THÈME

La planète Terre, l'environnement et l'action humaine

Cours 1 (08/10/2026) : Terre, système solaire et grandes échelles de temps, séisme et volcanisme.

A La Terre, le temps long, le jour et la nuit, les saisons

Objectif : connaître la place de la Terre dans le système solaire, comprendre l'échelle des temps géologique et comprendre les cyclicités.

B

Les séismes

Objectif : comprendre l'origine d'un séisme

C

Le volcanisme

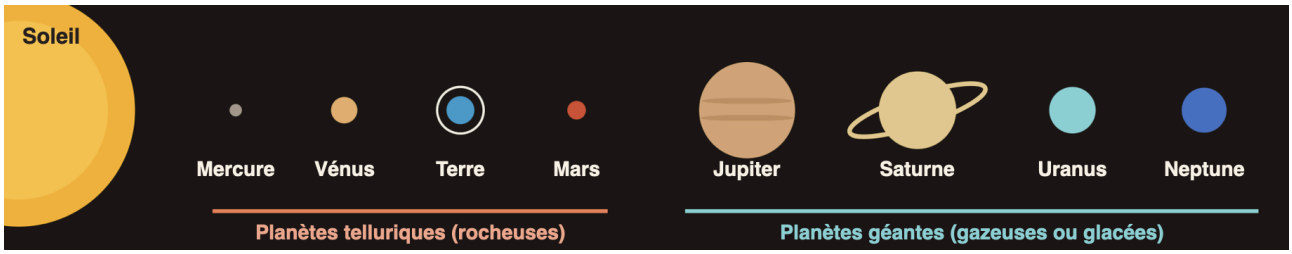
Objectif : comprendre l'origine du volcanisme sur Terre et les différences observées en fonction du contexte géodynamique.

A – La Terre, le temps long, le jour et la nuit, les saisons

Partie 1 : la Terre dans le système solaire et le globe terrestre

> La Terre est l'une des huit planètes qui tournent autour du Soleil, et la seule connue pour le moment qui abrite la vie.

Le système solaire. Il s'est formé il y a environ 4,57 milliards d'années, à partir d'un nuage de gaz et de poussières. Le Soleil est une étoile : il concentre plus de 99 % de la masse du système et fournit lumière



et chaleur. Autour de lui, huit planètes :

- quatre **planètes telluriques**, rocheuses : Mercure, Vénus, Terre, Mars ;
- quatre **planètes géantes** : Jupiter et Saturne (gazeuses), Uranus et Neptune (glacées).

Le programme de cycle 4 ne demande plus de décrire ces planètes : elles servent de repère pour situer la Terre.

Une planète favorable à la vie. La Terre réunit trois conditions que ses voisines n'ont pas ensemble : une température moyenne d'environ 15 °C, de l'eau liquide en surface (les océans couvrent environ 71 % du globe) et une atmosphère riche en dioxygène. Vénus est trop chaude (environ 460 °C en surface), Mars trop froide (environ −60 °C en moyenne) avec une atmosphère très ténue.

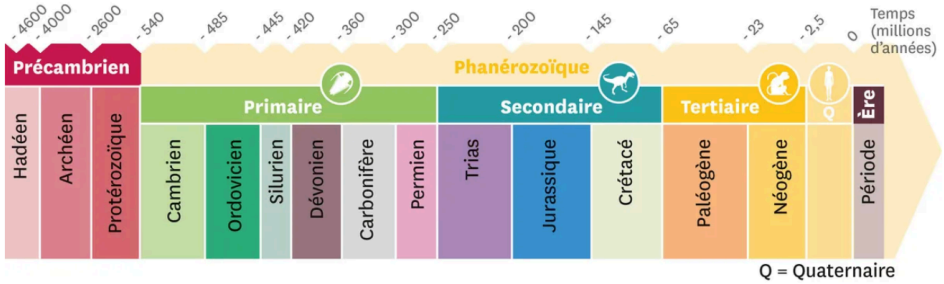
Le globe terrestre. La Terre est presque sphérique, légèrement aplatie aux pôles. La structure interne de la Terre sera étudiée dans la semaine 2.

Partie 2 : les grandes échelles de temps et l'histoire de la Terre

Le programme demande « d'appréhender différentes échelles de temps géologique et biologique ». Ces notions seront traitées plusieurs fois au cours des séances.

