Jeannette JARLAN
Raymond PIOLAT
Alain ROBERT

Les volcans

Photo : NASA

Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Partage des Conditions Initiales à l'Identique 2.0 France

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/

Vous êtes libres :

de reproduire, distribuer et communiquer cette création au public

de modifier cette création

Selon les conditions suivantes :

Paternité. Vous devez citer le nom de l'auteur original de la manière indiquée par l'auteur de l'oeuvre ou le titulaire des droits qui vous confère cette autorisation (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'ils vous soutiennent ou approuvent votre utilisation de l'oeuvre).

Pas d'Utilisation Commerciale. Vous n'avez pas le droit d'utiliser cette création à des fins commerciales.

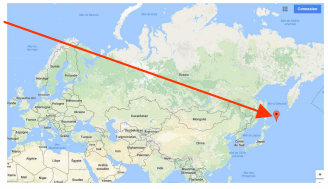
Partage des Conditions Initiales à l'Identique. Si vous modifiez, transformez ou adaptez cette création, vous n'avez le droit de distribuer la création qui en résulte que sous un contrat identique à celui-ci.

- A chaque réutilisation ou distribution de cette création, vous devez faire apparaître clairement au public les conditions contractuelles de sa mise à disposition. La meilleure manière de les indiquer est un lien vers cette page web.
- Chacune de ces conditions peut être levée si vous obtenez l'autorisation du titulaire des droits sur cette oeuvre.
- Rien dans ce contrat ne diminue ou ne restreint le droit moral de l'auteur ou des auteurs.

Ce qui précède n'affecte en rien vos droits en tant qu'utilisateur (exceptions au droit d'auteur : copies réservées à l'usage privé du copiste, courtes citations, parodie...)

Ceci est le Résumé Explicatif du Code Juridique
(la version intégrale du contrat - http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/legalcode).

Couverture : Photo prise depuis la station spatiale internationale (ISS) d'un panache volcanique s'élevant du Sarytchev le 12 juin 2009 (c'est l'un des volcans les plus actifs des îles Kouriles).



Les volcans

Sommaire

Objectifs	**page 4**
Présentation des ateliers	**page 5**
Atelier éruptions volcaniques	**page 7**
Atelier viscosité et comportement de la lave	**page 18**
Atelier convection et mouvement des plaques	**page 21**
Atelier observation des roches volcaniques	**page 33**
Documentation à destination des enseignants	**page 49**
St Michel d'Aiguilhe - Le pic et la chapelle	**page 57**
Voyageons avec Internet	**page 59**
Différents types de volcans	**page 60**
Structure du globe	**page 71**
Mouvements des plaques (récapitulatif)	**page 73**
Quelques liens	**page 75**

Dossier réalisé par des membres de l'équipe « Science.Ecole »

https://www.science-ecole.fr

Fédération du Loiret de la Ligue de l'Enseignement

Objectifs

En réponse à une demande de professeurs des écoles qui souhaitaient aborder le volcanisme avec leurs élèves, nous avons bâti ces quatre ateliers qui permettent de visualiser quelques aspects du phénomène :

Atelier convection et mouvement des plaques tectoniques, pour comprendre la dynamique de notre planète

Atelier éruptions volcaniques, pour comprendre les éruptions explosives (volcans gris) et les éruptions effusives (volcans rouges).

Atelier viscosité et comportement de la lave, pour illustrer les différents types de volcans effusifs (volcans rouges).

Atelier observation et manipulation de roches volcaniques et plutoniques, avec des liens vers l'histoire et la géographie humaine.

Ces ateliers peuvent être utilisés par l'enseignant seul dans sa classe, ou mieux avec l'aide de parents d'élèves ou -pour les écoles proches d'Orléans- de bénévoles de l'équipe « Science.Ecole » de la Ligue de l'Enseignement du Loiret. Dans ce cas, il sera possible de diviser la classe en quatre groupes (donc effectif par groupe de 5 à 7 élèves) et d'organiser quatre ateliers tournants sur 1/2 journée et ainsi permettre à tous les élèves de manipuler

La construction des matériels correspondants, expliquée dans ce dossier, est à la portée de tout bon bricoleur et ne représente qu'un investissement financier limité.

Dans la deuxième partie de ce dossier, vous trouverez un petit rappel scientifique sur le sujet et des illustrations libres de droits que vous pourrez utiliser pour affichage dans les classes.

