

Volcans



Saviez-vous que l'un des désastres naturels les plus meurtriers au Canada a été d'origine volcanique? Plus de deux mille autochtones des Premières nations perdirent la vie lors d'une dévastatrice éruption dans le nord de la Colombie-Britannique en 1775. Cette éruption ne fut que l'une des centaines qui ont modifié le paysage du Canada occidental au fil des quelques derniers millions d'années. Ces volcans, récents à l'échelle des temps géologiques, font partie du processus dynamique du soulèvement des montagnes et des séismes qui touchent la plus grande partie de la masse continentale la plus à l'ouest du pays, c'est-à-dire en Colombie-Britannique et au Yukon. Les formes de terrain volcaniques abondent dans la région et dans certains cas (comme aux îles hawaïennes), elles déversent des coulées de lave alors qu'ailleurs elles donnent lieu à des éruptions explosives (comme au mont St. Helens dans l'État de Washington en 1980). Les Canadiens n'ont cependant pas à se rendre dans des régions éloignées pour observer des volcans. Si vous habitez en Colombie-Britannique ou au Yukon, ils sont tout près. Par exemple, juste au nord de Vancouver, le mont Garibaldi peut être observé de la route menant à la municipalité de Whistler. Du point de vue de la route 99 à cinq kilomètres au sud de Squamish, le double pic du volcan est facile à reconnaître. Dans le parc provincial Brandywine, juste au sud de Whistler, le ruisseau Brandywine s'est creusé un canyon dans des coulées de lave datant de 35 000 ans pour former une chute spectaculaire à la tête du canyon.

Répartition des principaux complexes volcaniques au Canada et à l'échelle mondiale

Un grand nombre des volcans du Canada sont situés dans des régions isolées et ne sont que rarement observés. Ce cône de débris fait partie du complexe volcanique du mont Edziza dans le nord de la Colombie-Britannique. Ce complexe a été actif pendant au moins huit millions d'années. L'éruption du cône Eve date d'environ 1000 ans.



Figure 1 : Cône Eve

Source : Photographie de C.J. Hickson, Commission géologique du Canada

Les volcans ne semblent pas faire partie de la réalité quotidienne des Canadiens; cependant dans toute la Cordillère occidentale canadienne (Colombie-Britannique et Yukon) un grand nombre de volcans restent actifs du point de vue de la géologie. Des séismes récurrents sous nos pieds et de gigantesques et majestueuses montagnes nous rappellent que cette région du Canada est géologiquement active. La possibilité d'une éruption, même d'une grosse éruption explosive, ne peut être écartée. Bien qu'ils paraissent actuellement tranquilles, les volcans de l'Ouest canadien font partie du « Cercle de feu » du Pacifique.

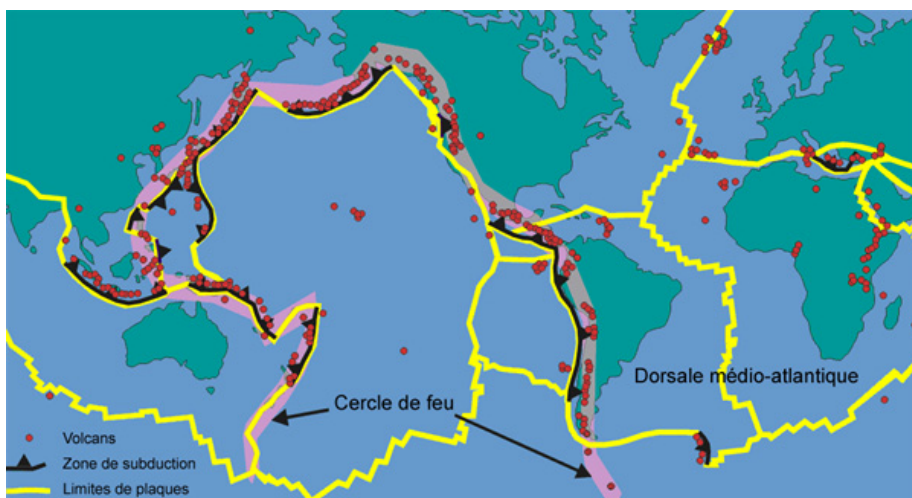


Figure 2 : Le Cercle de feu du Pacifique et la tectonique des plaques

Source : Hickson, C.J. 2005, Commission géologique du Canada

La croûte terrestre est fragmentée en grandes régions appelées « plaques ». Les plaques se déplacent dans des directions différentes et s'entrechoquent dans des régions appelées zones de subduction (lignes noires portant de petits triangles) ou

