Formations volcaniques

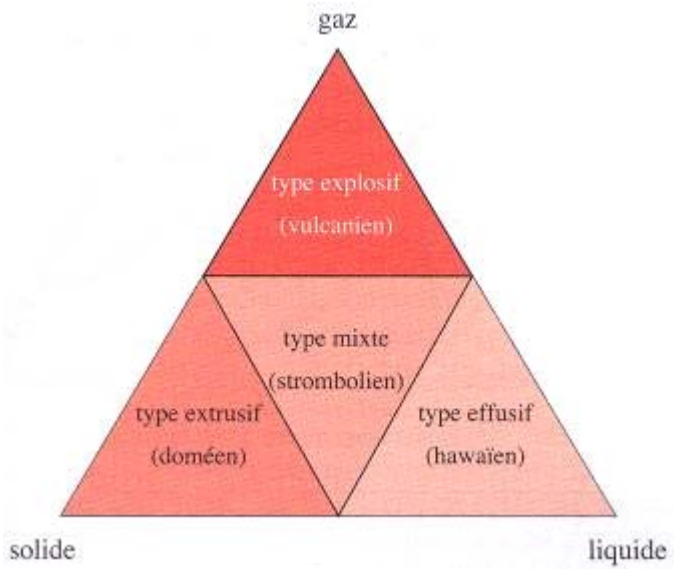
Capacité IESO : « capacité à identifier sur le terrain des corps magmatiques tels qu'un édifice volcanique, une coulée de lave, un dyke, un sill. »

Le magma, lorsqu'il remonte en surface, va donner naissance à des formations volcaniques, qui sont majoritairement représentées par **des volcans.**
C'est **l'accumulation des produits volcaniques à la sortie du volcan** qui va progressivement construire le **relief volcanique.**
La forme du relief volcanique va dépendre essentiellement de **la nature des laves émises**, puisque celles-ci vont conditionner (en partie) le **dynamisme éruptif.**

1- La classification des dynamismes éruptifs

On distingue deux grands types de dynamisme éruptif :

- **Dynamisme effusif** : pour les magmas les plus fluides (avec des taux de Si peu élevés, comme les basaltes), le dégazage se fait facilement, et on aura surtout des coulées.
- **Dynamisme explosif** : pour les magmas plus visqueux (avec des taux de Si élevés, comme les andésites, trachytes), le dégazage se fait mal, et le dynamisme sera explosif, avec fragmentation du magma à sa sortie, en projections de tailles très variables : les **pyroclastes**.



Sur cette classification, on a classé les différents dynamismes en fonction de la nature des produits émis dominants.

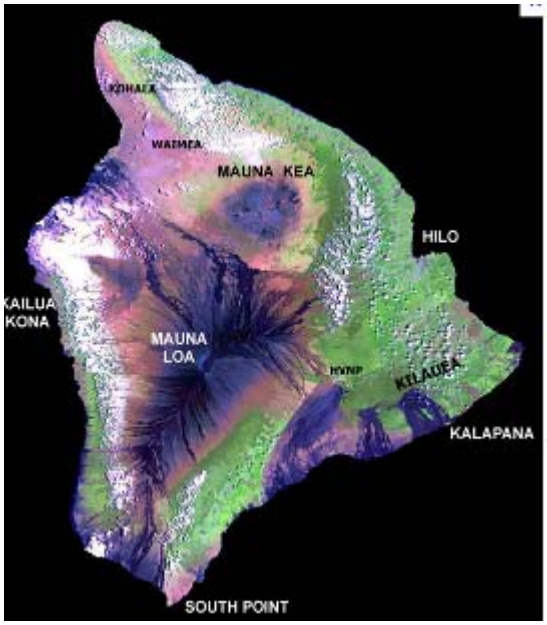
- **Dans le type explosif (vulcanien),** les gaz prédominent.
- **Dans le type effusif (hawaïen),** les laves prédominent.
- **Dans le type extrusif (peléen) :** aiguille de lave très visqueuse (solide)
- **Le type mixte ou strombolien** : avec à la fois des coulées et des projections.

(Attention toutefois, cette classification, trop simple, ne rend pas bien compte de la diversité des types éruptifs : ainsi, dans le type péléen (doméen), aux extrusions d'aiguille de lave succèdent des « nuées ardentes » explosives qui devraient se trouver du coté du pôle « Gaz ».)