Présentation à la classe de nos ateliers sur le volcanisme (durée 5 à 6 minutes)

Organisation de la classe en 4 groupes, ateliers tournants

Nous allons travailler en 4 ateliers pour découvrir ensemble les phénomènes du volcanisme.
Il y aura :

- un atelier convection et mouvement des plaques tectoniques,
- un atelier viscosité et comportement de la lave,
- un atelier éruptions volcaniques,
- un atelier observation des roches volcaniques.

Questions et commentaires pour introduire le sujet :

Connaissez-vous des volcans ?
Qui peut me dire ce qu'est un volcan ?
Qui peut me dire s'il existe des volcans en France ?
Qui peut me donner le nom d'un volcan actif aujourd'hui dans le monde ?
Qui peut me dire pourquoi les volcans forment des montagnes ?
Qui peut me dire le rôle des volcans ?
Ils évacuent le trop plein de chaleur de la terre et jouent le rôle de soupape de sécurité comme avec une cocotte-minute pour éviter l'explosion de la planète.

Il existe 3 types de volcans :

- Ceux qui crachent de la lave. Ils donnent l'impression que le volcan crache du feu. Ils offrent de formidables effets pyrotechniques que l'on peut observer en prenant les précautions connues des vulcanologues.

- Ceux qui crachent des gaz brûlants, des nuages de cendres, des particules incandescentes, des blocs de lave au cours de formidables explosions qui sont imprévisibles et donc terriblement dangereuses.

- Ceux qui crachent de la lave sous l'eau des océans et qu'on ignore le plus souvent.

Qui peut me dire ce qu'est la lave ? Et le magma ?
A quelle température se trouve le magma qui a une couleur « blanc jaune » ?
Et la température de la lave qui a une couleur rouge ?

Qui peut me dire pourquoi le magma jaillit de la cheminée du volcan ?
Qui peut me dire ou est stocké le magma avant qu'il jaillisse à la surface de la terre ?

Si vous secouez une bouteille de coca, de limonade, d'eau gazeuse avant de l'ouvrir, qu'est ce qui se passe à l'ouverture ?
Le liquide jaillit emporté par les bulles de gaz. De même, dans un volcan, c'est le gaz qui est le moteur du mouvement du magma ou de l'explosion.

Nous allons modéliser ce phénomène dans l'atelier intitulé **« éruptions volcaniques** ».

Comment se comporte la lave durant et après l'éruption ?
Dans l'atelier intitulé « **viscosité et malléabilité** » nous allons modéliser le phénomène d'écoulement de la lave avant qu'elle se solidifie.

Qui peut me dire si la répartition des volcans est uniforme ou au contraire localisée à des zones particulières du globe terrestres ?
Dans l'atelier **« convection et mouvement des plaques**» nous allons modéliser le phénomène de convection des roches dans le manteau terrestre qui induit un phénomène de déplacement des plaques qui portent soit la croûte terrestre soit la croûte océanique. Une modélisation du mouvement expliquera la répartition des zones d'intenses activités volcaniques sans oublier les séismes.

Dans l'atelier « **observation des roches volcaniques** » nous chercherons à reconnaître les roches les plus courantes.

Pour conclure, chacun de vous aurez à « légender » un modèle schématique de la coupe d'un volcan qui crache de la lave.

Début des ateliers.

Atelier éruptions volcaniques

Les vulcanologues ont classé les volcans en 3 grands groupes : les volcans gris (explosifs) les volcans rouges (effusifs), et les volcans sous-marins.

Nous allons réaliser des maquettes des deux premiers types de volcans.

1 - Volcans explosifs (volcans gris)

Dans la bouteille en plastique, versez une cuillère à café bien pleine d'hydrogénocarbonate de sodium (nom commercial : bicarbonate de sodium ou bicarbonate de soude).
Remplissez la seringue de 10 mL de vinaigre blanc (acide éthanoïque dilué, nom commercial : acide acétique).
Fixez la seringue sur le petit tuyau de la bouteille, placez le bouchon (sans trop forcer), puis placez la bouteille dans le cône volcanique.

