plus profondément dans le manteau ?

c) Des tremblements de terre se produisent fréquemment dans ces régions. Pourquoi ?

d) Comment se nomme le mouvement où une plaque passe sous une autre ? _____

12. À partir d'une carte du monde, identifie trois chapelets d'îles formant des arcs (à part les Antilles).

13. Pour chacun de ces arcs, indique si l'on y trouve des volcans actifs ou endormis.

14. Nomme trois endroits où il y a eu des tremblements de terre importants durant les trois dernières années. Pour chacun d'entre eux, indique par (ZS) s'ils sont situés dans une zone de subduction.

15. D'où provient l'énergie causant les tremblements de Terre ? _____



Mont St-Helens, 1980



Kilauea, Hawaii - 2019

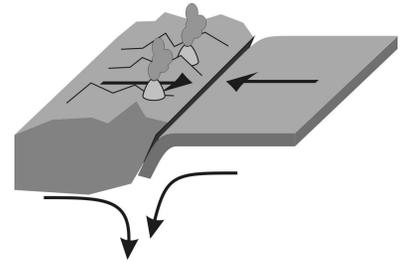


Sichuan, Chine - 2019

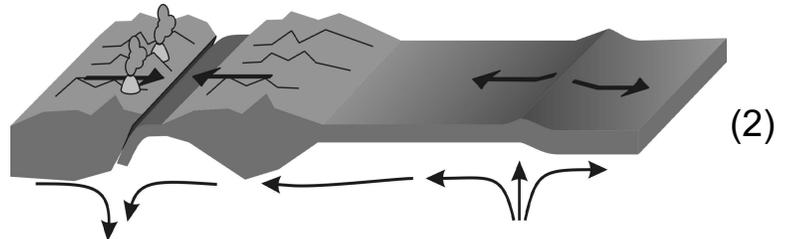
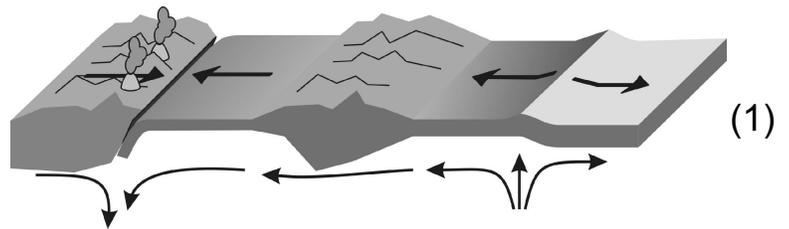
3.4 La formation du relief

Orogénèse

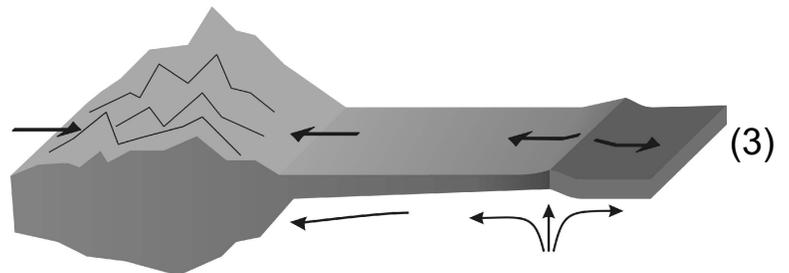
Une *orogénèse* est le processus de formation d'une chaîne de montagnes. Lorsqu'une croûte continentale rencontre une croûte océanique, celle-ci, plus dense, s'enfonce sous la croûte continentale. Comme dans toute *subduction*, des volcans et des tremblements de terre peuvent être associés à ce phénomène. Ce volcanisme contribue à la formation des montagnes. C'est ce qui se passe dans l'état de Washington, dans le nord-ouest des États-Unis, où l'on trouve entre autres, le mont St-Helens.



Deux plaques continentales peuvent également se rencontrer. Aucune des deux ne passe sous l'autre, car elles sont trop légères pour s'enfoncer dans le manteau. C'est une collision entre continents et il se crée alors une chaîne de montagnes. Tant que le mouvement des plaques se poursuit, les montagnes continuent à croître. Par la suite, il est possible que la subduction cesse à cet endroit : la chaîne a alors atteint sa pleine croissance. Les grandes chaînes de montagnes à travers le monde se sont formées de cette manière.



L'Inde est entrée en collision avec le continent asiatique pour créer l'Himalaya. Le mouvement de collision n'est pas encore terminé car il y a encore des tremblements de terre dans cette région.



Exercices

1. À l'aide d'un *atlas*, repère les chaînes de montagnes suivantes : Appalaches, Andes, Himalaya. Lesquelles de ces chaînes sont situées le long de zones de subduction (utilise une carte des plaques tectoniques) ?

2. Lesquelles de ces chaînes sont encore en train de se former ?

3. Sur une carte montrant les plaques tectoniques, comment peut-on reconnaître les chaînes de montagnes ayant terminé leur formation ?

