

AU SOMMAIRE

PUZZLE
Tectonique des plaques

p. 2
L'enveloppe de la Terre est morcelée en plusieurs plaques qui bougent les unes par rapport aux autres.



ÉRUPTIONS
Des volcans par milliers

p. 3
Pourquoi un volcan se met-il soudain à cracher de la lave ? Pourquoi certaines éruptions sont calmes et d'autres explosives ?



SÉISMES
Ça tremble sous nos pieds

p. 4
La Terre est agitée de secousses chaque jour. Comment se produisent les séismes ou tremblements de terre ?



La Terre est une planète

active

La Terre est une planète extraordinaire. Portrait.

Il était une fois 8 planètes nées il y a près de 4,6 milliards d'années dans un coin de la Voie lactée (notre galaxie ou amas d'étoiles). Elles tournent autour d'une étoile, appelée Soleil. La troisième en partant de l'étoile est la Terre. Elle est située à environ 150 millions de kilomètres du Soleil. La Terre est une des 4 planètes rocheuses du système solaire (les 3 autres sont : Mercure, Vénus et Mars). Ces planètes ont un sol ferme, composé de roches. Les 4 autres planètes du système solaire sont essentiellement gazeuses (composées de gaz). Il s'agit de Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune. Parmi les planètes rocheuses du système solaire, la Terre est la seule dont l'enveloppe est morcelée en plusieurs plaques qui se déplacent de quelques centimètres par an. Ces déplacements font naître des volcans, des tremblements de terre, des montagnes, des océans... Ces

phénomènes changent l'aspect de la Terre au cours du temps. Heureusement, ils ne se produisent pas trop souvent dans des zones habitées. Quand cela arrive, ils peuvent faire d'énormes dégâts et tuer des milliers de personnes.

● Une planète pleine de vie

La Terre est la seule planète du système solaire où l'eau à l'état liquide ne manque pas. Elle est aussi entourée d'une couche de gaz, appelée atmosphère. Composée de vapeur d'eau, de gaz carbonique (CO₂),... l'atmosphère a le pouvoir d'emprisonner une partie de la chaleur reçue du Soleil. Elle l'empêche de retourner dans l'espace. C'est le fameux effet de serre. Il règne de cette façon une température moyenne de 15 °C à la surface de la Terre. De l'eau et une bonne température contribuent au développement de la vie. La Terre est la seule planète du système solaire à abriter une multitude d'êtres vivants. C'est une planète extraordinaire, dont les hommes ne prennent pas toujours soin.



La planète Terre est une planète active. Elle change d'aspect au cours du temps.



Repères

- Superficie de la Terre : 510 067 420 km² (70 % de sa surface est couverte par les océans).
- Périmètre à l'équateur (cercle imaginaire qui partage la Terre en 2 parties nord et sud) : un peu plus de 40 000 km.
- La Terre a un seul satellite (objet qui tourne autour d'une planète) naturel : la Lune.

Notre globe est âgé de 4,6 milliards d'années



La jeune Terre a été secouée d'énormes éruptions volcaniques.

Il y a 4,6 milliards d'années, un immense nuage de gaz et de poussières tournait tranquillement dans l'espace lorsqu'un événement est

venu le perturber (une étoile voisine a explosé par exemple). Du coup, les éléments présents dans le nuage se sont condensés (rapprochés et « collés » en-

semble) sous l'effet de la gravité (force d'attraction exercée par les astres). Au centre du nuage, on a vu se former une zone très dense (lourde) où la température s'est mise à monter. Quand celle-ci a atteint 10 millions de degrés, l'hydrogène (un des gaz présents dans le centre du nuage) est entré en fusion (a brûlé) pour se transformer en hélium (un gaz). Le Soleil est né. Dans le reste du nuage, des poussières et des roches se sont agglomérées (collées ensemble) pour former les 8 planètes du système solaire, dont la Terre.

● Une planète brûlante

La jeune Terre est une boule de roches brûlantes, formée de milliers de volcans en activité. Sa surface ressemble à une mer de roches en fusion. Les éléments les plus lourds, comme le fer et le nickel, s'enfoncent au

centre du globe. Ils forment le noyau de la Terre (voir page 2). Peu à peu, la température de la boule terrestre diminue : la surface devient solide (dure). La croûte terrestre apparaît. La Terre est à cette époque bombardée de météorites (roches qui voyagent dans l'espace) et secouée d'éruptions volcaniques. Des gaz tels que de la vapeur d'eau, de l'azote, du dioxyde de carbone (CO₂),... s'échappent de sa surface brûlante. La Terre s'entoure d'une atmosphère très différente de la nôtre. Elle contient de la vapeur d'eau, de l'azote, du CO₂,... mais pas d'oxygène. La vapeur d'eau forme de gros nuages et retombe sous forme de pluie. Comme le sol est brûlant, la pluie s'évapore aussitôt.