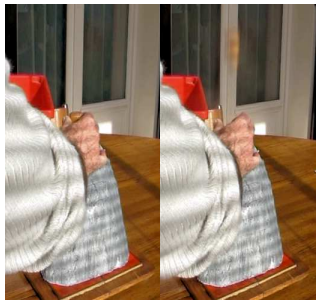
Expérience :

Vérifiez que le « volcan » n'est pas à la verticale d'un système d'éclairage (risque de casse en cas de percussion par le bouchon.
Videz le seringue dans la bouteille.
Ne lâchez pas la seringue.

L'hydrogénocarbonate de sodium va réagir avec l'acide éthanoïque et produire du dioxyde de carbone (gaz carbonique). La pression va augmenter dans la bouteille, jusqu'à expulsion explosive du bouchon.

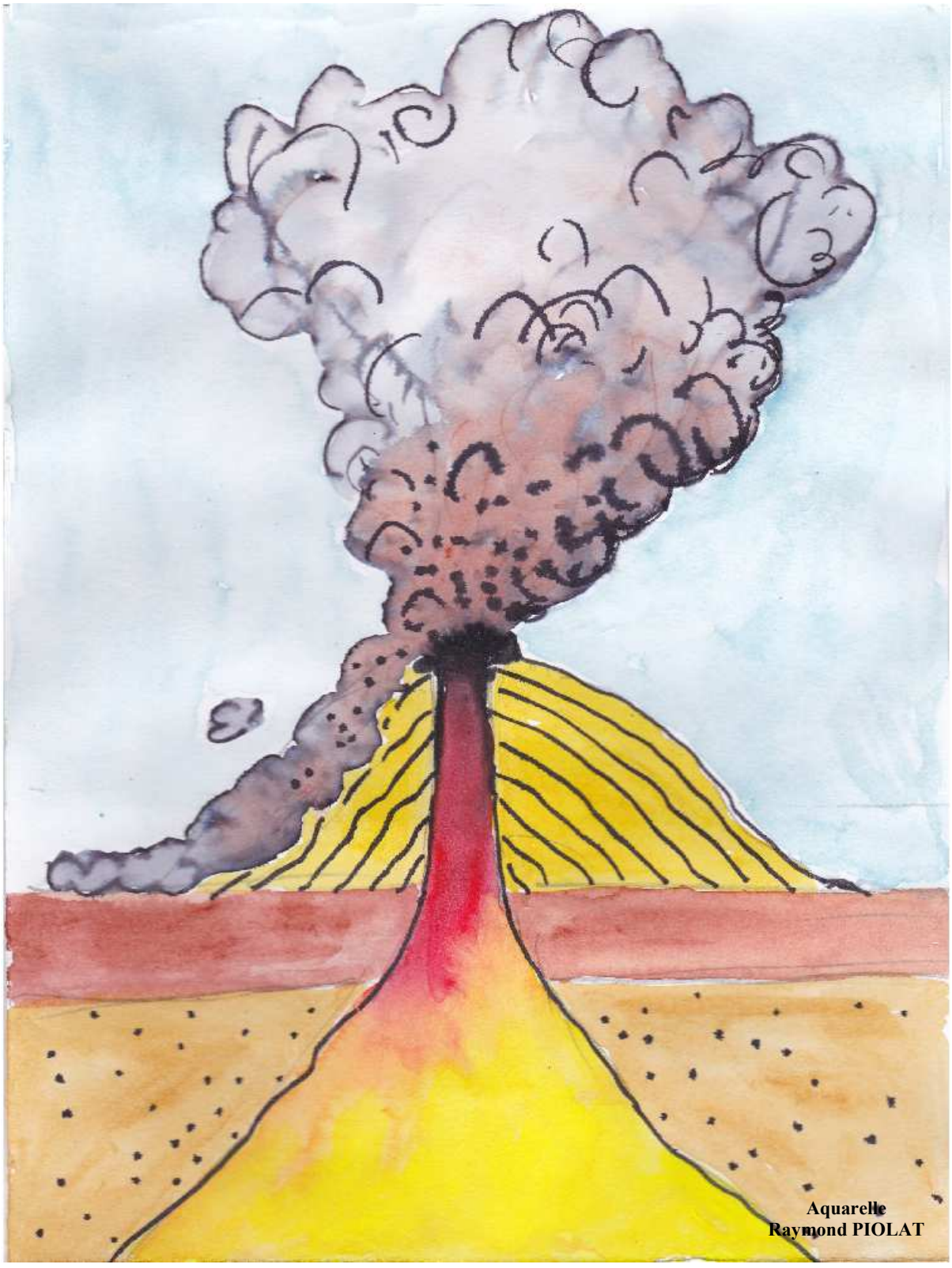
Si le bouchon n'est pas éjecté, c'est probablement parce que vous l'avez trop enfoncé.