4. Quelle est la plus haute chaîne de montagnes au monde ? _____

5. Ces montagnes ont-elles terminé leur croissance ? Pourquoi ? _____

6. D'où provient l'énergie permettant de soulever autant de roches à une telle hauteur ?

7. Repère la mer Méditerranée. Dans quelle direction se déplace l'Afrique à cet endroit ?

8. Quelle sorte de zone sépare l'Afrique de l'Europe ?

9. Nomme trois volcans associés à cette région.

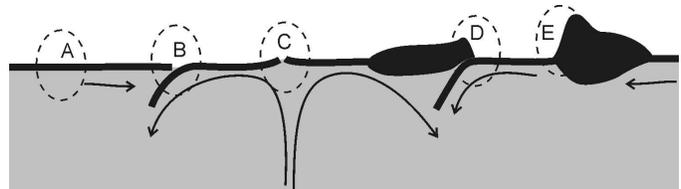
10. Quel est l'avenir de cette région ? _____

11. Y a-t-il des montagnes actives (en train de se former) au Québec ? _____

12. Y a-t-il des possibilités qu'il y ait une nouvelle chaîne de montagnes au Québec dans un proche avenir ? Pourquoi ?

13. Le Mont-Royal est-il un ancien volcan ? _____

14. Ce dessin montre une portion de la croûte terrestre, vue de côté. La croûte (en noir) flotte sur le manteau (en gris). En utilisant les lettres du dessin, identifie une zone ...



a) ... de subduction. _____

b) ... de rift. _____

c) ... de montagnes ayant terminé leur formation. _____

d) ... où il y a une montée importante de magma du manteau. _____

e) ... de rencontre entre une plaque continentale et une plaque océanique. _____

f) ... où il y aura une collision entre les continents. _____

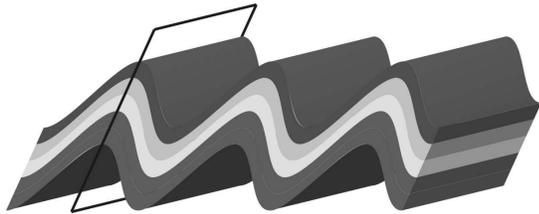
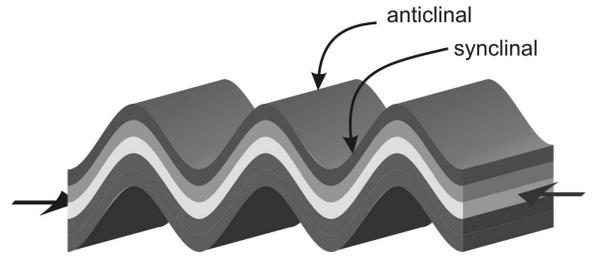
g) ... à partir de laquelle deux plaques s'éloignent. _____

Déformations et fractures des roches

Lors de mouvements des plaques, les roches qui les composent subissent des forces de toutes sortes. Les roches peuvent être comprimées, ce qui peut les plisser ou les casser. C'est également possible que des roches se cassent en subissant des étirements.

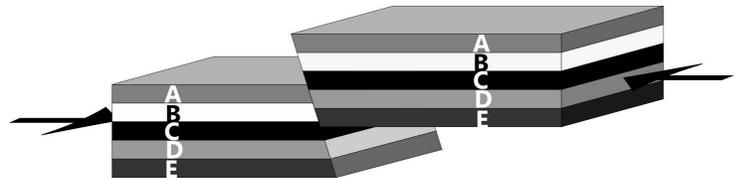
Dans les zones de convergence...

...les roches peuvent subir des compressions latérales (par les côtés). Les strates des roches sédimentaires peuvent alors être plissées. On peut observer des plis ouverts vers le bas (en forme de « ∩ ») ou ouverts vers le haut (en forme de « U »). Un pli en ∩ se nomme anticlinal alors qu'un pli en forme de U se nomme synclinal. Un pli peut être droit (à droite), oblique (en bas) ou couché.



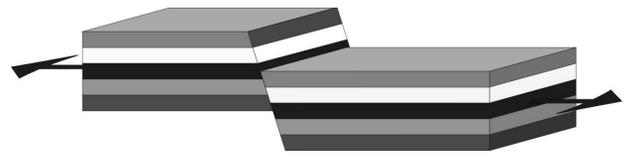
Une roche ne se plie tout de même pas très facilement. Il peut y avoir des cassures dans la roche et les blocs peuvent bouger l'un par rapport à l'autre. On parle alors de failles.

Dans les zones de convergence, les strates les plus vieilles (plus profondes) peuvent être remontées au-dessus des strates les plus jeunes. Sur le dessin ci-contre, on voit que la strate E du bloc droit est remontée au-dessus de la strate C du bloc gauche. En raison de cette *inversion* des strates, on nomme ce type de faille : *faille inverse*.



Dans les zones de divergence...

...lorsque les roches se cassent, le mouvement qui en résulte fait descendre un des blocs, mais ne change pas l'ordre des strates, les plus jeunes restent au-dessus des plus vieilles. On parle alors de *failles normales*.



Érosion

L'*érosion* est le processus par lequel l'eau et l'atmosphère usent et transforment l'écorce terrestre. Ce processus est divisé en trois étapes : *météorisation*, transport et *sédimentation*. La *météorisation* est l'action de l'atmosphère sur les roches. Elle entraîne la désagrégation des roches : des fragments et poussières sont enlevés à la roche solide. Le transport de ces fragments et poussières est assuré par l'eau, le vent, les glaciers... La *sédimentation* est le dépôt de ces fragments et poussières, quelquefois très loin de leur lieu d'origine. Un exemple est le sable d'une plage.

Il y a deux sortes de *météorisation* : la *météorisation mécanique* est l'action du gel, des variations de température, des racines de plantes et de l'action de certains animaux fousseurs. Des fragments et poussières de roches en résultent. La *météorisation chimique* est la transformation des roches en d'autres substances sous l'action de l'air, de l'eau ou de l'acidité naturelle de l'eau. On observe souvent un changement de couleur de la roche. C'est le type de *météorisation* le plus répandu sur Terre.