s'écartent l'une de l'autre comme le long de la limite de plaques courant au centre de l'océan Atlantique (dorsale médio-atlantique). Les nombreux volcans entourant l'océan Pacifique sont appelés le Cercle de feu.

De fait, dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique et les régions adjacentes des États-Unis, une plaque tectonique au large des côtes se force un passage sous le rebord de la croûte continentale, ce qui engendre des séismes et soulève des chaînes de montagnes. C'est dans le cadre de ce processus que de la roche fondue remonte à la surface et forme des volcans. Parmi les volcans de l'extrémité nord de la chaîne des Cascades, on compte les monts Garibaldi et Meager, au nord de Vancouver, ainsi que les monts St. Helens, Baker et Rainier, tous dans l'État de Washington.

À l'ouest de l'île de Vancouver, il y a également une dorsale sous-marine appelée la dorsale Juan de Fuca, le long de laquelle la croûte terrestre est étirée et déchirée et où du nouveau magma (roche à l'état liquide) jaillit pour former de la croûte océanique. Cette dorsale est en réalité un long volcan linéaire dont des segments entrent fréquemment en éruption. À l'échelle des temps géologiques graduée en millions d'années, cette nouvelle croûte océanique sera bientôt détruite dans la zone de subduction sous le littoral. À mesure que la croûte océanique s'enfonce sous le continent, l'élévation de la température et de la pression produit un riche mélange de fluides issus de la croûte descendante. Ces fluides fondent les roches sus-jacentes, créant ainsi le magma qui atteindra éventuellement la surface de la Terre et formera des volcans.

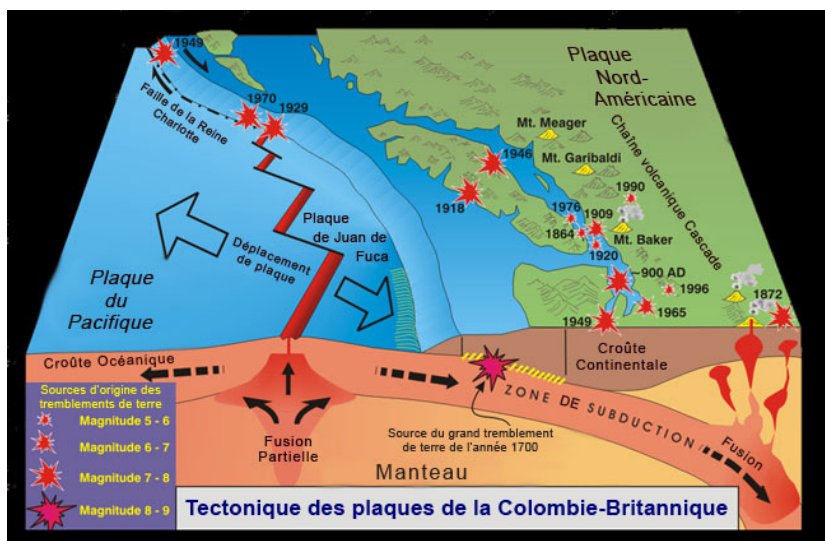


Figure 3. Subduction

Source : Commission géologique du Canada

Au large des côtes de l'île de Vancouver, une petite plaque crustale appelée la plaque Juan de Fuca se déplace lentement en direction de l'est. Simultanément, la plaque nord-américaine se déplace lentement en direction de l'ouest. Cette colossale collision force la mince plaque Juan de Fuca à s'enfoncer sous la plaque nord-

américaine. Ce processus est appelé subduction, il soulève les montagnes et engendre les séismes et les volcans.