● Et voilà les océans

À un moment, la surface de la Terre est assez froide pour ne

plus provoquer l'évaporation immédiate de l'eau. La pluie, qui tombe sans arrêt pendant des centaines, voire des milliers d'années, use les montagnes, creuse des vallées. L'eau remplit les creux à la surface terrestre, donnant naissance aux océans. C'était il y a 4 milliards d'années. Il y a 3 500 à 3 800 millions d'années, les premiers êtres vivants apparaissent dans les océans sous la forme de minuscules bactéries (microbes). Comme les plantes, elles utilisent l'énergie solaire pour transformer du dioxyde de carbone (CO₂) et de l'eau en sucres, qui constituent leur nourriture. Ce procédé, appelé photosynthèse, produit un déchet : l'oxygène. Celui-ci enrichit petit à petit l'atmosphère de la Terre et permet le développement de la vie telle que nous la connaissons aujourd'hui.

La Terre est un vaste

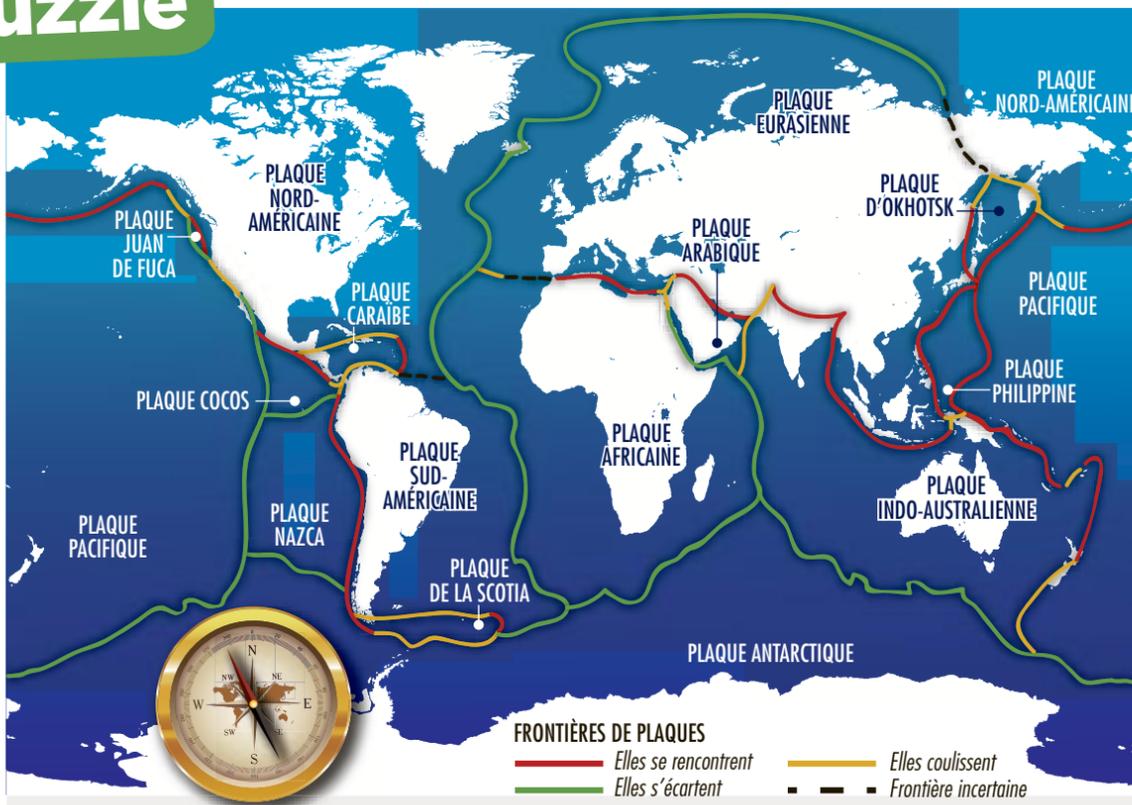
puzzle

L'enveloppe de la Terre ou lithosphère est composée de plusieurs plaques qui bougent les unes par rapport aux autres.

La peau de la Terre ou lithosphère est composée de la croûte terrestre et de la partie supérieure du manteau supérieur (voir la structure de la Terre ci-dessous). Elle ressemble à un puzzle. Elle est morcelée en une quinzaine de pièces, appelées plaques tectoniques. Certaines plaques portent un continent, d'autres un océan, d'autres encore un océan et un continent.