Exercices

15. Les plis présentés à la page précédente se produisent-ils dans des zones de convergence ou des zones de divergence ? Pourquoi ?

16. Quel pli pourrait permettre de former une butte ou une petite colline ? _____

17. Comment nomme-t-on une fracture suivie d'un déplacement d'un des blocs ? _____

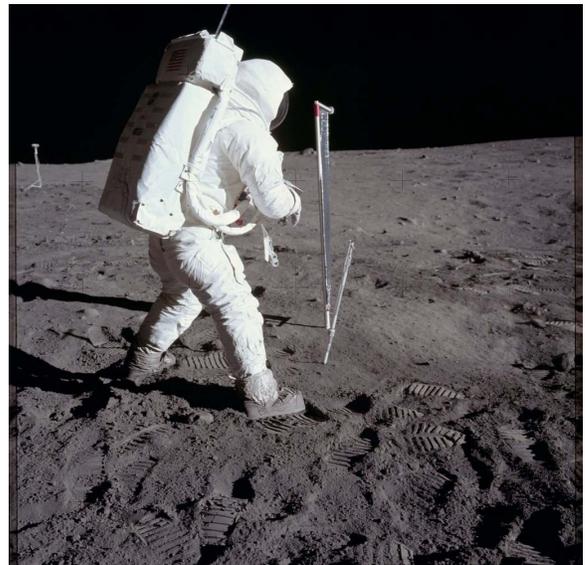
18. Quel type de structure coupe la Californie en deux ? _____

19. Dans quelle sorte de faille les roches les plus vieilles remontent-elles sur les roches les plus jeunes ?

20. D'après toi, quel type de faille est associé aux zones de subduction ? Pourquoi ?

21. Quelles roches sont enlevées en premier par l'érosion : les roches les plus jeunes ou les roches les plus vieilles ? Pourquoi ?

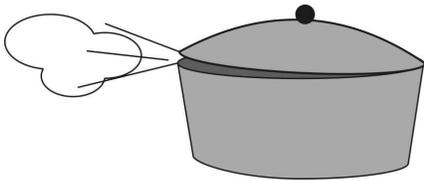
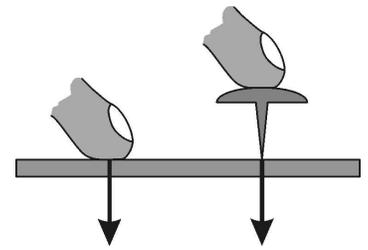
22. La Lune n'a pas d'atmosphère, il ne peut donc pas y avoir d'érosion comme il y en a sur Terre. Pourtant, les astronautes ayant marché sur la Lune ont remarqué qu'en surface, les roches avaient été transformées en une fine couche de poussières. Il y a donc eu une... météorisation. D'après toi, par quoi cette météorisation a-t-elle été causée ?



3.5 La pression et le vent

La pression

Peux-tu faire un trou dans du bois en forçant avec le doigt ? Probablement pas seulement avec le doigt, mais tu le peux sans doute si tu appuies sur une punaise. Dans le premier cas, la force que tu exerces est répartie sur la partie de ton doigt qui touche le bois alors que dans le second cas, la force exercée est concentrée sur une toute petite surface : la pointe de la punaise. La force exercée est la même dans les deux, mais la petite pointe crée une grande pression et le bois ne peut s'opposer au mouvement : la punaise s'enfonce. La pression n'est rien d'autre qu'une force appliquée sur une surface.



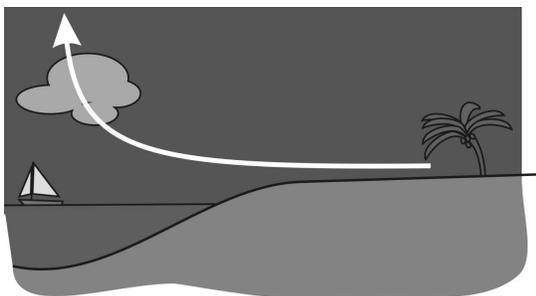
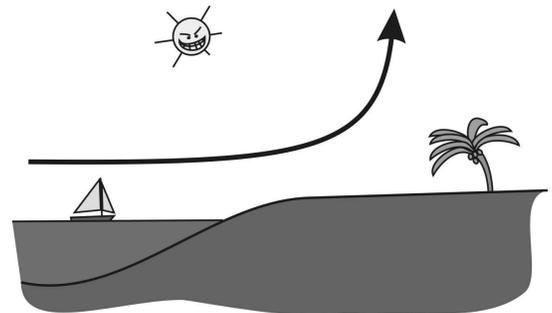
Un gaz peut exercer une pression sur une surface. Par exemple, si tu fais chauffer de l'eau pour cuire des pâtes, la vapeur dans le chaudron crée une force sur le couvercle, une pression qui peut soulever le couvercle. Pour que la pression soit capable de soulever le couvercle, il faut qu'il y ait assez de vapeur et qu'elle soit assez chaude. Tous les gaz, même ceux formant l'atmosphère, peuvent exercer une pression.

Lorsque la pression est différente à deux endroits différents, l'air va TOUJOURS de l'endroit où la pression est élevée vers l'endroit où la pression est basse. Dans l'exemple du chaudron par exemple, la vapeur peut s'échapper du chaudron, passant de l'endroit où la pression est élevée (dans le chaudron) à l'endroit où la pression est plus basse (en dehors du couvercle). Ce sont les différences de pression qui sont à l'origine de tous les vents soufflant sur la Terre.