En plus des processus soulevant les dorsales océaniques et produisant les zones de subduction, des volcans peuvent être engendrés d'autres manières et le Canada recèle également ces autres types de volcans. Parfois la croûte du continent est déchirée par des forces gigantesques agissant sous la surface. Dans ces régions il y a « fuite » de lave à la surface et création d'une « zone de rift continental ». La ceinture volcanique de Stikine dans le nord de la Colombie-Britannique constitue un bon exemple de ce processus. C'est là que s'est produit le volcanisme le plus récent au Canada.

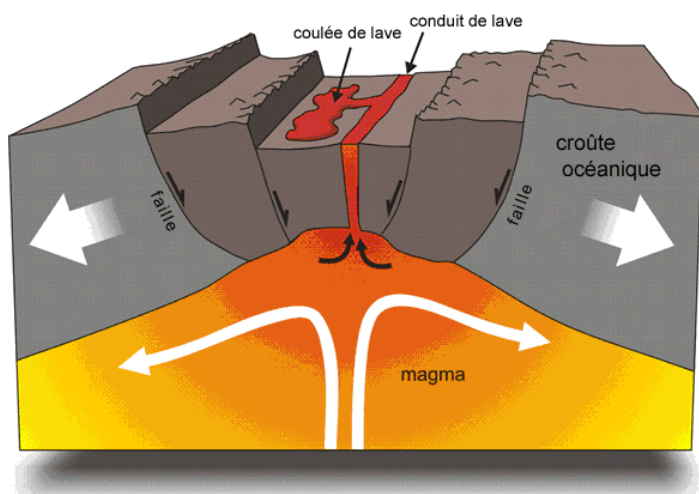


Figure 4 : Rifts continentaux

Source : Modifiée et utilisée avec la permission de Clague et coll., 2006. At Risk: Earthquakes and Tsunamis on the West Coast. Tricouni Press : Vancouver, Canada

En certains endroits, la croûte continentale est soumise à de grandes contraintes de traction, suffisantes pour en amorcer l'étirement et le déchirement. Ces régions sont appelées zones de rifts continentaux. Du magma s'élève alors vers la surface et émerge le long des zones affaiblies (fractures) engendrées par l'étirement de la croûte. On trouve également de ces zones dans les océans. La mieux connue est la dorsale médio-atlantique.

Sous la croûte terrestre solide se trouve une région aux matériaux semi-fondus appelée le manteau. Le manteau se déplace à une échelle gigantesque, entraînant la chaleur vers le haut dans certaines régions et vers le bas dans d'autres. Lorsque la chaleur est entraînée vers le haut, il y a création de volcans de « points chauds ». Dans le manteau, les régions où il y a remontée sont relativement stationnaires, mais la croûte se déplace inexorablement au-dessus d'elles. Ce processus engendre des chaînes de volcans dont les plus anciens sont au bord de la croûte continentale

et les plus jeunes plus loin vers l'intérieur des terres. La zone volcanique d'Anahim dans la partie centrale de la Colombie-Britannique a été formée par un tel processus.

Toutes ces forces tectoniques ont engendré des régions volcaniques en Colombie-Britannique. Ces régions recèlent toute une gamme de types de volcans. Les volcans associés à la subduction (ceintures de Wrangell et de Garibaldi) sont principalement de grands volcans explosifs alors que dans la zone de rift continental de la ceinture de Stikine on trouve principalement de plus petits centres volcaniques (cônes de débris) et de grands volcans boucliers qui ne sont pas particulièrement violents. La ceinture volcanique d'Anahim renferme des cônes de débris et des volcans boucliers.