Dater le passé. Deux méthodes se complètent :

- **la datation relative** : dans une série de couches non déformées, les plus basses sont les plus anciennes (principe de superposition), et certains fossiles caractérisent une époque précise ;
- **la datation absolue** : des atomes radioactifs se désintègrent à une vitesse connue ; mesurer ce qu'il en reste dans une roche donne son âge.



Les ères géologiques. Le Paléozoïque (primaire), le Mésozoïque (secondaire) et le Cénozoïque (tertiaire) forment le **Phanérozoïque** (« vie visible »). Tout ce qui précède est appelé **Précambrien**. Les limites entre les ères coïncident avec de grandes crises biologiques.

Partie 3 : l'alternance du jour et de la nuit

> Le jour et la nuit viennent de la rotation de la Terre sur elle-même : le Soleil, lui, ne tourne pas autour de la Terre.

Une moitié éclairée, une moitié dans l'ombre. Le Soleil éclaire toujours la moitié de la Terre qui lui fait face. L'autre moitié, dans l'ombre de la Terre elle-même, est en pleine nuit.

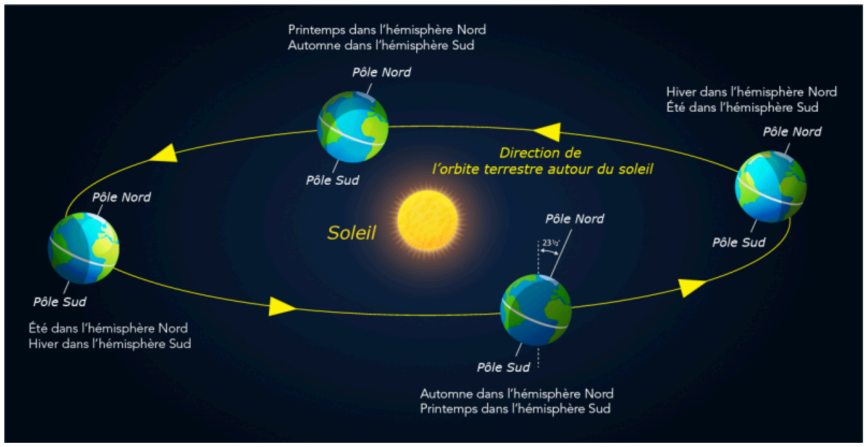
La rotation. La Terre tourne sur elle-même autour de l'axe des pôles en 24 heures environ. Un lieu passe donc, chaque jour, dans la moitié éclairée puis dans la moitié ombrée. En 24 h, la Terre fait un tour de 360°, soit 15° par heure : c'est l'origine des 24 fuseaux horaires. Quand il est jour chez nous, il est nuit de l'autre côté du globe, par exemple en Nouvelle-Zélande.

Partie 4 : les saisons et la durée du jour

> Les saisons viennent de l'inclinaison de l'axe de la Terre combinée à sa révolution autour du Soleil, et non d'une variation de la distance au Soleil.

Les deux mouvements de la Terre. Elle tourne sur elle-même en 24 h (**rotation**) et fait le tour du Soleil en 365,25 jours (**révolution**). Son axe de rotation est incliné d'environ 23,4° par rapport à la perpendiculaire au plan de son orbite. Cette inclinaison reste la même toute l'année : l'axe pointe toujours vers la même direction du ciel, près de l'étoile Polaire.

Pourquoi l'inclinaison crée les saisons. Selon sa position sur l'orbite, la Terre présente au Soleil tantôt son hémisphère nord, tantôt son hémisphère sud. L'hémisphère qui penche vers le Soleil connaît l'été, l'autre l'hiver. Les saisons sont donc inversées entre les deux hémisphères.



Deux effets s'ajoutent en été :

- le Soleil est plus haut dans le ciel : ses rayons arrivent plus proches de la verticale et la même énergie chauffe une surface plus petite ;
- les jours sont plus longs : le sol est chauffé plus longtemps.

> **UNE IDÉE REÇUE À CORRIGER**
>
> Ce n'est pas la distance au Soleil qui fait les saisons.

Aux **équinoxes**, le jour et la nuit durent chacun environ 12 h. Aux **solstices**, la durée du jour est maximale (été) ou minimale (hiver) dans l'hémisphère concerné.

La durée du jour selon la latitude.

- À l'équateur, le jour dure environ 12 h toute l'année, et il n'y a presque pas de saisons marquées par la température.
- Plus on s'éloigne de l'équateur, plus la durée du jour varie au cours de l'année.
- Au-delà des cercles polaires (environ 66,6° de latitude), le Soleil ne se lève pas en hiver (**nuit polaire**) et ne se couche pas en été (**jour polaire**).