Le vent

Le vent n'est rien d'autre qu'un déplacement d'air causé par des différences de pression atmosphérique. Le vent va de la zone de haute pression vers la zone de basse pression, comme l'air sort d'un pneu qui fuit. Les différences de pression atmosphérique sont causées par des réchauffements différents entre deux lieux différents.

Lors d'une belle journée ensoleillée au bord de la mer, le sable devient beaucoup plus chaud que l'eau. L'air au-dessus du sol devient lui aussi plus chaud que l'air au-dessus de l'eau. Il y a donc convection : l'air s'élève au-dessus de la terre. Ce mouvement est à l'origine d'un vent venant du large. Ce vent est nommé « *brise de mer* ».



La nuit, le sol perd sa chaleur plus rapidement que l'eau et devient donc plus froid que la mer. L'air au-dessus de la mer est plus chaud que celui au-dessus de la terre et une convection se crée au-dessus de la mer. Il se crée un vent allant de la terre vers la mer. C'est la « *brise de terre* ».

Les vents sont toujours causés par des différences de pression atmosphérique, lesquelles dépendent d'échauffements différents et donc de la présence d'eau, du relief, de la latitude ...

Exercices

1. En voilier, est-il plus facile de s'approcher du rivage le jour ou la nuit ? _____
2. Quelle est la source d'énergie du voilier ? _____
3. Le jour, la haute pression est-elle au-dessus de la terre ou au-dessus de la mer ? _____
Pourquoi ? _____
4. Que fait l'air dans les zones de haute pression : il monte ou il descend ? _____
5. Que fait l'air dans les zones de basse pression : il monte ou il descend ? _____
6. Complète : l'air _____ (chaud ? froid ?) _____ (monte ? descend ?) dans les zones de haute pression et l'air _____ (chaud ? froid ?) _____ (monte ? descend ?) dans les zones de basse pression.

L'effet de Coriolis

Un phénomène étrange se produit lorsque tu vides ton bain : l'eau s'écoule vers le drain en formant un tourbillon. C'est vrai pour tout lavabo, toilette, évier... On nomme ce phénomène *effet de Coriolis*.

Tout fluide se déplaçant à la surface d'une sphère en rotation (comme la Terre) subit cet effet. Lorsque l'air (ou l'eau) se déplace des pôles vers l'équateur (ou l'inverse), il subit une force le faisant dévier : l'air change de direction. Dans l'hémisphère nord, l'air et l'eau sont toujours déviés dans une certaine direction. Dans l'hémisphère sud, ils sont déviés dans la direction contraire. Pour que ce phénomène soit visible, ça prend de très grandes surfaces. L'eau d'une baignoire qui se vide tournera également en raison de *l'effet de Coriolis*, mais dans ce cas-ci, il se peut que ça tourne dans un sens ou dans l'autre ... Ici, la forme de la baignoire joue un rôle.

Exercices

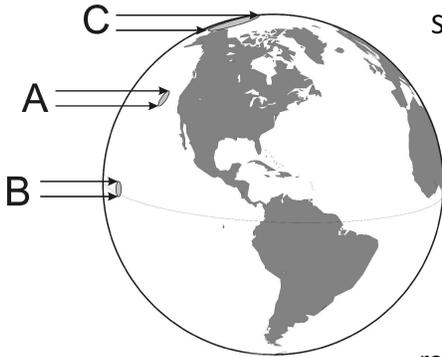
7. Voici une photo de l'ouragan Irma, en 2017.
 - a) Vers où les vents semblent-ils tourner dans cet ouragan (droite ou gauche) ?

 - b) Vers où les vents sont-ils supposés tourner dans l'hémisphère nord ?

 - c) Trouve une explication à cette contradiction apparente entre la théorie et ce que tu observes dans la réalité. Complète ton explication d'un dessin.

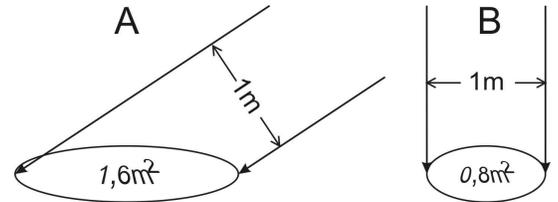


3.6 La chaleur du Soleil sur Terre



Selon l'endroit où l'on est sur Terre, on ne voit pas le Soleil de la même manière. Lorsque les rayons solaires parviennent à la Terre, ils sont parallèles entre eux en raison de la grande distance du Soleil. Monsieur A, Monsieur B et Monsieur C regardent le Soleil en même temps, à midi. Monsieur A est au Québec et voit le Soleil à une élévation d'environ 45°. À l'équateur, Monsieur B voit le Soleil exactement au-dessus de sa tête. Au pôle Nord, Monsieur C voit le Soleil à presque à l'horizon.