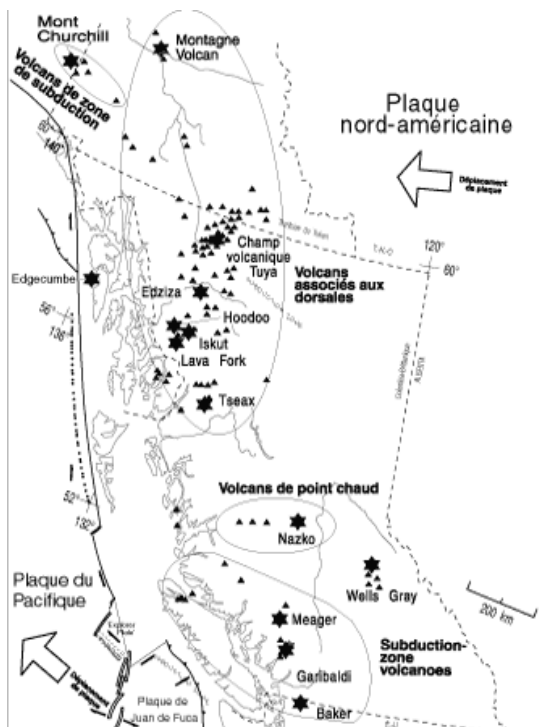


Figure 5 : Les volcans géologiquement récents du Canada

Source : Commission géologique du Canada

Les volcans géologiquement jeunes sont ceux âgés de moins de 1 000 000 d'années. À l'échelle de l'homme cela peut paraître long, mais du point de vue de la géologie cet intervalle permet de délimiter les régions tectoniquement actives où des éruptions sont possibles à l'avenir. Au nord, la ceinture de Wrangell doit son origine à la subduction qui a lieu sous l'Alaska. La ceinture de Stikine doit son existence à la formation d'un rift continental, celle d'Anahim à la présence d'un point chaud et celle de Garibaldi à la subduction. Les principaux volcans persistants sont représentés par des étoiles.

Description des dangers

La plupart des volcans du Canada peuvent être qualifiés de géants endormis. L'activité volcanique passée a créé des régions d'une incroyable beauté. Une topographie saisissante, des chutes et des formations rocheuses aux couleurs de l'arc-en-ciel ont été préservées dans un certain nombre de parcs provinciaux de la Colombie-Britannique (ceux de Tweedsmuir, de Wells Gray et de Garibaldi par exemple). Cette beauté masque le caractère potentiellement destructeur des volcans.



Figure 6 : Chutes Helmcken

Source : Photographie de C.J. Hickson, Commission géologique du Canada

Les majestueuses chutes Helmcken, d'une hauteur de 137 mètres, se classent au cinquième rang des plus hautes au Canada. Elles doivent leur origine aux couches de roches volcaniques déposées dans la large vallée de la rivière Murtle. La superposition de plusieurs couches de lave refroidie a engendré de grandes étendues planes qui ont été balayées par de gigantesques crues à la fin de la dernière glaciation. Ces crues ont entaillé la falaise verticale dans les coulées de lave que dévale maintenant la rivière. La préservation des chutes Helmcken a constitué l'un des facteurs menant à la création du parc provincial Wells Gray et n'eut été du volcanisme, il est peu probable qu'une telle immensité de nature sauvage ait été protégée.

Un grand nombre de types différents de dangers sont attribuables au processus d'éruption des volcans et à leurs répercussions. Les coulées de lave constituent probablement le plus familier de ces dangers. Les coulées de lave sont très destructrices, mais ne sont pas en réalité le plus meurtrier des dangers attribuables aux volcans. Les personnes et les animaux peuvent habituellement s'écarter facilement de la trajectoire d'une coulée de lave. À l'emplacement de la cheminée (d'où sort le magma), des fontaines de lave incandescente jaillissent à plusieurs centaines de mètres dans l'atmosphère, mais peuvent être observées de manière

relativement sécuritaire à des distances de centaines de mètres. Au Canada, la plupart des éruptions sont de ce type et sont celles auxquelles on peut s'attendre dans la ceinture volcanique de Stikine à tous les 100 ans environ – la dernière éruption dans cette région remontant à environ 150 ans.