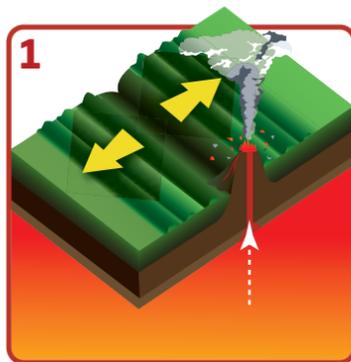
● La danse des plaques

Ces plaques bougent les unes par rapport aux autres à cause des mouvements des roches qui agitent le manteau (voir ci-dessous). Elles ne se déplacent que de quelques centimètres par an (plus ou moins 3 cm). Les mouvements de ces plaques s'appellent la tectonique des plaques. L'ennui, c'est que les plaques tec-



toniques ne sont pas souples comme les roches du manteau. Elles sont plus froides et donc plus rigides (dures) et cassantes. De plus, elles sont serrées les unes par rapport aux autres. Leurs déplacements provoquent des «accidents». Certaines plaques se rapprochent, d'autres s'écartent ou coulisent (glissent) les unes contre les autres. Ces mouvements ont des conséquences à la surface des continents et au fond des océans. Les phénomènes tels que les séismes (tremblements de terre), les éruptions volcaniques, la formation de montagnes... se produisent le plus sou-

vent le long des frontières qui séparent les différentes plaques. Voici les principaux types de mouvements.

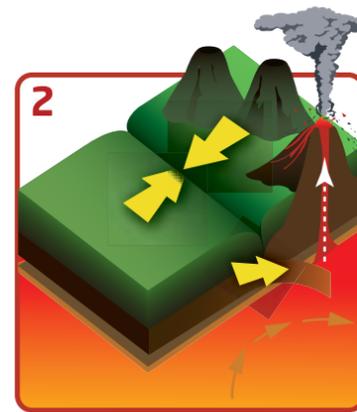


● Les plaques s'écartent

Lorsque deux plaques se séparent (voir dessin 1), du magma fondu (roches fondues) provenant de l'intérieur de la Terre remonte à la surface du globe par la faille (fente). Cela donne naissance à des volcans.

● Les plaques se cognent

Lorsque deux plaques se rapprochent, elles finissent par se cogner (dessin 2). Si une plaque est plus lourde que l'autre, la plus lourde (généralement celle qui est formée d'une croûte océanique) plonge sous la plus légère (généralement celle formée de croûte continen-



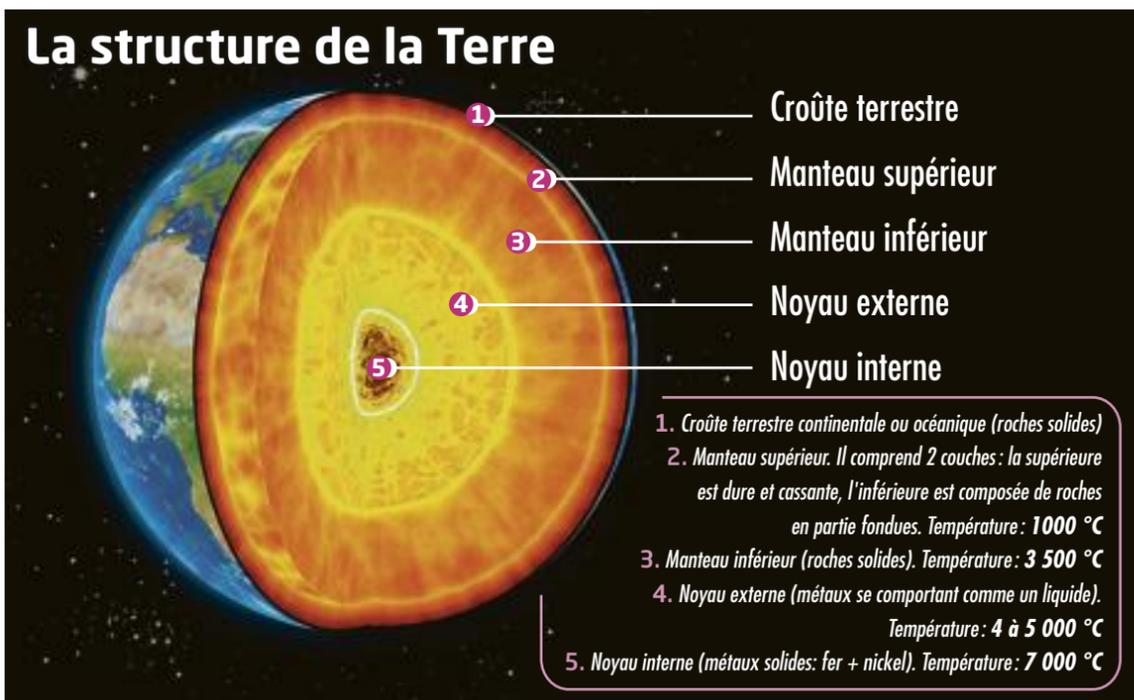
te). Ce phénomène s'appelle la subduction. La plaque qui plonge s'enfonce dans les couches plus chaudes de la Terre. Résultat : ses roches fondent. Si ces roches fondues ou magma remontent à travers la croûte terrestre, cela donne naissance à un volcan, assez explosif. La fonte des roches peut aussi donner naissance à une fosse (cela arrive surtout au fond des océans). Lorsque les deux plaques ont la même densité (sont aussi lourdes l'une que l'autre), aucune des deux ne plonge sous l'autre vers l'intérieur plus chaud de la Terre. Il n'y a pas de fonte de roches. Les plaques se cognent et se froissent et se soulèvent pour former des montagnes.