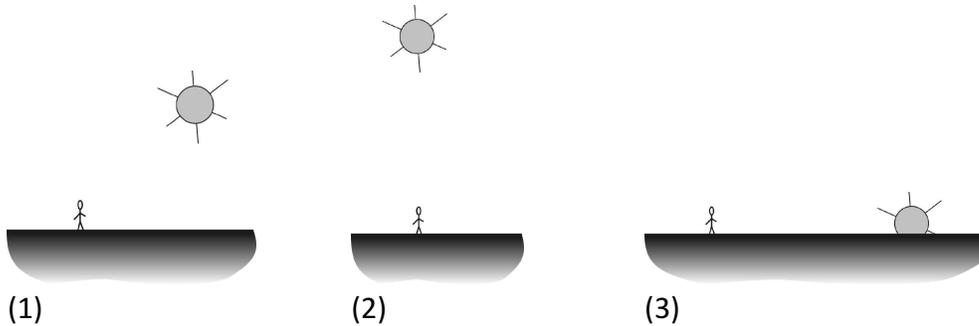
Lorsque le Soleil est bas dans le ciel, les rayons lumineux arrivent au sol avec un angle plutôt faible



(A). Un faisceau lumineux de 1 m de largeur couvrira une zone assez large. Si le Soleil est plus haut, l'angle des rayons lumineux sera élevé (B) et un même faisceau de 1 m de largeur couvrira une zone plus petite. La même quantité de chaleur sera répartie sur une surface plus petite... la surface sera donc plus chaude. C'est la raison pour laquelle il fait chaud à l'équateur et froid aux pôles.

Exercices

1. Voici trois dessins montrant quelqu'un observant le Soleil.



- Lequel de ces dessins montre quelqu'un regardant le Soleil de midi à l'équateur ? _____
 Au Québec ? _____ Au pôle Nord ? _____
- Lequel de ces dessins peut montrer le Soleil au début de la journée, lorsqu'il se lève ? _____
- Lequel de ces dessins montre le Soleil dans la position où il chauffe le plus le sol? _____
- Dans lequel de ces dessins le personnage a-t-il l'ombre la plus longue? _____

2. Le lieu où l'on est sur la Terre n'est pas le seul facteur influençant l'angle d'élévation du Soleil (la hauteur à laquelle on le voit). Identifie deux autres facteurs influençant la hauteur à laquelle on voit le Soleil.

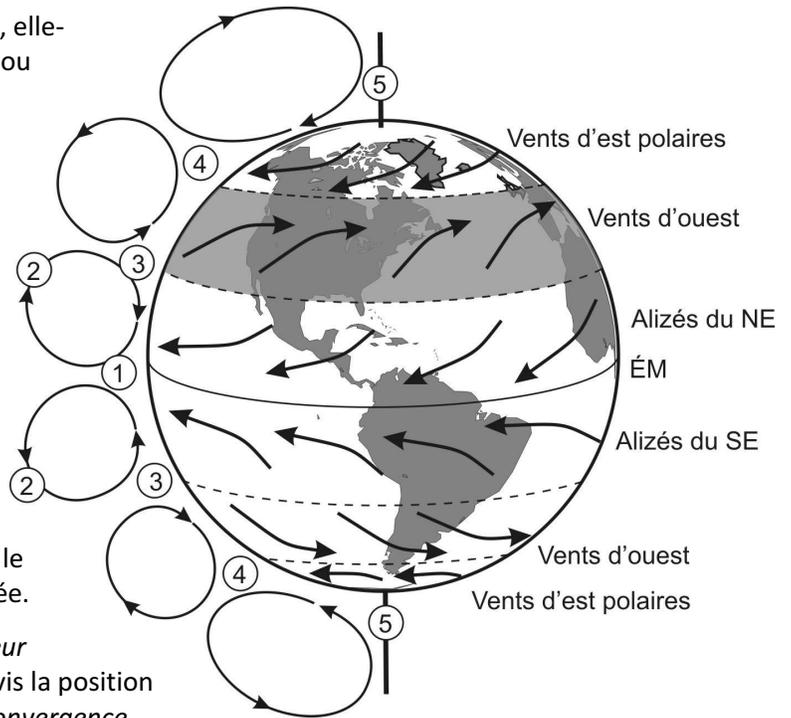
3.7 Les vents dominants

Les vents dépendent de la pression atmosphérique, elle-même liée à la température. Aux équinoxes (mars ou septembre), le Soleil est au dessus de l'équateur à midi. Il y fait donc chaud, causant une convection.

L'air chaud monte à l'équateur (1) et s'étale vers le nord et le sud (2). L'air refroidit, devient plus dense et redescend (3). Une partie va alors vers les pôles (4) et l'autre vers l'équateur (1).

Si la Terre ne tournait pas, l'air se déplacerait de l'équateur vers les pôles (ou inversement) en ligne droite. Cependant, en raison de la rotation de la Terre, la force de *Coriolis* fait tourner les vents: ils tournent vers la droite dans l'hémisphère nord et vers la gauche dans l'hémisphère sud. On nomme *vent dominant* le vent qui est le plus fréquent dans une région donnée.

La limite entre les alizés est nommée « *équateur météorologique* » (ÉM) et se trouve toujours vis-à-vis la position du Soleil de midi. Elle est aussi nommée *zone de convergence intertropicale*. Cette limite entre les alizés se déplace selon les saisons : plus au nord lorsque nous sommes en été à Montréal et plus au sud lorsque nous sommes en hiver.



Exercices

1. Quels sont les vents dominants à Montréal (zone grise sur le dessin ci-haut) ? _____
2. Les alizés soufflent vers l'équateur. La pression atmosphérique est-elle haute ou basse à l'équateur ?