★ À RETENIR

1. La Terre est une planète tellurique, presque sphérique, à 150 millions de km du Soleil ; l'eau liquide, l'atmosphère et la température y sont favorables à la vie.
2. La Terre a 4,54 milliards d'années.
3. Le jour et la nuit viennent de la rotation de la Terre en 24 h ; le Soleil se lève à l'est et se couche à l'ouest à cause de cette rotation.
4. Les saisons viennent de l'inclinaison de l'axe (23,4°) et de la révolution (365,25 jours), pas de la distance au Soleil.
5. La durée du jour varie avec la saison et la latitude : environ 12 h aux équinoxes, maximale au solstice d'été, minimale au solstice d'hiver.

TROIS ERREURS FRÉQUENTES À ÉVITER

« L'été, la Terre est plus près du Soleil » · « Le Soleil tourne autour de la Terre » · « La nuit, la Lune cache le Soleil ».

B – Les séismes

Partie 1 : qu'est-ce qu'un séisme ?

Un séisme (ou tremblement de terre) est une secousse du sol, due à la rupture brutale de roches en profondeur.

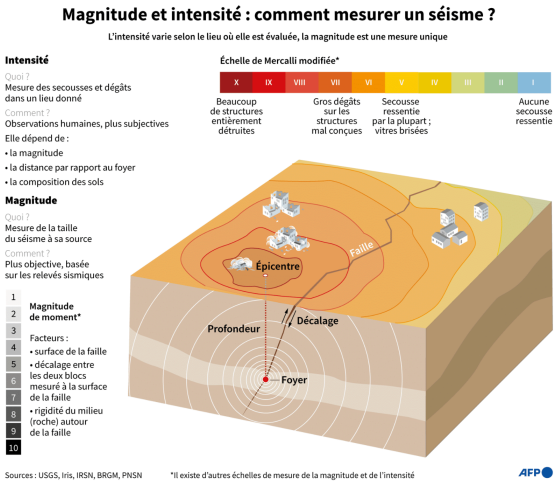
Après un séisme, on observe parfois que le sol s'est cassé en deux blocs, décalés l'un par rapport à l'autre. Cette cassure s'appelle une **faille**. Dans une région traversée par une faille, les séismes se répètent.

Partie 2 : quelle est l'origine des secousses ?

Les secousses ressenties en surface sont dues à l'arrivée d'ondes sismiques, des vibrations qui partent du lieu de la rupture et se propagent dans toutes les directions.

Vocabulaire. Le **foyer** est le point, en profondeur, où les roches se rompent. L'**épicentre** est le point de la surface situé à la verticale du foyer. Les secousses sont en général les plus fortes près de l'épicentre.

Les ondes sismiques. On distingue trois familles d'ondes, enregistrées par un sismomètre sous la forme d'un sismogramme.



Onde	Ce qui la caractérise	Traverse
Ondes P (primaires)	Les plus rapides (environ 6 km/s dans la croûte) ; elles arrivent en premier	Solides et liquides
Ondes S (secondaires)	Plus lentes (environ 3,5 km/s) ; elles arrivent après les ondes P	Solides uniquement
Ondes de surface	Les plus lentes, avec de grands mouvements du sol ; elles causent la plupart des dégâts	La surface

Mesurer un séisme. Deux grandeurs ne sont pas à confondre :

- **la magnitude** mesure l'énergie libérée au foyer. Elle est unique pour un séisme. Quand elle augmente de 1, l'énergie est environ 32 fois plus grande ;
- **l'intensité** mesure les effets observés en un lieu (de I à XII). Elle varie avec la distance à l'épicentre, la nature du sol et la qualité des bâtiments.

Partie 3 : qu'est-ce qui déclenche les ondes sismiques ?

Les séismes ne sont pas répartis au hasard : ils se produisent donc dans des zones tectoniquement actives. On constate également que les séismes se produisent au niveau de failles.

> Les ondes sismiques sont émises quand des roches, soumises à des contraintes, se rompent le long d'une faille et libèrent d'un coup l'énergie accumulée.

1. **Les roches sont poussées.** De part et d'autre d'une faille, des forces appelées **contraintes** s'exercent sur les roches. Elles s'accumulent lentement, pendant des années ou des siècles, et les roches se déforment.
2. **Les roches se rompent.** Lorsque la résistance des roches est dépassée, elles cassent et glissent brutalement l'une par rapport à l'autre le long de la faille.
3. **Les ondes sont émises.** L'énergie accumulée est libérée au foyer. Les ondes sismiques se propagent jusqu'à la surface et provoquent les secousses.