La quantité et la nature des différents produits émis au cours des éruptions vont conditionner la morphologie des édifices volcaniques. Mais un même volcan peut changer de dynamisme (cas du Vésuve, évoluant entre un dynamisme plinien et un dynamisme strombolien).

2- Type effusif ou hawaiien / Formes fluides

L'exemple de morphologies volcaniques associées à l'activité effusive s'observe bien à la Réunion ou à Hawaii (contexte intraplaque) :



Ci-contre : Hawaii (Pacifique)

Ci-dessous : vue générale du versant Nord du Mauna Loa (4170m) prise du pied du Mauna Kea, Hawaii

Le Mauna Loa est le plus grand volcan actif du monde.

Il culmine à 4170 m d'altitude, alors que les fonds océaniques sont à environ 5000 m de profondeur. Il a donc une **hauteur réelle de 9000 m !**

Il occupe un volume de 42 500 km^3. Sa dernière éruption date de 1984.

Il est essentiellement constitué d'un **empilement de coulées de basaltes**. Les plus longues de ces coulées mesurent 60 km de long. C'est parce qu'il est surtout constitué d'un empilement de coulées très fluides qu'il a **une pente très douce (moins de 10°).**

Au sommet du volcan, on observe une **caldeira** (du portugais *caldeirão,* chaudron*)*, vaste dépression circulaire à fond plat, bordée par une falaise. La caldeira du Mauna Loa est large de 6 kilomètres et longue de 8. Les caldeiras seraient formées lors d'une éruption par la vidange et l'effondrement d'une chambre magmatique sous-jacente. On a également proposé que cette dépression se forme par le fluage du cœur du volcan altéré par les fluides hydrothermaux, et ne pouvant plus soutenir son propre poids.

La caldeira du Mauna Loa © *Senojsitruc*

Il s'agit d'un volcan de **point chaud** (voir la fiche « Magmatisme intraplaque »). La plaque Pacifique se déplace au dessus de ce point chaud, ce qui a engendré l'alignement d'îles volcaniques (archipel d'Hawaï) et de monts sous-marins de la chaîne de l'empereur. Surl'île d'Hawaï même, le Mauna Kea, aujourd'hui endormi, est la précédente manifestation du point chaud, et le Kilauea, à l'Ouest du Mauna Loa, le nouvel édifice volcanique appelé à grandir.

Le Mauna Loa est l'exemple le plus fameux de ce qu'on appelle **les volcans boucliers,** parfois encore appelés volcans hawaiiens, associés à un dynamisme essentiellement effusif. On retrouve ce type de volcan sur Mars, avec le plus grand volcan du système solaire, Olympus Mons (24 km de haut, 550 km de diamètre : voir la fiche « Planétologie comparée »)

Lorsque les laves fluides se mettent en place, on peut observer à la surface des coulées fluides des figures particulières :

Photo prise à la Réunion, Piton de la Fournaise (Volcan bouclier)

Au premier plan, la surface de la coulée noire est plissée. Cette couleur indique que la lave est refroidie.

Ces laves à l'aspect plissé portent le nom de **laves cordées ou Pahoehoe**

Photo site HPlanet-Terre

Photo site HPlanet-Terre

Sur ces deux photos, la lave n'est pas encore totalement refroidie, et on voit que la formation de cordes se fait par plissement de la partie superficielle qui a déjà refroidie au contact de l'air.

On devine aussi que les deux mini-coulées rouges de la première photo sortent d'une masse de lave superficiellement refroidie et dont la surface solide aurait crevé, laissant s'échapper un nouveau lobe.

L'aspect brillant et moiré du basalte refroidi est du à sa nature vitreuse, ainsi qu'à la présence de micro-cristaux d'oxyde de fer dispersé à la surface du verre, lui donnant parfois des reflets « métalliques ». Chaque mini-coulée rouge mesure entre 30 et 50 cm de large.

3- Type mixte ou strombolien : laves modérément fluides

Le nom du dynamisme strombolien vient du volcan Stromboli en Italie. Mais il existe de nombreux volcans stromboliens en France : les cônes de la Chaine des Puys dans le Massif Central.

Au premier plan, deux cônes volcaniques de la Chaîne des Puys avec un cratère sommital (puy des Goules au premier plan, puy Pariou au second-plan). A l'arrière-plan, le puy de Dôme, un exemple de dôme de lave (voir plus loin).

