

Exposition sur le volcanisme

à Beautour le 21 mars 2015

Le samedi matin, nous avons visité une exposition expliquant le volcanisme, ses causes, ses multiples aspects et ses conséquences.

Cette exposition a été conçue et commentée par Christian Fradin nouveau membre de l'AVG.

Monsieur Fradin a été professeur d'éducation physique et sportive au Lycée Kastler de La Roche.

Simultanément, pendant 20 ans il a animé un "club" pour vulgariser le volcanisme auprès de ses élèves. Il a donc fait des maquettes explicites et surtout, il a organisé tous les ans un voyage près des volcans. À la retraite du maître, le club s'est désactivé et le Lycée a demandé l'évacuation de tout ce matériel. Christian Fradin l'a proposé à l'AVG qui l'accepte bien volontiers !

Sous la conduite de leur auteur, nous avons donc observé ces maquettes, ainsi que les multiples tableaux explicatifs, les belles photos et les échantillons caractéristiques.

1 La tectonique des plaques

L'étude de la propagation des ondes sismiques a montré que la Terre a une structure en couches successives : un noyau interne solide riche en fer et en nickel, un noyau externe de même composition chimique mais au comportement d'un liquide, un manteau de péridotites (silicates magnésiens) et une croûte riche en aluminosilicates (croûte continentale de composition granitique et croûte océanique de composition basaltique).

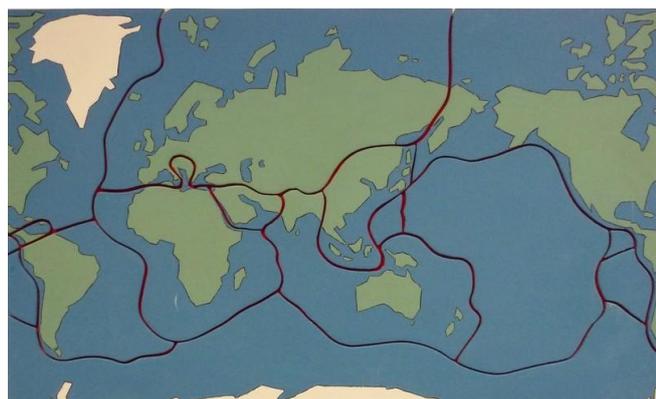
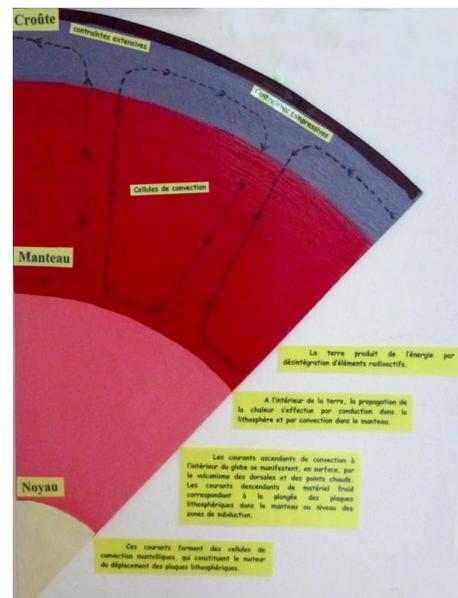
La chaleur interne de la Terre provient essentiellement de la désintégration des éléments radioactifs internes : Potassium 40, Thorium 232 et surtout Uranium 235 et 238. Cette chaleur est évacuée vers la surface par conduction et surtout par convection. Le manteau est brassé par des courants de convection qui forment des cellules de convection dont un tour complet a une durée de 400 à 600 Ma.

Les courants de convection dans le manteau génèrent les phénomènes géologiques majeurs : séismes, volcanisme, formation des reliefs.

L'observation de la répartition des volcans et des séismes montre que la surface du globe est découpée en une douzaine de plaques rigides et mobiles. Ces plaques sont constituées par la lithosphère, enveloppe périphérique de la Terre, formée de la croûte terrestre et de la partie supérieure du manteau.

Ces plaques lithosphériques, d'une épaisseur moyenne de 100 km, se déplacent sur l'asthénosphère déformable à des vitesses de quelques cm par an.

Les mouvements de divergence et de convergence des plaques sont à l'origine de l'expansion et de la fermeture des océans, de la formation des grandes fosses sous-marines, des cordillères, des arcs insulaires et des chaînes de montagnes de collision.