> **POUR COMPRENDRE**
>
> On peut comparer la situation à une règle en bois que l'on plie lentement : elle se déforme, puis casse d'un coup en libérant de l'énergie.

Plus un séisme libère d'énergie, plus la rupture est étendue. Les séismes se regroupent le long des failles, là où les roches subissent le plus de contraintes.

Partie 4 : comment sont localisées les zones de séismes sur la Terre ?

> À l'échelle du globe, les séismes ne sont pas répartis au hasard : ils dessinent des lignes et des bandes étroites, très visibles autour de l'océan Pacifique (la « ceinture de feu »).

Ces alignements marquent les limites des **plaques lithosphériques**, de grands morceaux rigides de la surface du globe qui se déplacent lentement, de quelques centimètres par an. Les plaques et leurs mouvements seront étudiés dans le cours suivant.

Le risque sismique. On ne sait pas prédire un séisme (ni sa date, ni son lieu exact, ni sa magnitude), mais on sait où ils sont probables : c'est l'**aléa sismique**. Les dégâts dépendent aussi de la **vulnérabilité** des populations et des constructions. Un même séisme n'a pas les mêmes conséquences selon la qualité des bâtiments, la densité de population et la préparation des habitants. La prévention repose sur des règles de construction parasismiques, sur l'information et sur l'apprentissage des bons gestes.

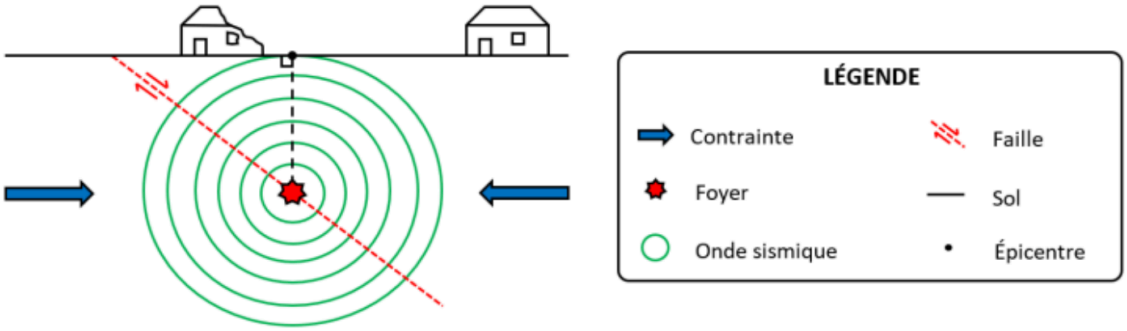


Schéma de l'origine des ondes sismiques

★ À RETENIR

Un séisme est la libération brutale d'énergie accumulée dans des roches soumises à des contraintes, qui se rompent le long d'une faille. Cette énergie se propage sous forme d'ondes sismiques, qui provoquent les secousses en surface.

1. Les contraintes s'accumulent de part et d'autre d'une faille, puis les roches se rompent au foyer.
2. Les ondes sismiques (P, S, de surface) se propagent du foyer jusqu'à l'épicentre et au-delà.
3. On localise l'épicentre avec au moins trois stations, grâce à l'écart d'arrivée entre les ondes P et S.
4. La magnitude mesure l'énergie du séisme ; l'intensité mesure ses effets en un lieu.
5. Les séismes se concentrent le long des limites de plaques lithosphériques.

Vocabulaire des séismes

Mot	Définition
Séisme	Secousse du sol due à la rupture brutale de roches en profondeur
Faille	Cassure des roches avec déplacement de blocs l'un par rapport à l'autre
Contrainte	Force exercée sur les roches, qui les déforme
Foyer	Point en profondeur où les roches se rompent
Épicentre	Point de la surface à la verticale du foyer
Onde sismique	Vibration émise au foyer et propagée dans toutes les directions
Sismomètre	Instrument qui enregistre les ondes sismiques ; son tracé est un sismogramme
Magnitude	Mesure de l'énergie libérée par un séisme
Intensité	Mesure des effets d'un séisme en un lieu donné
Aléa	Probabilité qu'un phénomène dangereux se produise dans une zone
Vulnérabilité	Sensibilité des personnes et des constructions aux dégâts

C – Le volcanisme

Partie 1 : qu'est-ce qu'une éruption volcanique ?