Stromboli (îles éoliennes – Italie)

- ***Cône et projections***

Le Stromboli est un volcans européen en activité quasi permanente. Comme son dynamisme est relativement passif, on peut gravir son sommet pour observer les éruptions :

Il y a plusieurs cratères au sommet qui sont ou non simultanément en activité.

Les éruptions sont liées au fait que, pendant la remontée du magma, les bulles de gaz formées se déplacent facilement dans le liquide peu visqueux : elles se réunissent, grossissent et éclatent en surface de façon intermittente. **Les explosions ont une fréquence élevée, mais une faible intensité**.

Au cours de ces explosions, le magma est fragmenté en projections plus ou moins grossières qui vont s'accumuler autour d'un point de sortie.

On construit ainsi progressivement un relief : le **cône volcanique** plus ou moins circulaire, avec un **cratère sommital**. C'est l'une des trois morphologies principales des édifices volcaniques, avec les **volcans boucliers** (vus plus haut) et les **dômes de lave** (voir plus loin). Quand le cône est principalement composé de scories, il est peu consolidé, peu élevé, et les coulées de lave peuvent emporter ses flanc (cas des cratères « égueulés » du puy de la Vache et de Lassolas, voir plus loin). On parle de **cône de scories**. Mais on trouve aussi des édifices plus imposant, composés à la fois de coulées et d'éjectats en strates alternées, d'où leur nom de **stratovolcans**. Le Stromboli en est un exemple.

Les pentes d'un cône de scories n'excèdent pas 30 à 35° (pente limite d'un talus d'éboulis) :

Exemple du cône du Puy Pariou (partie Nord de la chaine des Puys)

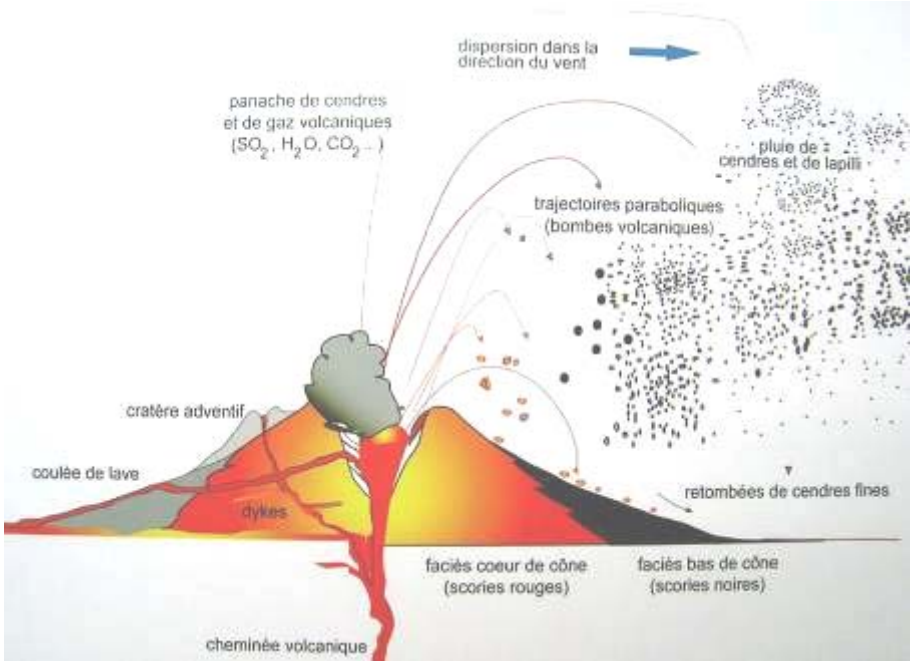


Schéma en coupe d'un cône volcanique

Le cône est construit par les projections qui retombent plus ou moins loin en fonction de leur taille.

Si on se trouve proche de la cheminée volcanique, la T° est élevée, et le fer des projections va s'oxyder et donner une couleur rouge. Quand on s'en éloigne, le fer n'est pas oxydé, la couleur est noire.

Les retombées sont classées en fonction de leur densité et de leur taille :

- Dans ce dynamisme, les projections présentent un aspect plus ou moins **vacuolaire** ; pour une **densité supérieure à 1**, on parle de **scories** (par analogie avec les déchets de la métallurgie). Pour une plus faible densité (vacuoles plus nombreuses), on parle de **ponces** (qui peuvent flotter sur l'eau !).