● Les plaques coulisent

Lorsque deux plaques coulisent l'une par rapport à l'autre, des failles se forment. Ce glissement n'est pas régulier : à certains endroits, de part et d'autre de la faille, ça coince, puis ça se décroche (ça bouge) pour bloquer à nouveau plus loin. Ce phénomène donne lieu à des tremblements de terre (plus de détails en page 4).

Ça bouge sous la surface

La structure de la Terre

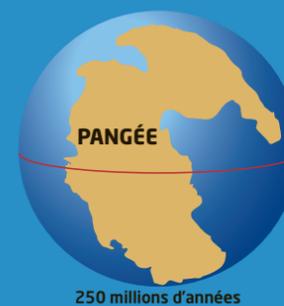


Sous la croûte terrestre, constituée de roches froides, les roches du manteau sont brûlantes. Plus on s'enfonce vers le centre de la Terre, plus c'est chaud. À la surface du noyau, il fait 5 000 °C. Avec une telle chaleur, les couches profon-

des devraient fondre et être liquides ! Or, les couches internes de la Terre sont plus ou moins solides. L'énorme pression (force) exercée par le poids des couches supérieures empêche les couches internes de fondre tout à fait. Par contre, des roches chauffées du manteau

remontent vers la surface (les roches chaudes sont plus légères que les froides). Puis, une fois refroidies, elles redeviennent plus lourdes et replongent. Ces mouvements forment des boucles qui entraînent les plaques lithosphériques.

La marche des continents



En 1912, Alfred Wegener, un scientifique allemand, découvre que les continents se déplacent à cause du mouvement des plaques tectoniques (voir ci-dessus). Ce phénomène s'appelle la dérive des continents. Voici 250 millions d'années, les continents sont tous soudés. Ils forment un supercontinent, appelé Pangée. Il est entouré d'un océan unique.

Puis, voici 135 millions d'années, le déplacement des plaques tectoniques fracture (fend) la Pangée en deux continents : la Laurasia au nord et le Gondwana au sud. Un océan se forme dans la fracture. Il s'appelle Téthys.



Il y a 65 millions d'années, de nouvelles fractures apparaissent. Les Amériques se séparent de l'Afrique et de l'Europe. L'océan Atlantique



apparaît. L'Amérique du Sud se rapproche de l'Amérique du Nord.

Les continents continuent à se déplacer aujourd'hui. Exemple : l'Afrique poursuit sa marche vers le nord et l'Europe. La mer Méditerranée se ferme progressivement et finira par disparaître. Le déplacement des continents est très, très lent. Il se produit sur des millions d'années.

La Terre se fabrique

un plancher sous-marin

Le fond des océans se renouvelle entièrement en l'espace de 200 millions d'années.

Si on enlevait toute l'eau des océans, on verrait apparaître des paysages hallucinants : d'immenses chaînes de montagnes (appelées dorsales), de grandes plaines, des fosses profondes de plusieurs kilomètres, des volcans,.... Le relief sous-marin est en fait créé par le mouvement des plaques tectoniques.

● Les dorsales

Les dorsales se situent à la frontière entre deux plaques tectoniques qui s'écartent. Ces montagnes se dressent en plein milieu de tous les océans du globe. Elles culminent (ont une hauteur) en moyenne à 2500m et forment une immense chaîne de près de 60 000 km de long qui fait le tour de la Terre. Les

Reporters/Barcroft

Une éruption volcanique sous-marine.

dorsales peuvent être fendues à certains endroits. Les fractures ressemblent à des vallées étroites, appelées rifts.