Figure 7 : Coulées de lave, éruption du Mona Loa, 30 mars 1984

Source : Photographie de Scott Lopez, United States National Park Service

La lave ou la roche fondue à la surface de la Terre se comporte de différentes manières selon sa composition. Certaines laves sont très fluides et se comportent comme de l'huile à moteur lorsqu'elles se déplacent dans le paysage en détruisant tout ce qui se trouve sur leur ardente trajectoire. Cette photographie prise à Hawaii illustre le comportement des laves basaltiques. Un grand nombre des volcans de Colombie-Britannique crachent des laves basaltiques.

Cependant, d'autres volcans, surtout ceux des ceintures associées à la subduction, ont eu par le passé des éruptions explosives. De formidables explosions ont projeté des roches volcaniques pulvérisées (appelées tephra ou cendres) jusque dans la stratosphère et dévasté des régions s'étendant à plusieurs kilomètres autour du volcan. La mieux documentée de ces éruptions est celle du mont Meager situé à environ 100 km au nord de Vancouver. Cette éruption a projeté des cendres sur tout le Canada occidental et totalement détruit la vallée de la rivière Lillooet sur une distance de dizaines de kilomètres vers l'aval. Heureusement, les éruptions de ce genre sont rares au Canada et d'une période de récurrence de centaines à milliers d'années.



Figure 8 : Mont St. Helens 1980

Source : Droits d’auteur sur la photographie, Paul Hickson, 1980

Ce ne sont pas toutes les laves qui se comportent comme de l’huile à moteur, certaines sont beaucoup plus visqueuses, s’apparentant davantage à du dentifrice. Les laves renferment des gaz dissous et lorsqu’un magma épais est riche en gaz il peut exploser pour produire des éruptions parmi les plus violentes connues. Une telle éruption explosive s’est produite le 18 mai 1980 lorsqu’un magma dacitique s’est écoulé du mont St. Helens dans l’État de Washington aux États-Unis. Sur cette photographie, prise 15 minutes après le début de l’éruption, on voit la colonne de cendres s’élevant déjà à une hauteur de 25 kilomètres au-dessus du volcan.

Les cendres sont le danger volcanique qui peut toucher les plus grandes étendues et celui qui toucherait vraisemblablement des Canadiens dans un rayon de centaines, voire de milliers, de kilomètres d’une éruption. Les cendres, fragments pulvérisés de roche volcanique, davantage apparentées au sable fin qu’aux cendres de bois, sont très abrasives et dangereuses à respirer. Si elles ne causent que rarement la mort, elles peuvent néanmoins être très inconfortables. Un « brouillard » de cendres peut nuire à la circulation des véhicules au sol dont les pièces mobiles s’usent; les eaux de surface et les systèmes de communication sont touchés et les installations électriques tombent parfois en panne. Les cendres peuvent en outre avoir une incidence sur le climat. Pendant deux ans à la suite de l’éruption du mont Pinatubo aux Philippines en 1991, il y a eu un refroidissement à l’échelle planétaire. L’espace aérien du Canada est directement touché par les éruptions explosives se produisant n’importe où dans le monde et qui surviennent environ une fois par décennie.

Incidence

La plus récente éruption volcanique au Canada s'est produite il y a environ 150 ans à la frontière entre la Colombie-Britannique et l'Alaska. Le petit volcan Lava Forks est entré en éruption en projetant une fontaine de feu et des coulées de lave qui ont comblé une vallée s'éloignant du volcan. Cette éruption a eu de graves conséquences pour les poissons, les plantes et les animaux de la vallée, mais aucune incidence sur la population humaine n'a été signalée et nul n'en a d'ailleurs été témoin. En 1775, l'éruption du volcan Tseax, situé quelque peu au sud, fut bien différente. Elle eut un effet dévastateur pour la nation Nisga'a. Plus de 2000 personnes de cette nation périrent et deux villages furent détruits tout comme les meilleurs cours d'eau de frai du saumon et d'importantes zones de chasse et de cueillette de fruits. En dollars d'aujourd'hui les pertes auraient été évaluées en millions.