Aspect scoriacé de la lave

- Suivant leur taille, on va distinguer :

D > 64 mm **Blocs / Bombes**

2 mm < D < 64 mm **Lapilli**

D < 2 mm **Cendres**

Exemple d'une projection de grande taille : bombe en fuseau.

La lave prend une forme aérodynamique en fuseau pendant son trajet dans l'air.

Certaines bombes peuvent faire plusieurs tonnes !

Lapilli

(On voit bien leur aspect scoriacé)

- *Les coulées*

Associées aux cônes, on trouve fréquemment des coulées :

Les flèches blanches indiquent la coulée émise il y a 8 000 ans par deux volcans de la chaîne des Puys, le Puy de la Vache et le Puy de Lassolas (image Géoportail)

Dans le Massif Central, on repère bien les coulées rattachées aux différents édifices, car elles sont souvent boisées, comme dans cet exemple.

La surface des coulées, quand elle est observable, peut être plus ou moins lisse, de type Pahoehoe (comme on l'a vu précédemment), ou alors présenter une surface très chaotique, avec une couche plus ou moins épaisse d'éléments scoriacés : **coulée aa** (mot également hawaiien) ou **cheire** (terme auvergnat).

Coulée récente au Kilauea (Hawaii) qui montre une coulée aa reposant sur une coulée Pahoehoe.

Une autre caractéristique qu'on peut observer au niveau des coulées, est la présence d'une **prismation (prismes ou orgues volcaniques) :**

Ces orgues volcaniques résultent d'une **contraction thermique par refroidissement.** Pour la plupart des auteurs, les orgues se forment par **rétraction de la lave** en fin de refroidissement. Il y a alors diminution de volume liée à la solidification totale de la coulée.

La prismation s'effectue perpendiculairement aux surfaces de refroidissement (au sommet et à la base pour une coulée). Il en résulte des orgues verticales pour une coulée horizontale.

Cette prismation est caractéristique des roches volcaniques. On la retrouve aussi bien dans des basaltes, que dans des phonolites, des rhyolites… On peut la retrouver également dans des filons, des cheminées volcaniques.

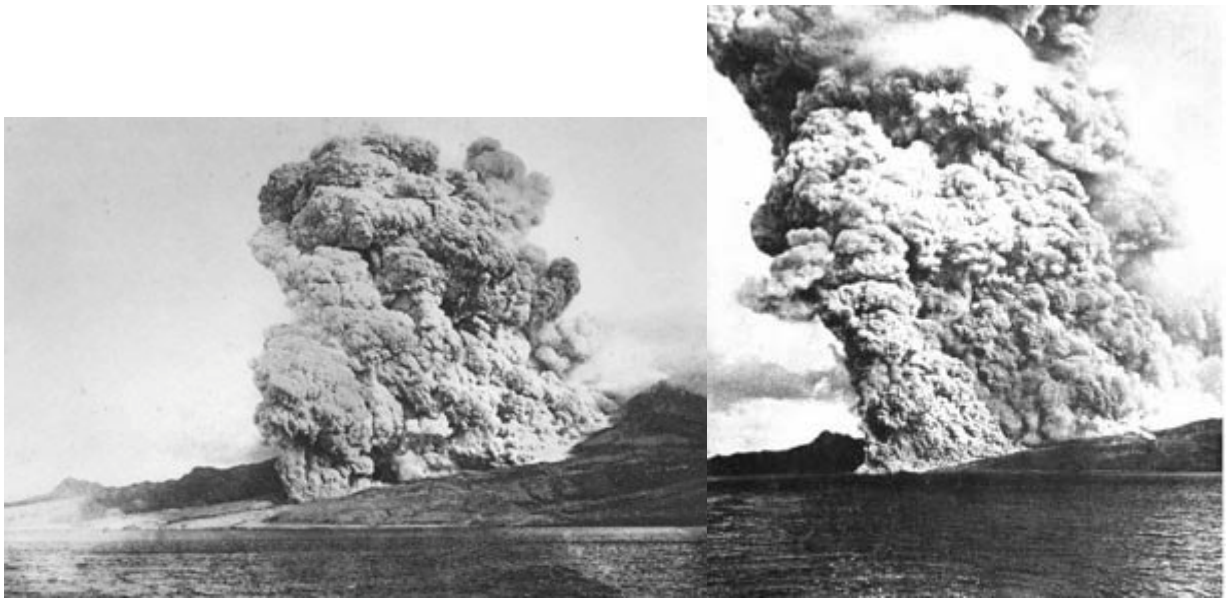
4- Type explosif ou vulcanien : laves moyennement visqueuses