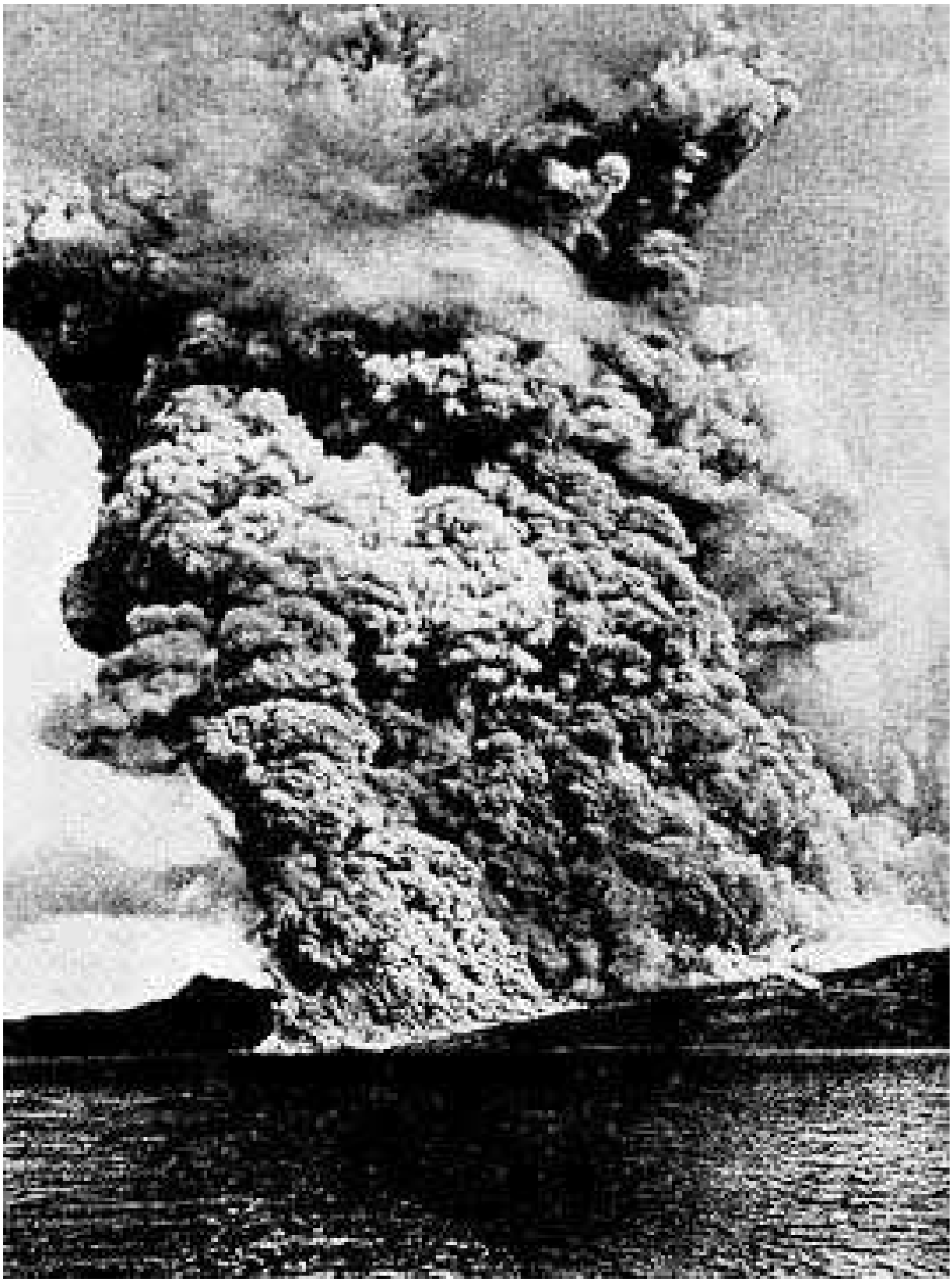
Vérification : relâchez légèrement la seringue ; la pression interne va repousser le piston.
Si c'est le cas, aidez légèrement le bouchon jusqu'à expulsion.