● Création et destruction de la croûte océanique

Du magma (roches en fusion) s'échappe des fractures ou failles des dorsales et coule le long de la pente montagneuse. Les éruptions volcaniques sont fréquentes au niveau des dorsales.

Au contact de l'eau, le magma refroidit et forme de nouvelles

roches, appelées basaltes. Ces roches s'empilent les unes au-dessus des autres en formant des sortes de coussins.

Il se crée sans cesse de la croûte océanique près des dorsales. Le fond des océans grandit petit à petit.

La croûte océanique s'éloigne de quelques centimètres chaque année de la dorsale. À un moment, elle finit par rencontrer une autre plaque tectonique. La croûte la plus lourde (généralement la croûte océanique) plonge sous la plus lé-

gère et retourne dans le manteau où les roches qui la composent entrent en fusion et se dissolvent (fondent).

À l'endroit où la croûte océanique plonge sous une plaque, il se produit des phénomènes comme des éruptions volcaniques ou l'apparition d'une fosse de plusieurs kilomètres de profondeur.

Le fond des océans n'arrête pas de bouger, de se construire, de se dissoudre. En l'espace de 200 millions d'années, il se renouvelle entièrement.



Repères

● À deux endroits sur Terre, une dorsale est située au-dessus du niveau de l'océan. De ce fait, elle est émergée (non recouverte d'eau) et donc, apparente. Dans ces régions, il y a des volcans et des séismes. L'une se situe à l'est de l'Afrique dans la république de Djibouti. L'autre traverse l'Islande (île du nord de l'Europe) et constitue une partie de la dorsale de l'océan Atlantique.

● Il y a des failles dans les dorsales qui ne crachent pas de magma. Dans ce cas, de l'eau de mer s'infiltré dedans. Elle se réchauffe au contact des roches profondes et se charge de minéraux. Puis, lorsque cette eau atteint environ 400 °C, elle remonte et jaillit toute noire (à cause des minéraux). Au contact de l'eau de mer, les minéraux se solidifient et forment, au fil du temps, des cheminées, appelées fumeurs noirs, les eaux sont brûlantes et toxiques (empoisonnées). Et pourtant, des espèces animales y vivent : de longs vers, des crabes,...

Quand un volcan

se réveille

Actifs ou pas ?



Associated Press / Reporters/A. Ibrahim

Le volcan Merapi en Indonésie (Asie) est à nouveau entré en éruption en novembre 2013. Il est très dangereux.

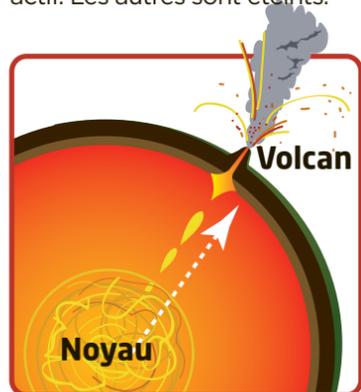
Il y a plus de 1500 volcans terrestres actifs, ce qui représente seulement le dixième de tous les volcans de la planète. Un volcan est dit actif si on observe des fumées, des grondements, des coulées de lave,.... Un volcan est éteint s'il n'a plus donné de signes d'activité depuis plus de 10 000 ans. S'il a connu une éruption depuis 10 000 ans, on le dit endormi.

La plupart des volcans naissent aux limites des plaques tectoniques (voir page 2). Certains se forment aussi au beau milieu d'une plaque au-dessus de points chauds (voir dessin ci-contre).

● Les points chauds

La Terre n'évacue pas seulement sa chaleur au bord des plaques mais aussi au milieu des plaques, là où des colonnes de chaleur remontent du noyau. Ces endroits

sont appelés points chauds. Au-dessus de ces points, les roches chauffent, le magma s'accumule et finit par sortir à travers la croûte en formant un volcan. Les points chauds ne bougent pas, les plaques, oui. Après des millions d'années, il se forme un alignement de volcans. Seul celui qui est au-dessus du point chaud reçoit du magma et est actif. Les autres sont éteints.