Bien qu'habituellement moins meurtrière, la cendre (roche volcanique pulvérisée), répandue depuis le volcan par les vents soufflant dans la haute atmosphère, peut avoir une incidence considérable. On connaît la puissance dévastatrice de ces cendres d'après des éruptions contemporaines comme celle du mont St. Helens le 18 mai 1980. Les cendres s'insinuent partout sur une grande étendue dévastant tout ce sur quoi elles retombent. Les chutes de cendres, suivant une éruption à la frontière entre l'Alaska et le Yukon (mont Churchill) il y a 1900 ans, auraient causé la migration vers le sud-ouest des États-Unis des peuples des Premières nations habitant dans la région. Une étendue de trois cent mille kilomètres carrés aurait alors été enfouie sous une épaisseur de cendres variant de quelques dizaines de centimètres à quelques millimètres. La « neige qui n'a jamais fondu » a nui à la végétation et aux animaux causant la mort par famine.

Bien qu'il n'existe pas de données sur l'incidence économique des éruptions des monts Tseax et Churchill, elles causeraient des dommages évalués à des millions de dollars si elles se reproduisaient de nos jours. Une éruption explosive comme celle du mont Churchill toucherait une bonne partie du Canada occidental et aurait un impact négatif considérable sur l'économie canadienne.

Études de cas

L'histoire orale de plusieurs peuples des Premières nations mentionne des événements meurtriers survenus dans le passé, mais aucun de manière plus vivante que celui vécu dans la vallée de la rivière Nass en Colombie-Britannique. C'est à cet endroit que l'éruption du volcan Tseax en 1775 a détruit deux villages. L'histoire orale du peuple Nisga'a fait état d'une succession d'événements qui auraient été causés par le traitement irrespectueux d'un saumon par deux jeunes garçons. Leur comportement aurait entraîné la destruction des villages. Les gens racontent avoir vécu des séismes, vu des rivières de roche fondue rouge incandescente et respiré des gaz empoisonnés. L'éruption a changé pour toujours leur paysage et a eu de graves conséquences sur leur mode de vie. La perte de certains habitats pour le saumon, de terrains de chasse et d'aires de cueillette parmi les meilleurs les a laissés

appauvris et à la recherche de nouveaux emplacements pour reconstruire leurs villages.



Figure 9 : Masque d'un Naxnok

Source : Photographie de Terry Spurgeon d'un masque exposé au Centre des visiteurs du parc commémoratif Nisga'a des champs de lave.

Les Naxnok sont des esprits surnaturels considérés comme forces régissant le bien et le mal dans le monde des Nisga'a. Le masque représente un Naxnok qui, lorsque défié par un autre, s'est allongé le nez pour arrêter l'écoulement de la lave depuis le volcan Tseax. La forme du nez représente la lave redirigée vers les champs de lave adjacents à l'actuelle rivière Nass. Les légendes nisga'a racontent que la rivière Nass a été détournée par la lave qui lui a imposé un nouveau cours entaillant le canyon face à l'agglomération de Gitwinksihlkw.



Figure 10 : Coulées de lave de la rivière Nass

Source : Photographie de T. Spurgeon, Commission géologique du Canada

L'éruption du volcan Tseax a comblé la vallée de la rivière Nass d'un vaste champ de lave inhabitable. Les montagnes avoisinantes dominent une plaine de lave plane par endroits, mais dont la surface est ailleurs fragmentée en grandes plaques séparées par des crevasses qui la rendent presque infranchissable.

Atténuation et vulnérabilité

La compréhension de la fréquence des éruptions et des caractéristiques des volcans canadiens est un travail de longue haleine. Un grand nombre des volcans de notre pays se situent dans des régions éloignées accidentées. Le nombre de chercheurs se consacrant à cette tâche est restreint et le financement est limité. Malgré ces obstacles, on dispose de connaissances fondamentales sur notre domaine volcanique et l'incidence qu'il pourrait avoir sur notre société. Nous savons que certaines régions comptent plus de volcans que d'autres et que des éruptions dans ces régions pourraient avoir des incidences négatives sur la vie et les moyens d'existence de leurs habitants. Lorsqu'un volcan commence à montrer des signes d'activité, il faut agir rapidement pour acquérir une meilleure compréhension du processus.