Nota : il est préférable que cette expérience de volcan explosif soit faite par un adulte.

les éruptions explosives
(volcans gris)



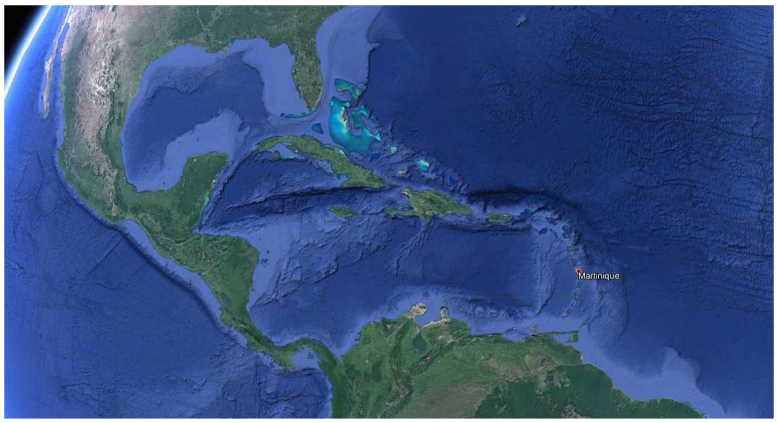


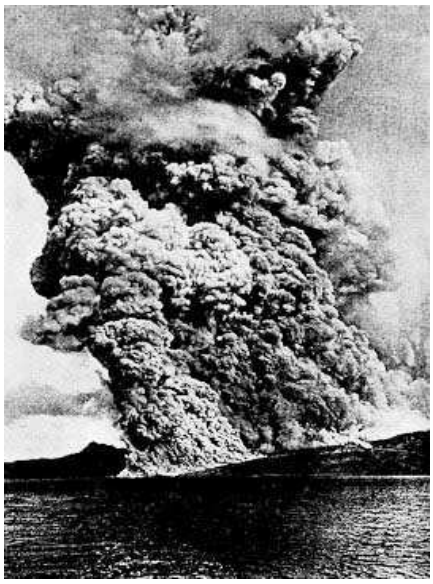
Martinique : Le 8 mai 1902, au cours d'une éruption, une nuée ardente partie du sommet du volcan détruit complètement la ville de Saint-Pierre faisant environ 29 000 morts

Alfred Lacroix, (1863-1948) In La montagne Pelée et ses éruptions. Masson et cie (Paris), 1904