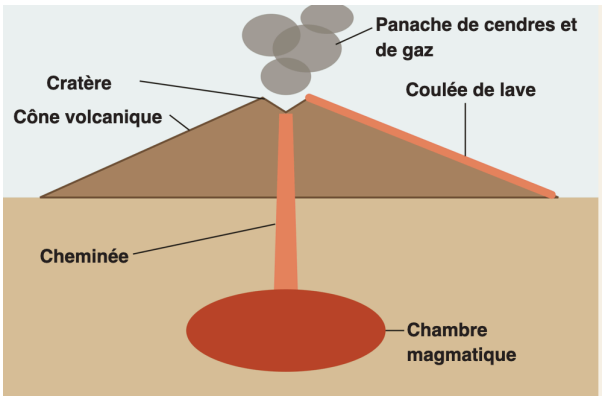
> Une éruption volcanique est l'arrivée en surface de matériaux venus de la profondeur : du magma, des gaz et des fragments de roche.

Un **volcan** est un relief construit par l'accumulation des produits de ses éruptions. Sous le volcan, le magma s'accumule dans une **chambre magmatique**, puis remonte par une cheminée jusqu'au cratère.

Le **magma** est de la roche partiellement fondue, qui contient aussi des gaz dissous et des cristaux. Lorsqu'il arrive en surface et qu'il a perdu ses gaz, on l'appelle **lave**.

Une éruption émet trois types de produits :

- des **coulées de lave**, qui s'écoulent sur les pentes puis se solidifient en refroidissant ;
- des **gaz** : surtout de la vapeur d'eau, du dioxyde de carbone et du dioxyde de soufre ;
- des **projections** : cendres, ponces et blocs de roche lancés dans l'air.



Partie 2 : pourquoi y a-t-il deux types d'éruptions ?

La nature du magma explique le type d'éruption : un magma fluide donne une éruption calme (effusive), un magma visqueux donne une éruption violente (explosive).

Les magmas diffèrent par leur composition, surtout par leur teneur en silice. Plus un magma contient de silice, plus il est **visqueux**, c'est-à-dire pâteux : il s'écoule difficilement, comme du miel comparé à de l'eau.

	Magma basaltique	Magma andésitique (ou rhyolitique)
Teneur en silice	Environ 50 %	Plus de 60 %
Température	Environ 1 100 à 1 200 °C	Environ 700 à 900 °C
Viscosité	Faible : magma fluide	Forte : magma pâteux
Gaz	S'échappent facilement	Piégés dans le magma
Type d'éruption	Effusive	Explosive

Éruption effusive. Le magma est fluide : les gaz s'en échappent sans difficulté et la lave coule en nappes ou jaillit en fontaines. L'éruption est calme et fait peu de victimes directes. Exemples : le Piton de la Fournaise (La Réunion), Hawaï, l'Islande.

Éruption explosive. Le magma est visqueux : les gaz restent piégés, la pression augmente jusqu'à l'explosion. Elle projette des colonnes de cendres et de gaz et peut produire des **nuées ardentes**, des avalanches de gaz et de cendres brûlants. Exemples : le Vésuve (79 après J.-C.), la Montagne Pelée (1902), le Pinatubo (1991).

POUR COMPRENDRE

Une bouteille de boisson gazeuse que l'on secoue puis que l'on ouvre brutalement projette son contenu, car les gaz dissous s'échappent d'un coup. Dans un magma visqueux, les gaz ne peuvent pas s'échapper doucement ; ils sont libérés violemment.

Ces deux types sont des extrêmes : un même volcan peut, selon les éruptions, produire des coulées de lave ou des explosions.

Partie 3 : d'où vient le magma ?

Le magma se forme en profondeur, par la fusion d'une petite partie des roches du manteau, puis il remonte vers la surface.

Sous la croûte terrestre se trouve le manteau, formé de roches solides. Il n'y a donc pas « d'océan de lave » sous nos pieds. Dans certaines zones du globe, les conditions changent (température, pression, présence d'eau) et une partie seulement des roches du manteau fond : c'est la **fusion partielle**. Le reste demeure solide.

Le magma ainsi formé est moins dense que les roches qui l'entourent. Il remonte donc lentement et s'accumule dans une chambre magmatique, à quelques kilomètres sous le volcan. Quand la pression devient trop forte, le magma emprunte la cheminée et l'éruption commence. À mesure qu'il monte, la pression diminue et les gaz dissous se libèrent.

Le magma ne se forme pas partout : il apparaît seulement dans des zones particulières du globe. C'est ce qui explique que les volcans ne soient pas répartis au hasard.