Un modèle de dérive des continents →

En tournant les deux manivelles de la maquette on modélise l'ouverture et l'expansion de l'Atlantique-Sud et la dérive du continent africain par rapport au continent sud-américain.

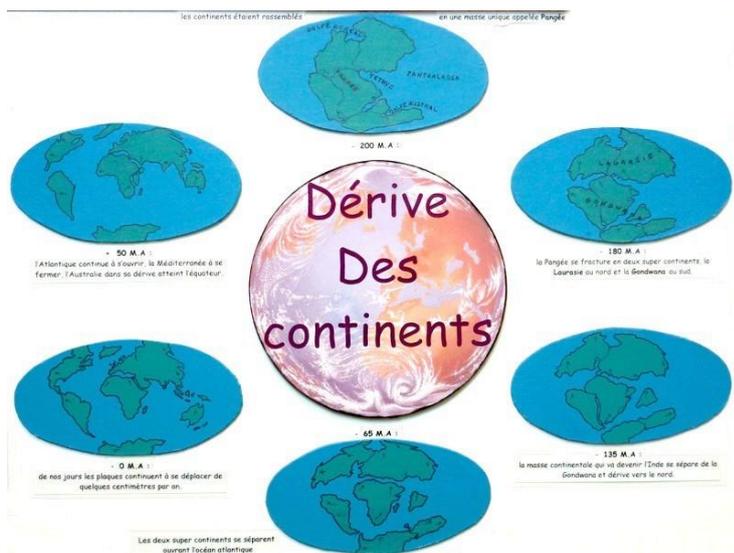


La théorie intuitive de la dérive des continents de Wegener publiée en 1912 a trouvé son explication irréfutable en 1968 dans la **théorie de la Tectonique des plaques** (Xavier Le Pichon et autres) faisant suite à des explorations par plongées directes dans le rift médio-atlantique. Intégrés aux plaques lithosphériques rigides, les continents et les fonds océaniques se déplacent de concert sur l'asthénosphère déformable.

Historique des dérives des continents depuis 200 Ma.

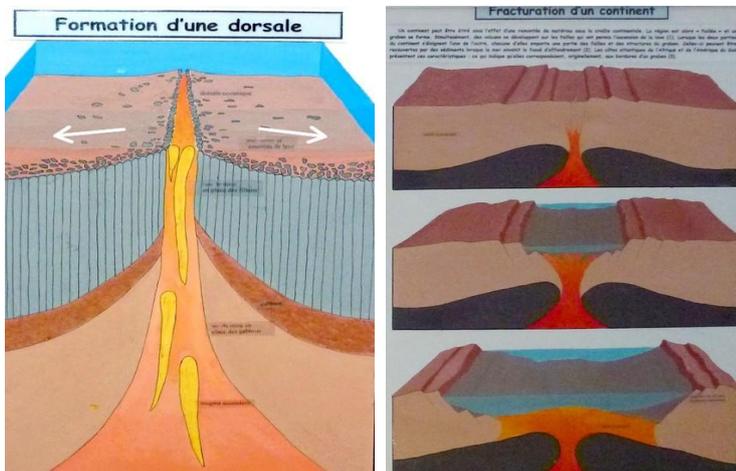
Il y a 200 Ma, les continents étaient rassemblés en un continent unique : la Pangée.

La Pangée s'est fracturée d'abord en deux supercontinents (la Laurasia dans l'hémisphère Nord et le Gondwana au Sud) puis en plusieurs continents qui continuent à se déplacer avec les fonds océaniques de quelques cm par an.



Formation de croûte océanique au niveau d'une dorsale.

À l'aplomb de deux cellules de convection ascendantes du manteau, la distension de la lithosphère continentale entraîne une fracturation continentale et la formation d'un rift. L'amincissement de la lithosphère provoque une remontée de l'asthénosphère formée de péridotites. La baisse de pression entraîne une fusion partielle des péridotites à l'origine d'un magma qui engendre les basaltes et gabbros de la croûte océanique.