Lorsque le magma se différencie (cf. fiche 9), il devient plus riche en silice et donc plus visqueux. En arrivant près de la surface, les bulles de gaz restées piégées au sein du magma visqueux forment avec celui-ci une sorte de mousse instable qui se fragmente.
Ce phénomène se produit à quelques centaines de mètres sous la surface, entrainant la projection verticale d'un **mélange de gaz et de liquide magmatique visqueux en une colonne éruptive**. (si les volumes sont très importants, la colonne peut atteindre plusieurs dizaines de km de hauteur, on parle alors de colonne plinienne).

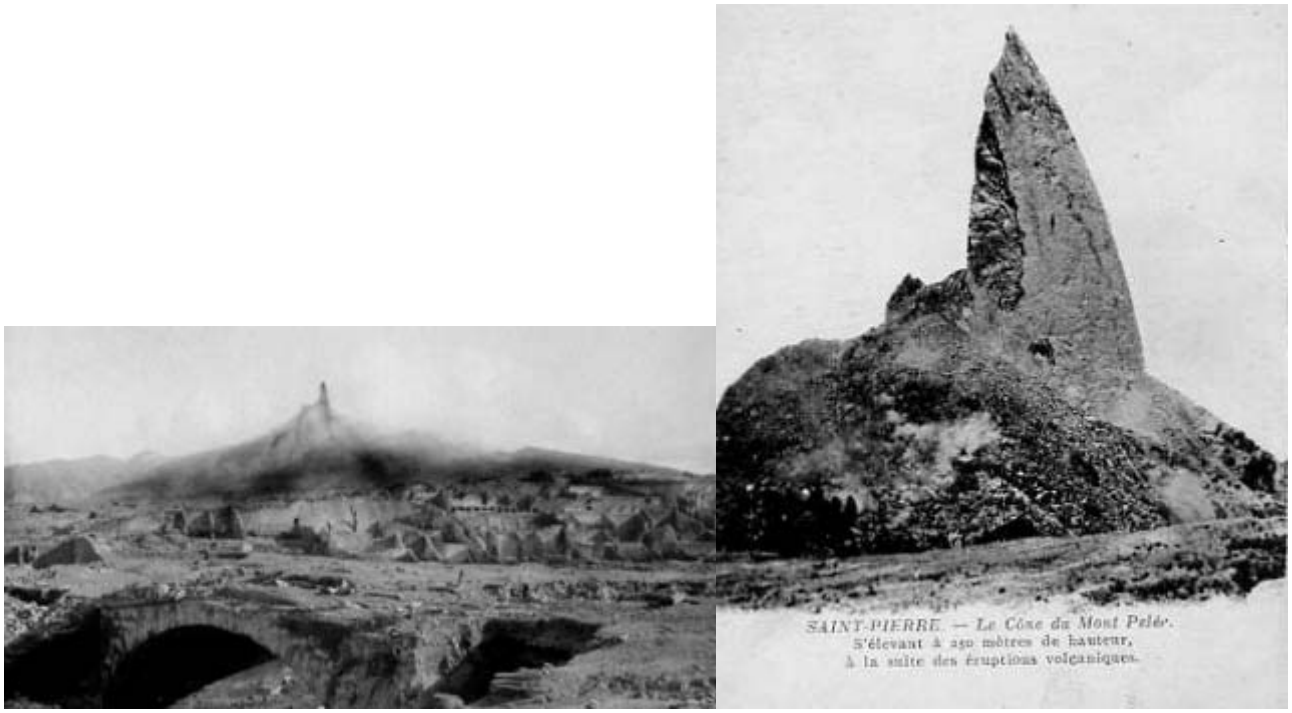
5- Type extrusif / formation de dôme : laves visqueuses

Parfois, au cours de sa remontée, le gaz peut s'échapper du magma, par exemple par les parois des conduits d'alimentation. Dans ce cas, on a un magma très visqueux, dégazé, qui, en remontant, va donner un **dôme** dont la morphologie dépend directement de la viscosité.