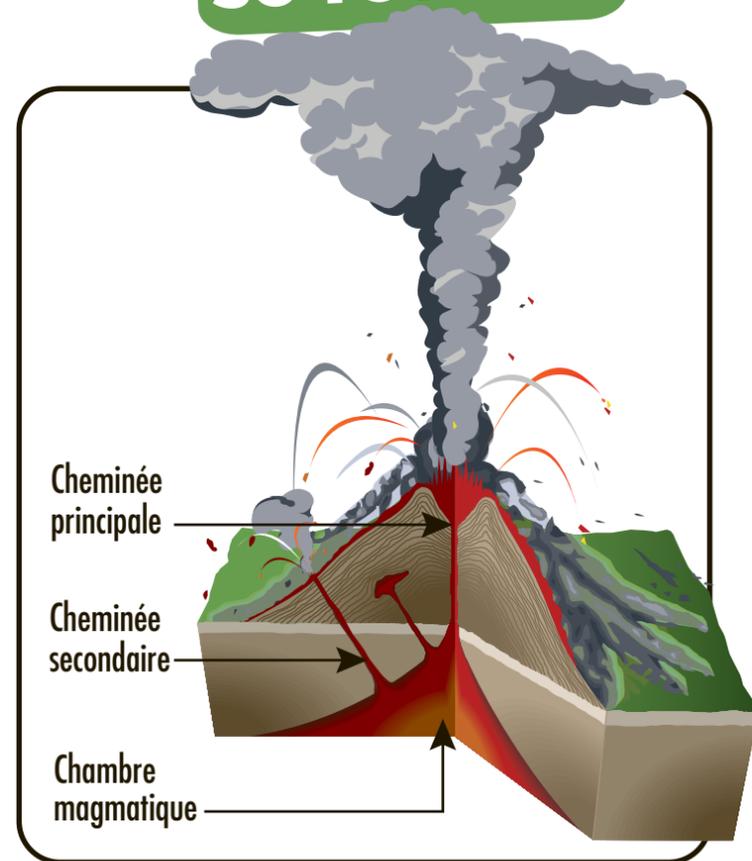
Pourquoi un volcan entre-t-il soudain en éruption ?

Le magma, une fois formé dans le manteau de la Terre, monte vers la surface. Il peut s'écouler directement mais souvent, il est bloqué par la croûte terrestre rigide (dure). Il s'accumule à plusieurs kilomètres de profondeur dans un réservoir, appelé chambre magmatique. Il peut y séjourner des siècles. Le magma contient des gaz dissous (dilués) : vapeur d'eau, dioxyde de carbone,.... Ces gaz font monter la pression dans la chambre magmatique... Et puis un jour, la pression est trop forte. Le magma remonte par un conduit, la cheminée, qui perce la croûte terrestre. Le volcan entre en éruption.

● Calme ou explosive ?

L'éruption peut être assez calme ou explosive. Tout dépend si le magma est fluide (plus ou moins liquide) ou plus ou moins visqueux (épais). Lorsque le magma remonte, les gaz dissous forment des bulles. Dans un magma fluide, les bulles de gaz remontent facilement et s'échappent à la surface. La lave (magma sorti du volcan et débarrassé des gaz) s'écoule du volcan.

Mais si le magma est visqueux, les bulles de gaz ont du mal à



s'échapper. Elles s'accumulent. La pression monte. À un moment, les bulles explosent et pulvérisent le magma et parfois les roches autour. L'éruption volcanique est explosive et accompagnée de projections : cendres, lambeaux de lave qui se solidifient dans l'air, roches... Les éruptions explosives sont les plus dangereuses. Les volcans tuent en moyenne un millier de personnes par an. Les volcans offrent aussi des richesses, dont les humains pro-

fitent. Les sols volcaniques sont riches et conviennent bien à l'agriculture. Des matières premières sont produites par les volcans : métaux (cuivre, fer, or, argent,...), diamants, soufre (qui sert à fabriquer des allumettes),... Les roches et la lave durcies servent de matériau de construction. Dans les régions volcaniques, l'eau des sources est souvent chaude. On peut se servir de cette chaleur pour fabriquer de l'électricité.

La Terre a

la tremblote

Repères

La Terre connaît de 500 000 à 1 million de séismes par an. Parmi eux, 100 000 sont ressentis (perçus) et 1 000 sont assez forts pour causer des dégâts. Peu de ces séismes destructeurs frappent des régions habitées.

Le foyer d'un séisme est l'endroit où il naît dans les profondeurs de la Terre. L'épicentre est le point qui se trouve à la verticale du foyer à la surface de la Terre. C'est à cet endroit que les secousses sont ressenties le plus fort.

La magnitude (force) d'un séisme est mesurée sur une échelle, appelée échelle de Richter, qui est graduée de 1 à 9.