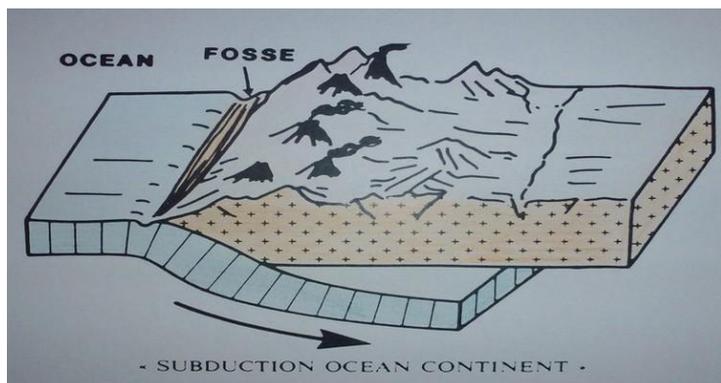
Disparition de la lithosphère par subduction

Le volume de la Terre restant constant, quand la lithosphère océanique est créée au niveau des dorsales, il faut que la même quantité de matière s'enfonce dans le manteau.

Cela se réalise par **subduction** : enfoncement dans l'asthénosphère d'une portion de plaque lithosphérique sous une autre plaque.

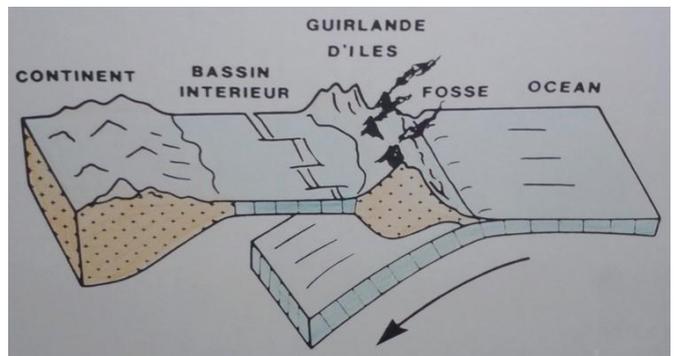
Le schéma ci-contre correspond au **Chili**. →

La cordillère des Andes et la fosse marine qui lui est parallèle, résultent de la subduction d'une plaque océanique sous une plaque continentale.



Dans le cas de *l'arc insulaire du Japon*, la subduction de la plaque océanique du Pacifique sous la plaque continentale eurasiatique s'accompagne de la formation d'un bassin océanique intérieur (Mer de Chine).

Quand à l'Himalaya, il résulte d'une collision continentale qui fait suite à une subduction de la plaque indienne sous la plaque eurasiatique.



2 Le Volcanisme

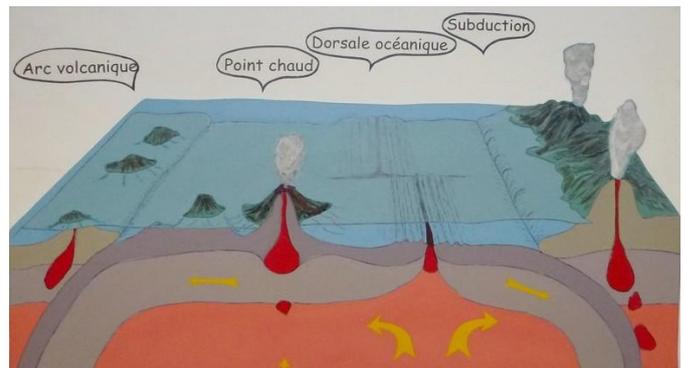
Les volcans émettent à la surface de la Terre des produits magmatiques.

Lors d'une éruption type, le magma accumulé dans une chambre magmatique monte par un conduit éruptif (cheminée). A l'approche de la surface, le dégazage du magma peut éjecter différents matériaux sous une forme explosive. Le magma fortement dégazé (lave) peut aussi s'épancher en coulées, sous une forme effusive.



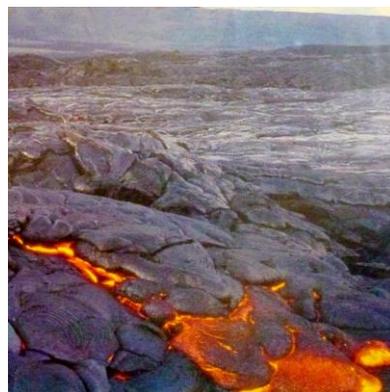
Localisation du volcanisme

- Dorsales océaniques ;
- Zones de subduction : cordillères volcaniques et arcs volcaniques ;
- Volcans intraplaques, de point chaud.