Dans certains cas, la croissance du dôme peut s'accompagner de violentes explosions latérales (nuées ardentes), très dangereuses. C'est ce qui s'est passé en 1902 à la montagne Pelée, en Martinique (contexte de subduction) : au pied du volcan, la ville de Saint Pierre a été entièrement détruite avec ses 29 000 habitants.



Photos de la nuée ardente de 1902 – Photos d'Alfred Lacroix



À partir du 3 novembre 1902, une aiguille de lave visqueuse, dont l'enveloppe extérieure forme une croûte solidifiée, émerge du cratère. Après une alternance de phases de croissance et d'effondrement (58 nuées d'effondrement de l'aiguille entre 3 novembre 1902 et le 10 août 1903), l'aiguille atteint la hauteur impressionnante de 265 m (du 25 juin au 6 juillet 1903, l'altitude de l'aiguille culmine à 1608 m).
Par la suite, cette aiguille se désagrégera en produisant de petites nuées ardentes de type avalanche. Si cette aiguille n'avait pas subi une succession d'effondrements, elle aurait atteint une hauteur d'environ 850 m (soit une altitude de 2 200 m). Le volume peut ainsi être estimé : 150 m de diamètre et 850 m de hauteur donnent 15 millions de m^3. L'éruption durera jusqu'en 1905.

On retrouve également des **dômes** dans la chaine des Puys. Ils sont peu nombreux par rapport aux cônes, et sont formés par les laves les plus visqueuses que l'on rencontre dans ce secteur : **les trachytes.**
Le plus connu est le puy de Dôme, point culminant de la chaine des Puys. Contrairement aux cônes, il ne possède pas de cratère à son sommet.

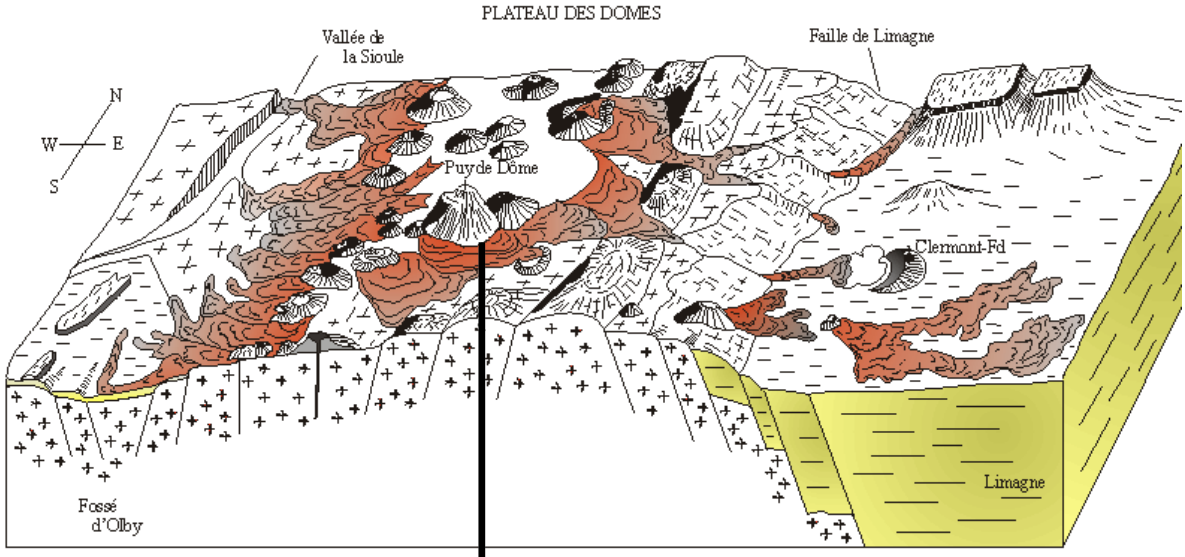
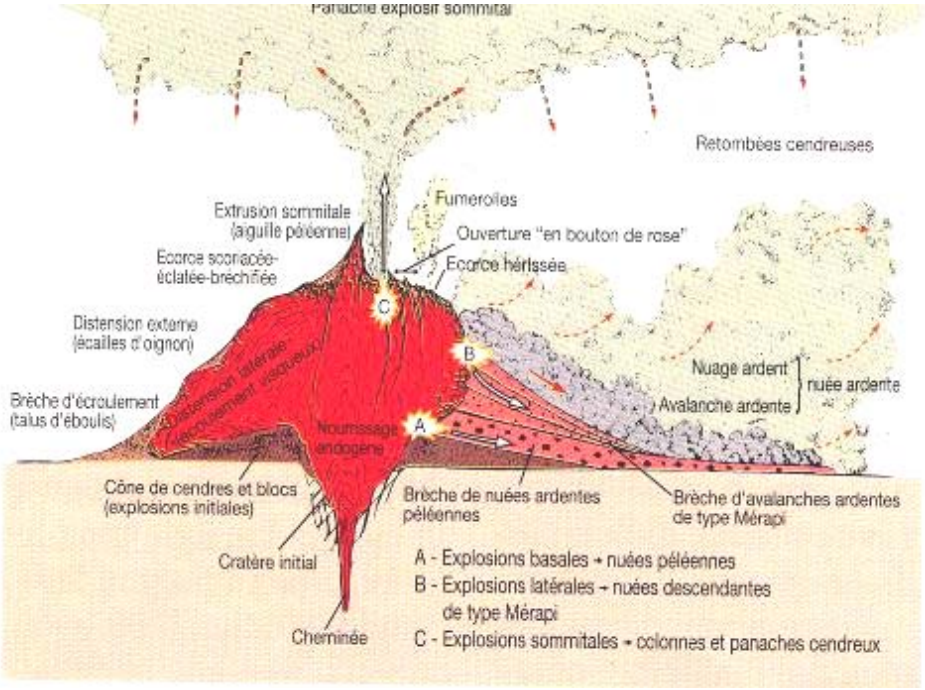