3. Lesquels des numéros (1), (3), (4) ou (5) du dessin sont des zones de haute pression ? _____
4. De la même manière, identifie les zones de basse pression. _____
5. Qu'est-ce que le « *pot au noir* » ? _____

6. Que se passe-t-il lorsque de l'air humide monte dans la troposphère ? _____

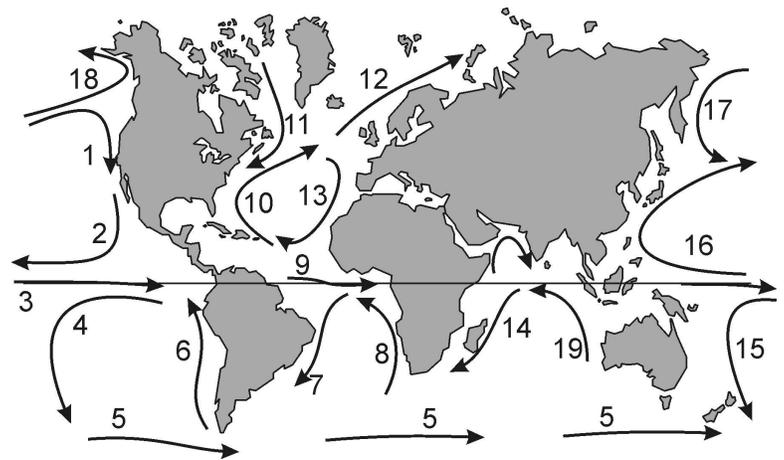
7. Lors des bulletins météo à la télévision ou dans le journal, on annonce le temps à venir. Le temps à venir est-il beau lorsqu'une zone de haute pression s'approche ?

8. Quel genre de temps est associé à une zone de basse pression ? _____
9. Quelle est la source d'énergie de tous ces mouvements de l'air ? _____

3.8 La circulation océanique de l'eau

Les *courants marins* sont des quantités d'eau considérables se déplaçant sur de très grandes distances. Les courants sont causés par plusieurs phénomènes, mais le plus souvent, ils résultent de l'action des vents dominants. Les courants marins sont en général plus chauds ou plus froids que l'eau qui les entoure. Ils peuvent donc avoir une importance considérable sur le climat d'une région en la réchauffant ou en la refroidissant.

Les courants de surface sont ceux qui influencent le plus le climat. Ces courants peuvent avoir jusqu'à 200 km de largeur et touchent les premiers 200 m de profondeur de l'océan. Cette carte montre les grands courants de surface.



Exercices

1. À partir d'un atlas ou bien d'*Internet*, identifie les courants marins en te servant des numéros de la carte précédente.

Courant du Labrador _____ Courant de Humboldt _____
 Courant de Californie _____ Courant de l'Alaska _____
 El Niño _____ Gulf Stream _____

2. Un courant d'eau à 15°C se déplaçant dans de l'eau à 20°C est-il un courant chaud ou un courant froid ?

3. Un courant d'eau à 10°C se déplaçant dans de l'eau à 5°C est-il un courant chaud ou d'un courant froid ?

4. Identifie trois courants froids. _____

5. Comment est-il possible de savoir, à partir d'une simple carte comme celle du haut de la page, si un courant marin est chaud ou froid ?

6. Quel courant est responsable du climat froid du Québec ? _____

7. Quel courant cause la température douce de l'Europe ? _____

8. Évelyne se baigne dans l'océan, en Virginie. L'eau est chaude. Quel courant en est la cause ? _____



Les canards jaunes du Pacifique.

Le 10 juillet 1992, lors d'une tempête, un cargo perd une partie de sa cargaison en plein océan Pacifique (45°N, 180°W). Des milliers de jouets de plastique - des canards, des tortues, des grenouilles - se retrouvent éparpillés sur l'océan.

Le docteur Curtis Ebbesmeyer, océanographe de Seattle, utilise ces jouets pour étudier les courants marins. Des centaines de personnes l'ont ainsi aidé, via *Internet*, à recenser les petits canards échoués sur les grèves du Pacifique ou vus en mer.

Ces jouets ont été observés en Alaska, au Japon, à Hawaii et dans le détroit de Béring. On a même trouvé certains d'entre eux sur la côte est canadienne, en Islande et en Écosse : ils ont dérivé à travers le passage des îles Arctiques!

9. Il fait plus froid au Pérou qu'au Brésil, situé à la même latitude. Quel type de courant affecte le climat péruvien ?

10. Un navire fait naufrage au large de la côte ouest de l'Australie. L'équipage a trouvé refuge dans le canot de sauvetage, mais a perdu les rames. Le canot est entraîné par le courant. Un hélicoptère de recherche s'en va à l'endroit où le navire a coulé, mais ne trouve pas les naufragés. Vers où devrait-il les chercher ? Pourquoi ?

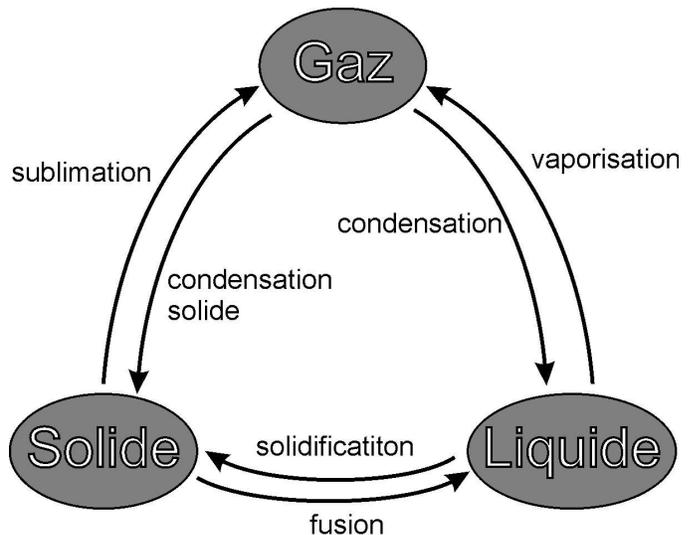
3.9 La circulation continentale de l'eau

Les changements de phases

Dans la nature, la matière est présente sous trois phases: solide, liquide et gazeuse. Évidemment, elle peut se transformer et passer d'une phase à une autre. Les différents changements sont illustrés sur le schéma de droite. Ces changements sont causés par des variations de température (ou de pression).