Deux grandes familles de volcans : les volcans rouges et les volcans gris

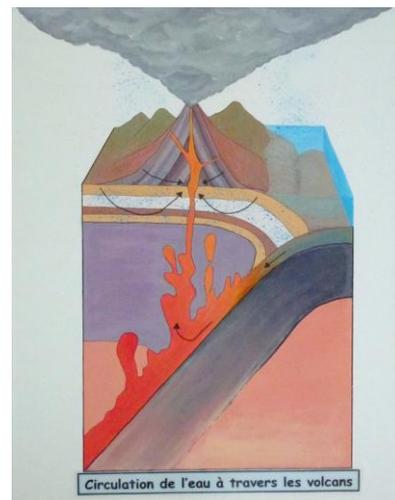
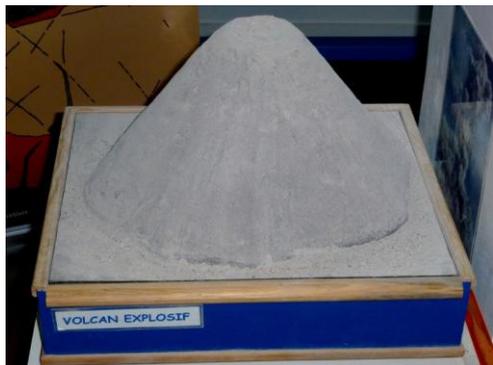
- **Les volcans rouges** rejettent une lave à dominante basaltique, très fluide. Ce sont surtout les volcans de dorsales et de points chauds intra-océaniques.



Dans le cas d'un volcanisme sous-marin, les laves fluides, au contact de l'eau, se solidifient en forme de "coussins" caractéristiques : les **pillow-lavas**.

- Les **volcans "gris"** sont très souvent situés à la verticale des plaques en subduction.

Le mot "gris" fait allusion à leurs explosions violentes avec nuées ardentes comme celle du Vésuve à Pompéi ou celle du St Helens en 1980.



Cette explosivité est due essentiellement à la forte viscosité du magma riche en silice et à sa richesse en vapeur d'eau et divers gaz dissous.

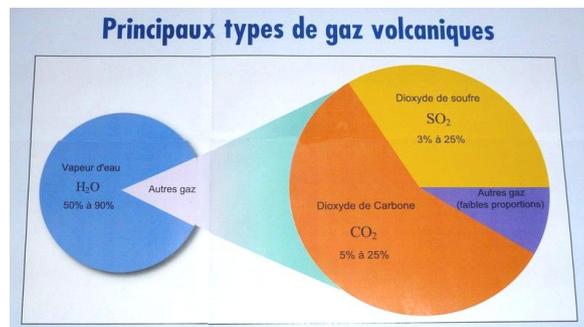
Lors de l'ascension du magma, les gaz dissous forment des bulles de plus en plus nombreuses et dilatées. En arrivant près de la surface, le magma se présente comme une véritable émulsion magmatique gazeuse. Si le magma très visqueux se fige dans la cheminée ou en surface par la formation d'un dôme, la détente des gaz sous le magma solidifié peut faire exploser le « bouchon » avec différentes conséquences possibles : écroulement et pulvérisation du dôme, libération brutale de nuées ardentes très destructrices.