Photo du puy de Dôme, partie centrale de la Chaine des Puys



Coupe au niveau d'un dôme

Il existe donc différents types de dynamisme éruptif, et un même volcan pourra présenter différents dynamismes au cours du temps, suivant par exemple la nature des laves émises.

6- Formations volcaniques particulières

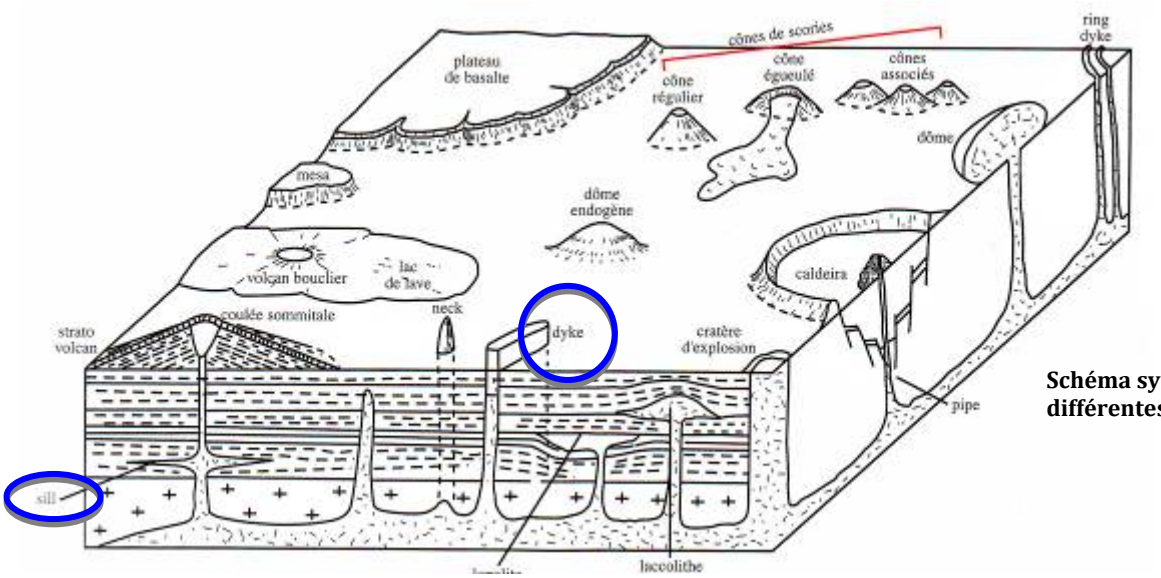
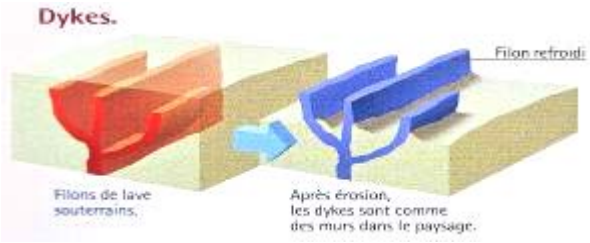