Pour une substance donnée, la matière la plus froide est à l'état solide. Lorsqu'on réchauffe un solide, il peut fondre (passer à l'état liquide) : c'est la fusion. Si on réchauffe un liquide, il peut passer à l'état gazeux : il se vaporise. Il y a deux sortes de vaporisation : l'évaporation et l'ébullition. Dans certains cas, une substance solide peut passer directement à l'état gazeux : c'est la sublimation.

En refroidissant une substance, on peut produire les changements inverses. Un gaz condense et redevient liquide lorsqu'il est refroidi.

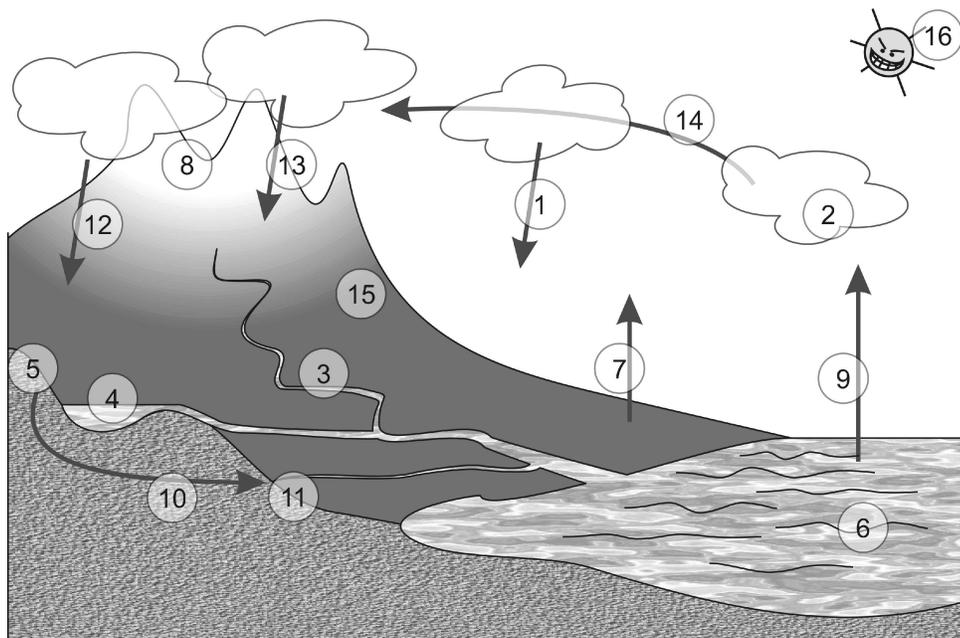


Exercices

1. Quel changement de phase pourrait-on observer en réchauffant un liquide ? _____
...un gaz ? _____ ...un solide ? _____
2. Comment se nomme une vaporisation où des bulles se forment dans le liquide ? _____
3. Quel changement de phase se produit lorsqu'un drap sèche sur une corde à linge ? _____
4. Que faut-il faire pour observer une condensation ? _____
5. D'où provient l'eau qui s'accumule dans une trompette ? _____

Le cycle hydrologique

6. L'eau de mer est-elle la même que l'eau des rivières ? Quelle différence y a-t-il ? _____
7. D'où vient l'eau que tu bois dans le corridor, à la fontaine ? _____
8. L'eau que tu bois est-elle la même que celle que les dinosaures buvaient ? Explique. _____
9. L'eau peut-elle être « emmagasinée » quelque part sur Terre ? Où ? _____
10. Comment se fait-il que l'eau qui coule dans les rivières soit douce alors que l'eau des océans est salée ? _____
11. On nomme _____ le processus assurant la circulation de l'eau sur les continents.
12. Nomme les étapes de ce processus. _____
13. Quelle est la source d'énergie à l'origine de cette circulation ? _____
14. Associe correctement chacun des termes suivants au bon numéro du dessin qui suit.
- | | | |
|-----------------------------|-----------------------|------------------------|
| a) cause du cycle _____ | f) rivière _____ | k) précipitation _____ |
| b) condensation _____ | g) infiltration _____ | l) ruissellement _____ |
| c) eau salée _____ | h) lac _____ | m) source _____ |
| d) évaporation _____ | i) océan _____ | n) stockage _____ |
| e) évapotranspiration _____ | j) percolation _____ | o) transport _____ |



3.10 L'énergie

L'énergie, c'est la vie. La première préoccupation de tout être vivant est la recherche de cette énergie lui permettant de vivre. Une plante verte pousse vers le haut afin de permettre à ses feuilles de capter le plus possible les rayons solaires, sa source d'énergie. Certaines, comme le tournesol, s'orientent même directement vers le Soleil. Les animaux sont à la recherche constante de nourriture (leur source d'énergie) afin de pouvoir vaquer à toutes leurs autres activités. L'être humain n'est pas différent.