Partie 4 : où se trouvent les volcans ?

> Les volcans actifs ne sont pas répartis au hasard : on les trouve surtout le long des limites des plaques lithosphériques, aux mêmes endroits que la plupart des séismes.

Sur une carte du monde, les volcans actifs et les séismes se superposent largement. Autour de l'océan Pacifique, ils forment la « ceinture de feu ». On en déduit qu'ils ont une cause commune : l'activité interne du globe et le mouvement des plaques, qui sera étudié dans le cours suivant.

On distingue trois contextes principaux.

Contexte	Position	Magma et éruption typiques	Exemples
Dorsale océanique	Limite où deux plaques s'écartent	Basaltique, éruption effusive	Islande
Zone de subduction	Limite où une plaque s'enfonce sous une autre	Andésitique, éruption souvent explosive	Pinatubo, Montagne Pelée
Point chaud	Loin des limites de plaques	Basaltique, éruption effusive	Hawaï, La Réunion

Le type d'éruption dépend donc du type de magma, et le type de magma dépend du contexte où il se forme.

Risques volcaniques et effets sur le climat

> Les volcans présentent des risques très différents selon le type d'éruption, et les très grandes éruptions peuvent même modifier le climat de la planète.

Phénomène	Danger
Coulée de lave	Lente : elle détruit les biens, mais laisse le temps d'évacuer
Nuée ardente	Très rapide et brûlante : elle détruit tout sur son passage. En 1902, elle a anéanti Saint-Pierre à la Martinique (environ 28 000 victimes)
Cendres et ponces	Toits qui s'effondrent, difficultés respiratoires, trafic aérien perturbé
Gaz volcaniques	Irritants ou toxiques pour les personnes et les cultures

Surveiller et protéger. On ne peut pas empêcher une éruption, mais on peut la surveiller : des observatoires volcanologiques mesurent les petits séismes, la déformation du volcan et les gaz émis. En France, c'est le cas à La Réunion, en Guadeloupe et en Martinique. Cette surveillance permet de prévenir et d'évacuer les populations, ce qui réduit leur vulnérabilité.

Effets sur le climat. Une très grande éruption envoie des cendres et des gaz soufrés haut dans l'atmosphère, qui filtrent une partie de la lumière du Soleil. Après l'éruption du Pinatubo en 1991, la température moyenne de la Terre a baissé d'environ 0,5 °C pendant un à deux ans. Des éruptions de très grande ampleur ont aussi pu contribuer à des crises de la biodiversité dans l'histoire de la Terre.

Des bénéfices. Les cendres et les laves, en s'altérant, donnent des sols fertiles. La chaleur interne est utilisée comme source d'énergie (géothermie). C'est une des raisons pour lesquelles des populations vivent près des volcans.

★ À RETENIR

Le volcanisme est l'arrivée en surface de magma venu du manteau. Son type dépend de la viscosité du magma, et sa localisation dépend de l'activité interne du globe.

1. Le magma se forme par fusion partielle de roches du manteau, remonte et s'accumule dans une chambre magmatique.
2. Un magma basaltique est fluide et donne une éruption effusive (coulées de lave).
3. Un magma andésitique ou rhyolitique est visqueux, piège ses gaz et donne une éruption explosive (nuées ardentes, cendres).
4. Les volcans actifs se trouvent surtout aux limites de plaques (dorsales, subduction) et sur des points chauds, aux mêmes endroits que la plupart des séismes.
5. Les volcans présentent des risques, qu'on surveille pour prévenir les populations ; ils ont aussi des bénéfices.

Vocabulaire du volcanisme

Mot	Définition
Volcan	Relief construit par l'accumulation des produits d'éruptions
Magma	Roche partiellement fondue contenant des gaz dissous et des cristaux
Lave	Magma arrivé en surface, qui a perdu ses gaz
Chambre magmatique	Réservoir de magma situé en profondeur sous le volcan
Cratère	Ouverture au sommet du volcan par laquelle sortent les produits de
Viscosité	Résistance d'un liquide à l'écoulement (un liquide visqueux est pâteux)
Éruption effusive	Éruption calme, avec écoulement de lave fluide
Éruption explosive	Éruption violente, avec projections de cendres et de gaz
Nuée ardente	Avalanche de gaz et de cendres brûlants dévalant les pentes
Fusion partielle	Fusion d'une partie seulement des roches du manteau
Point chaud	Zone de volcanisme située loin des limites de plaques