Viscosité et composition du magma

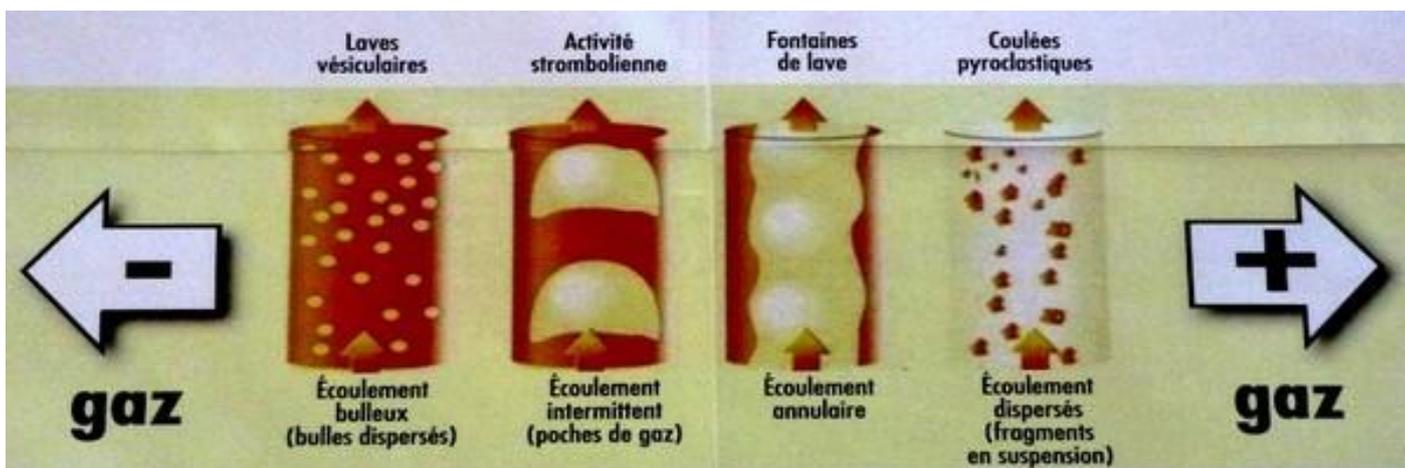
La viscosité des magmas (leur résistance à l'écoulement) est influencée par leur composition chimique : une lave pauvre en silice est très fluide (Hawaï), une lave riche en silice est très visqueuse : Puy de Dôme.

Principaux gaz volcaniques :

- Vapeur d'eau : 50% à 90% ;
- Dioxyde de soufre : 3% à 25% ;
- Dioxydes de carbone : 5% à 25%.