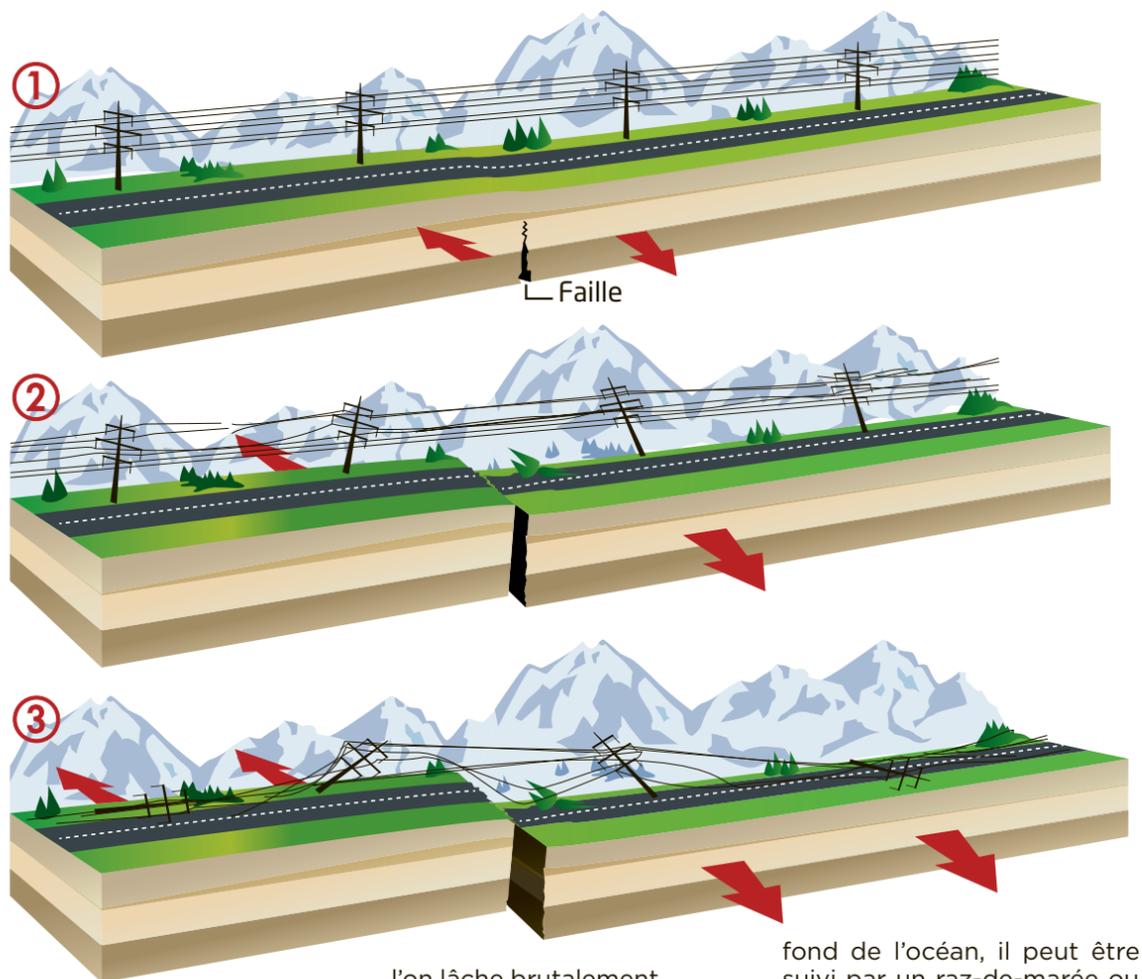
Les sismographes sont des appareils qui enregistrent les ondes sismiques. Ils permettent d'étudier les séismes. C'est très difficile de prévoir quand un séisme va se produire. Il y a peu de signes avant-coureurs (qui annoncent) du phénomène.

La danse des plaques tectoniques provoque des séismes ou tremblements de terre. Explications.

Le sol se met soudain à trembler. Cela ne dure en général que quelques dizaines de secondes mais c'est assez pour détruire une région. Les tremblements de terre ou séismes sont liés au mouvement des plaques tectoniques. Eh oui, encore elles! Pour comprendre comment se produit un séisme, observez bien les dessins ci-contre.

● Les failles

1. À force de se déplacer, de se cogner, de s'écarter... les plaques tectoniques se fendent de partout. Ces fentes ou failles sont des endroits fragiles dans la croûte terrestre. Il y a aussi des failles à la frontière entre deux plaques. Comme les plaques bougent sans cesse, de part et d'autre de la faille, les roches sont soumises à de fortes tensions (forces). Elles se déforment à la manière d'un ressort que l'on tend ou que l'on comprime (resserre). Les roches sont



cassantes mais elles supportent les déformations durant un certain temps. Durant la déformation, elles emmagasinent de l'énergie. Quand on tend ou resserre un ressort, il accumule aussi de l'énergie.