L'énergie peut prendre différentes formes. L'énergie *thermique* correspond à la chaleur, l'énergie *cinétique* est l'énergie de mouvement et l'énergie *potentielle* est l'énergie emmagasinée pour plus tard. Par exemple, l'essence versée dans le réservoir d'une automobile est une réserve d'énergie qui pourra être utilisée plus tard, produisant du mouvement et de la chaleur. Ainsi, l'énergie potentielle est transformée en énergie thermique et cinétique. Dans le cas du corps humain, ce sont les glucides (dont les sucres) qui jouent le rôle de carburant.

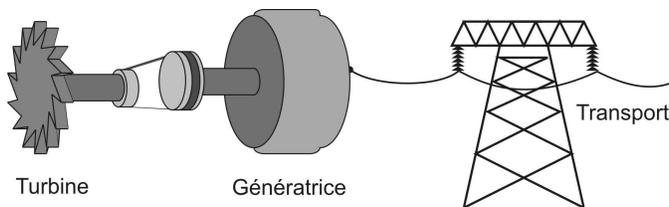
Tu t'es déjà penchée sur l'importance de l'électricité dans nos vies. L'électricité est facile à distribuer et à utiliser. Les besoins électriques de notre société sont énormes : en plus des besoins industriels et des transports, l'hiver québécois est froid. On cherche donc à éviter le gaspillage et à assurer un approvisionnement constant et régulier. Pour ce faire, on recherche de nouvelles façons de produire l'énergie électrique.

Ressources énergétiques

Les *ressources énergétiques* représentent l'ensemble de toutes les sources d'énergie possibles, toutes les façons qu'il peut y avoir de produire de l'énergie, électrique ou autre.

Certaines sources sont dites non renouvelables. Par exemple, c'est la transformation de végétaux en huiles et en gaz qui assure la formation du pétrole. Ce processus est très long... quelques millions d'années. On peut donc dire qu'une fois nos réserves de pétroles épuisées, nous n'en aurons plus. Par contre, certaines sources sont renouvelables, car on ne fait que profiter d'un phénomène régulier afin d'en faire de l'électricité. L'eau en mouvement actionne une turbine qui fait tourner une génératrice, laquelle produit de l'électricité. Tant que l'eau continue de couler, on a de l'électricité.

La production d'énergie électrique est presque toujours basée sur le même principe : on fait tourner une turbine qui entraîne une génératrice. Celle-ci produit l'électricité. Il y a autant de types de centrales électriques que de façon d'entraîner la turbine. La difficulté de produire l'électricité réside dans la façon de faire tourner cette turbine.



Exercices

1. Nomme quatre mouvements naturels pouvant être utilisés pour entraîner une turbine.

2. Nomme le type de centrale produisant de l'électricité à partir de chacun de ces mouvements

3. Ces sources d'énergie sont-elles renouvelables ?

4. Quelle source est surtout utilisée au Québec ?

5. Qu'est-ce que l'énergie « géothermale » ? _____

6. Trouve des endroits dans le monde où on utilise l'énergie géothermale. _____

7. Qu'est-ce que le *gradient géothermal* ? _____

8. Quelle condition faut-il pour que l'énergie géothermale puisse être utilisée ?

9. S'agit-il d'une source renouvelable ? Explique. _____

10. L'énergie géothermale est-elle une source intéressante au Québec ? Pourquoi ?

11. Comment nomme-t-on les centrales où de la vapeur actionne la turbine d'une centrale électrique ?

12. Comment chauffe-t-on l'eau afin de produire cette vapeur ? _____

13. Dans chacun des cas suivants, indique s'il s'agit d'énergie potentielle (1), cinétique (2) ou thermique (3).
Une soupe est chaude dans un chaudron. _____ Une soupe bouillonne (bouge) dans un chaudron. _____
On place 2 piles électriques dans une lampe. _____ Un repas est servi à table. _____
Une auto est détruite dans un accident. _____ On fait le plein d'essence d'une automobile. _____
Un skieur descend très vite. _____ Un barrage hydroélectrique retient de l'eau. _____
14. À l'aide des mêmes numéros que la question précédente, indique de quel type est la source d'énergie...
...d'une centrale géothermale ? _____ ...d'une centrale hydroélectrique ? _____
...d'une centrale solaire ? _____ ...d'une éolienne ? _____
15. Voici différents moyens de transport. Identifie la source d'énergie qui fait fonctionner chacun d'eux.
Vélo : _____ Automobile : _____
Tramway : _____ Calèche : _____

16. Voici différents types de centrales produisant de l'électricité, mais à partir de sources différentes. Identifie la source de chacun de ces types de centrale.

Éolienne : _____

Thermique solaire : _____

Nucléaire : _____

Thermique au charbon : _____

Hydroélectrique : _____

Marémotrice : _____

Géothermale : _____

Diesel : _____

17. Parmi ces mêmes sources, coche celle utilisant une énergie renouvelable ?

Éolienne

Thermique solaire

Nucléaire

Géothermale

Hydroélectrique

Marémotrice

Thermique au charbon

Diesel

18. Qu'est-ce qui cause la dérive des continents ? _____

19. Qu'est-ce qui cause le vent ? _____

20. Quelle est la cause de presque tous les mouvements non vivants observés dans la nature ? _____

21. Quelle est la source de chaleur à l'origine de tous ces mouvements ? _____



Barrage Daniel-Johnson (Manic 5) - rivière Manicouagan