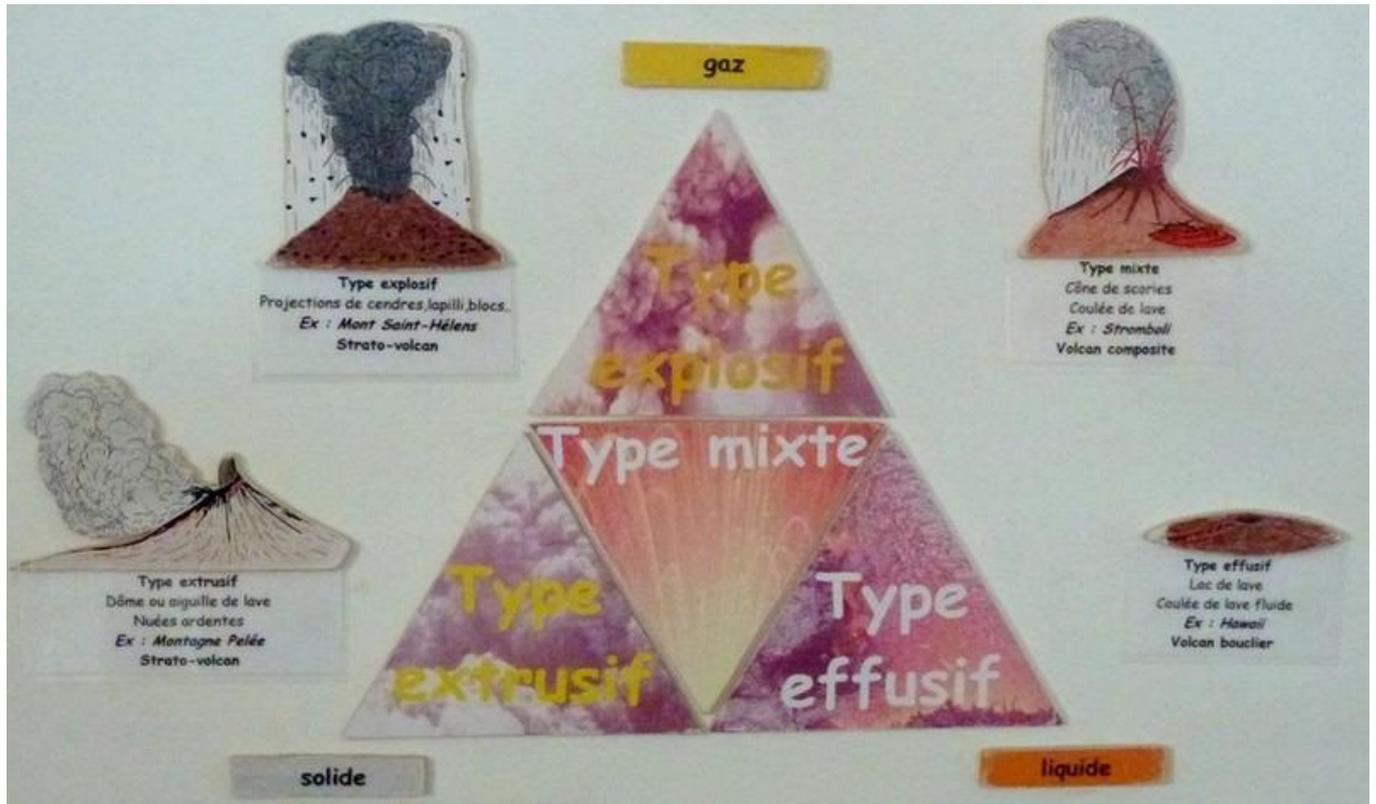


Les différents régimes de dégazage



Les grands types d'éruptions

On peut classer les éruptions en plusieurs types selon l'importance de trois paramètres : la proportion entre solide / liquide et la quantité de gaz :



Remarque :

Au cours de son existence, un grand volcan peut être alimenté par différents magmas plus ou moins riches en gaz et de composition diverses. La forme d'un volcan, observée de nos jours, résulte donc de cette variabilité des sources.

Quelques échantillons de roches volcaniques

L'aspect varié des laves refroidies résulte de leur composition minéralogique et de la vitesse de refroidissement.



Il arrive que le magma remonte de la péridotite des profondeurs du manteau. Dans sa gangue de basalte noir, en voici un bel échantillon, scié et poli : →



Les tunnels de lave.

Une lave basaltique est pauvre en silice et donc très fluide. Elle s'écoule loin sur les flancs du volcan, et sa surface finit par se durcir tandis qu'à l'intérieur, la lave continue à s'écouler. Quand l'éruption s'arrête, et que la lave liquide s'est figée au point bas, il reste un tunnel qui comporte des formations caractéristiques : stalagmites, terrasses à différents niveaux et paroi interne grise en raison de la présence de composés magnésiens :



Prévoir les éruptions volcaniques

Peut-on prévoir les éruptions ? Oui, de plus en plus !

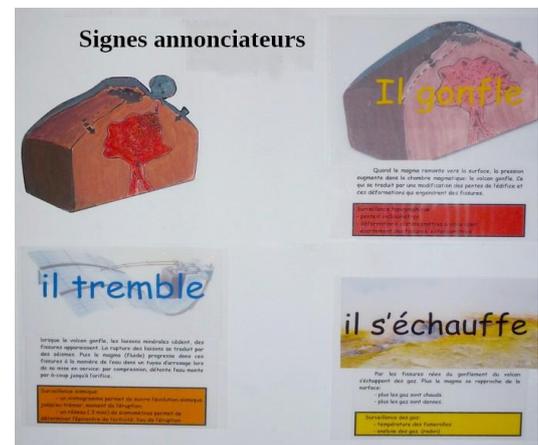
De grand progrès ont été réalisés dans la prédiction !

En effet, l'imminence d'une éruption est annoncée par trois types de signaux caractéristiques : séismes, dilatation et échauffement.

On installe des capteurs spécifiques sur les flancs du volcan pour envoyer les mesures par télémétrie vers une station d'observation et d'alerte.

Hélas, quand l'éruption est amorcée, on reste totalement impuissant devant l'énormité de l'énergie libérée.

En Europe, l'Etna est le volcan le mieux étudié et le plus surveillé bien que ses éruptions soient rarement meurtrières.



Au cours de cette matinée, nous avons aussi examiné divers documents, observé à la loupe binoculaire différents minéraux, tandis qu'un écran d'ordinateur affichait des éruptions spectaculaires.

Bravo à Christian Fradin pour cette remarquable exposition, et pour ses commentaires d'une grande clarté.

Voilà une belle préparation à notre voyage dans le Cantal à la fin du mois de mai.

Pierre Gibaud