Un plan de notification d'urgence volcanique est en place au Canada, qui a en fait été le premier pays à se doter d'un tel outil à la suite d'un événement particulièrement troublant en Alaska en 1989. Un avion de ligne 747 chargé à pleine capacité a échappé de justesse à la catastrophe après avoir traversé un nuage de cendres craché par le mont Redoubt, un volcan en Alaska. Le Plan inter-agences d'avis d'événement volcanique du Canada est principalement axé sur la sécurité aérienne puisque les avions à réaction peuvent rapidement pénétrer dans des zones de cendres volcaniques. Un grand nombre des routes aériennes très fréquentées passent à proximité de volcans. Le plan prévoit l'émission d'avis à tous les organismes qui pourraient avoir à réagir à un tel événement. Les aéronefs sont détournés des zones de cendres dangereuses et les gens au sol sont avisés des possibles retombées de cendres (voir la carte des itinéraires d'avions à http://gsc.nrcan.gc.ca/volcanoes/images/fig32_f.gif).

La population canadienne a peut de chance d'être affectée par une éruption volcanique. Elle peut cependant être affectée par un tsunami, un tremblement de terre ou un glissement de terrain déclenchés par un tel événement, particulièrement en Colombie-Britannique. Les mesures pour se protéger relèvent du bon sens et consistent aux consignes générales de préparatifs pour tout type de catastrophes naturelles, ainsi que de porter attention aux messages d'information diffusés.

En ce qui concerne la préparation en général, vous avez besoin d'un plan d'urgence pour vous et votre famille, ainsi qu'une trousse d'urgence. Le site Web de Sécurité publique Canada «Votre famille est-elle prête?» (<http://www.preparez-vous.gc.ca/index-fra.aspx>) fournit des conseils sur comment préparer ce plan et cette trousse qui seront utiles en cas d'un désastre naturel ou en situation d'urgence.

Définition des termes soulignés

Croûte continentale: Croûte terrestre qui se situe sous les continents et les plateaux continentaux. (Source: The Encyclopaedic Dictionary of Physical Geography, Andrew Goudie et al. Éditeurs. Blackwell Reference Ltd. Oxford, 1985.)

Croûte océanique: Croûte terrestre qui se situe sous les bassins océaniques. (Source: The Encyclopaedic Dictionary of Physical Geography, Andrew Goudie et al. Éditeurs. Blackwell Reference Ltd. Oxford, 1985.)

Croûte terrestre: La couche extérieure de la Terre. (Source: The Encyclopaedic Dictionary of Physical Geography, Andrew Goudie et al. Éditeurs. Blackwell Reference Ltd. Oxford, 1985.)

Magma: Roche liquide en fusion que l'on trouve sous la croûte terrestre et à partir de laquelle se forment les roches ignées. (Source: The Encyclopaedic Dictionary of Physical Geography, Andrew Goudie et al. Éditeurs. Blackwell Reference Ltd. Oxford, 1985.)

Plaque tectonique: Plaque large et épaisse composée de croûte et de manteau continental et océanique. (Source: The Encyclopaedic Dictionary of Physical Geography, Andrew Goudie et al. Éditeurs. Blackwell Reference Ltd. Oxford, 1985.)

Stratosphère: Couche de l'atmosphère située d'environ 18 à 50 kilomètres d'altitude.

Subduction: Processus par lequel un morceau de la croûte terrestre descend sous un autre morceau, lors d'un plissement ou d'une cassure, ou des deux à la fois.

Volcan bouclier: Volcan qui a la forme d'un large dôme bas et aplati et qui a été construit par de la lave très fluide.

Zone de subduction: Région, à la marge d'une plaque tectonique, où les roches composant le fond des océans sont poussées sous les roches continentales, pour être réincorporées dans le magma situé sous la croûte terrestre. (Source: The Encyclopaedic Dictionary of Physical Geography, Andrew Goudie et al. Éditeurs. Blackwell Reference Ltd. Oxford, 1985.)