Schéma synthétique montrant les différentes formations volcaniques

Parfois la lave va refroidir au sein de filons :

- **Les dykes :** dans ce cas, la lave forme des filons qui recoupent les formations encaissantes (cf. diagramme ci-dessus). Sur le terrain, on peut observer ces dykes à l'affleurement après que l'érosion a enlevé les formations encaissantes, plus meubles : le dyke constitue un niveau dur, résistant à l'érosion :

Dyke (secteur de Los Antiguos, Argentine)



Sur cette photo, le dyke est noir ; les roches rouges sont les roches encaissantes dans lesquelles s'est injectée la lave.

On remarque des formes plus ou moins hexagonales au niveau du dyke (flèche noire) : ce sont des prismations, comme pour les coulées. Mais ici, les surfaces de refroidissement étant latérales, les orgues se développent horizontalement.

Autre exemple de dyke dans le Massif Central (Massif du Sancy).
On voit bien les orgues perpendiculaires aux surfaces de refroidissement.

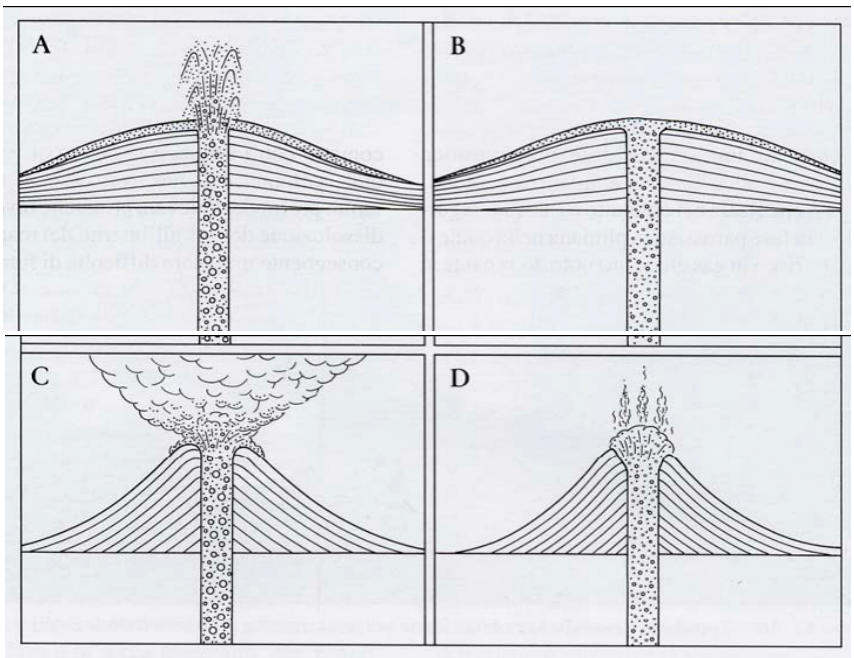
- **Les sills** (ou couches filon) sont des couches de roche magmatique, souvent horizontales, qui se sont infiltrées entre des couches plus anciennes, au lieu de les recouper comme un dyke (cf bloc diagramme ci-dessus). A ne pas confondre donc avec des strates de roche sédimentaire.

Death Valley - Sills et dykes coupent le marbre - photo Marli Bryant Miller / Geology and Earth science images

Exercices

- WT IESO 2011 (facile !) : Sur le terrain, vous trouvez un affleurement avec trois couches horizontales superposées. La couche inférieure est composée de dolomie, celle du milieu de basalte, et la couche supérieure de calcaire. Parmi les observations suivantes, quelle est celle qui vous permet de conclure que la couche de basalte est une coulée ?

  a. Il y a des traces de “cuisson” seulement dans la partie inférieure de la couche de calcaire
  b. Il y a des traces de “cuisson” dans la partie inférieure de la couche de dolomie.
  c. Il y a des traces de “cuisson” seulement sur la partie supérieure de la couche de dolomie.
  d. Toutes les observations ci-dessus.

- WT IESO 2011 (facile !) : Les figures ci-contre représentent l’activité volcanique en fonction du chimisme du magma et des gaz dissous. Reliez chaque figure à un type de magma :

  a Magma basique et dégazé
  b Magma basique et riche en gaz
  c Magma acide et riche en gaz
  d Magma acide et dégazé