● La rupture

2. Il arrive un moment où les roches ne supportent plus les tiraillements. Elles se rompent (cassent) brutalement. Les blocs de part et d'autre de la faille glissent les uns par rapport aux autres. En se rompant, les roches libèrent l'énergie qu'elles avaient accumulée à la manière d'un ressort que

l'on lâche brutalement.

● La Terre tremble

3. Ce déplacement brutal de part et d'autre de la faille produit des ondes sismiques (vibrations) qui secouent les roches sur de longues distances autour du foyer du séisme (là où les roches ont décroché). La Terre tremble. Plus l'énergie libérée est grande, plus le séisme est fort. Ce sont surtout les ondes sismiques qui font de gros dégâts. Un séisme est souvent suivi par des répliques (autres séismes moins forts), le temps que les roches retrouvent une position stable. Lorsqu'un séisme a lieu au

fond de l'océan, il peut être suivi par un raz-de-marée ou tsunami (vague géante qui s'abat sur les côtes). Un tremblement de terre sous-marin produit des déplacements importants du fond océanique. Résultat : d'énormes masses d'eau s'agitent, se déplacent en gigantesques vagues qui peuvent s'abattre sur les côtes. Un tsunami est très dangereux pour les populations côtières. En mars 2011, le Japon (Asie) a été frappé par un séisme suivi d'un gigantesque tsunami. La catastrophe a provoqué la mort de 19 000 personnes et a détruit la centrale nucléaire de Fukushima.

Se protéger des secousses de la Terre

Les séismes peuvent tuer des milliers de personnes et faire de gros dégâts. Peut-on s'en protéger?

La Terre tremble chaque jour mais quand un séisme important se produit dans une région habitée, il peut tuer et blesser la population et faire d'énormes dégâts. Des bâtiments peuvent s'écrouler, des routes peuvent se déformer, des conduites de gaz peuvent céder et provoquer des incendies, des conduites d'eau peuvent être percées,...



Les sismographes (appareils qui enregistrent les vibrations du sous-sol) enregistrent des miniseousses. Le niveau d'eau dans les puits peut brusquement changer. Les animaux peuvent adopter des comportements étranges. Mais tous ces signes ne sont pas observés chaque fois avant un séisme et en plus, ils n'indiquent pas le jour et l'heure auxquels le sol va trembler. Il peut s'écouler des semaines entre l'apparition de ces signes et le séisme. Bref, il est impossible de prévoir quand la Terre va trembler. Par contre, les séismes ont tendance à être plus nombreux dans certaines régions du monde que dans d'autres. Dans ces zones, les sismologues (spécialistes des séismes) surveillent particulièrement leurs



Le 12 janvier 2010, l'île d'Haïti a été secouée par un énorme séisme.

appareils. Dès qu'ils enregistrent des secousses importantes, ils peuvent donner l'alerte pour que les secours s'organisent. Si les secousses se produisent dans le fond de l'océan, il y a un risque de voir s'abattre un tsunami sur les côtes. Les scientifiques donnent l'alerte pour que la population puisse se mettre à l'abri.

● Limiter le désastre

Dans les zones sensibles aux séismes, on peut aussi agir préventivement (avant la catastro-

phe) pour limiter les dégâts et sauver des vies lorsque le séisme se produit. Les mesures les plus efficaces sont : la construction de bâtiments parasismiques (qui résistent aux séismes et ne s'écroulent pas) sur des terrains adaptés, l'installation de systèmes qui ferment automatiquement les conduites de gaz (pour éviter les incendies) et d'eau (pour éviter les inondations) et l'éducation des populations pour que chacun sache ce qu'il doit faire, en cas de séisme.

En savoir plus



Le « Prince des Nuages » est une série de romans écrits par un scientifique, Christophe Galfard. Son truc est d'expliquer des phénomènes scientifiques (le climat, les étoiles, les volcans,...) en racontant des histoires. Le « Prince des Nuages » se passe dans le futur. La Terre, trop polluée, est inhabitable. L'humanité vit au-dessus des nuages. Les héros Tom, Tristam et Myrtille doivent comprendre le fonctionnement de la nature pour vaincre un roi qui veut tout dominer. Des fiches scientifiques parsèment les livres. Le 3^e tome (livre) vient de paraître.

● Le Prince des Nuages, La colère du ciel et du vent, C. Galfard, éd. Pocket jeunesse

Textes : Rita Wardenier
Journal des Enfants
38, route de Hannut - 5004 Bouge
Tel. : 081/24 88 93
E-mail : redaction@lejde.be
Site : www.lejde.be