Un exemple de volcan explosif :
La Montagne pelée - La Martinique

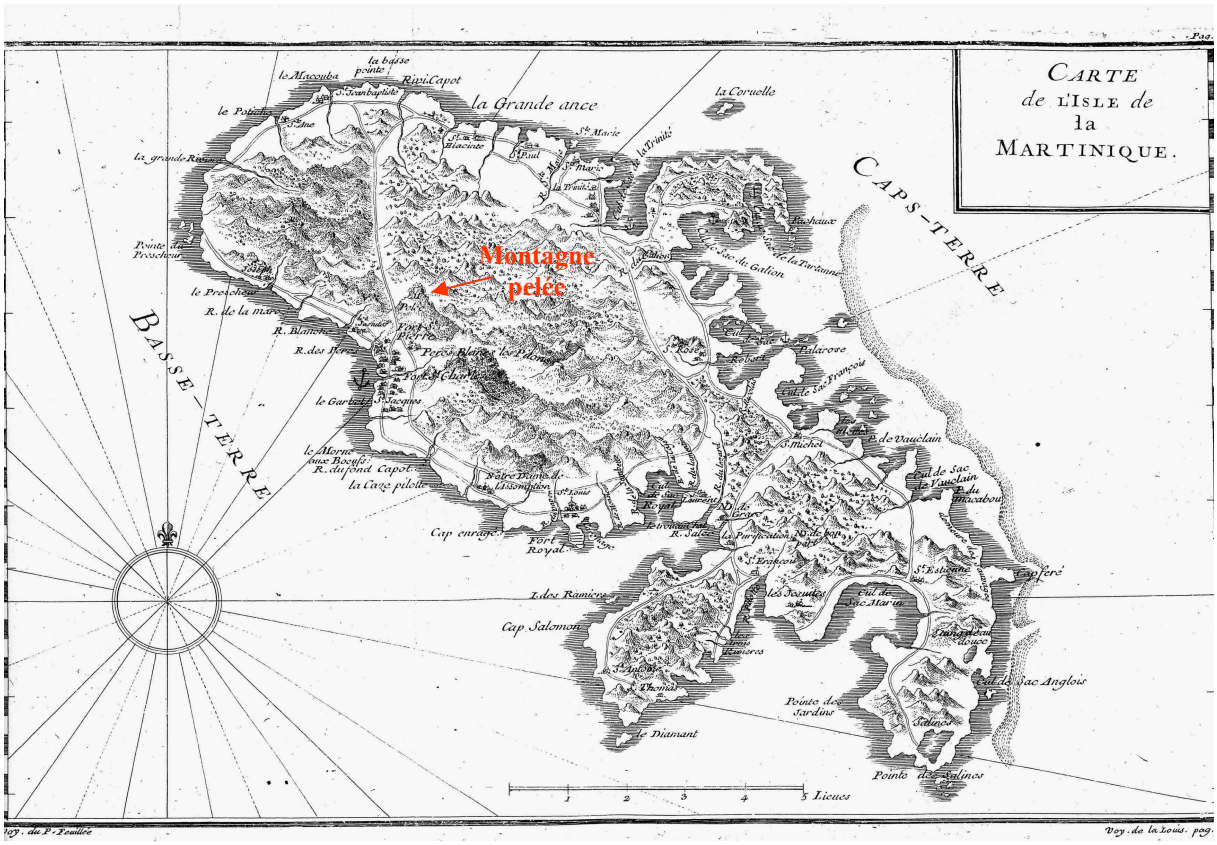
La **montagne Pelée** est un volcan actif situé dans le Nord de la Martinique, une île des Antilles constituant un département français d'outre-mer.





Alfred Lacroix, (1863-1948)
In La montagne Pelée et ses éruptions.
Masson et cie (Paris), 1904

Le 8 mai 1902, au cours d'une éruption, une nuée ardente partie du sommet du volcan détruit complètement la ville de Saint-Pierre faisant environ 29 000 morts[1]. Il y eut deux survivants avérés, Louis-Auguste Cyparis, un prisonnier sauvé par l'épaisseur des murs de son cachot, et Léon Compère-Léandre, un cordonnier qui vivait à la périphérie de la ville. Aujourd'hui reconstruite, Saint-Pierre est une petite cité de 5 000 habitants[1]. Avant l'éruption, la ville était la capitale commerciale de la Martinique et était alors surnommée « le Petit Paris des Antilles »
Cette éruption a servi à caractériser le type éruptif péléen tirant son nom du volcan.



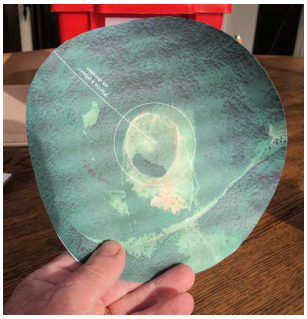
Martinique : La Montagne Pelée vue depuis Saint Pierre
Photo Alain ROBERT

Martinique, Saint Pierre : Plage de sable volcanique au pied de la Montagne Pelée
Photo Alain ROBERT

2 - Volcans effusif (volcans rouge)

Fabrication de la maquette (une par élève). Ce travail peut être fait en classe entière, en amont de l'intervention.

Imprimez cette page. Découpez le disque, coupez le long de la ligne droite blanche, puis éliminez le disque central. Collez (ruban adhésif) sur le bord d'une petite verrine plastique de 4 ou 6 cL, en formant un cône. Collez les bords du cône. Déposez le tout sur une assiette en papier. Votre maquette est prête pour simuler une éruption volcanique.



Expérience (à faire par chaque élève) :
Préparez un peu de lait (coloré en rouge). Pour éviter le gaspillage de produits alimentaires, on peut utiliser du lait en poudre et n'en préparer que la quantité nécessaire pour l'expérience.

Dans la verrine, versez la moitié d'un sachet de levure chimique, placez un agitateur.
Attention : la levure chimique « Spécial gâteaux en machine à pain » ne convient pas.
Remplissez rapidement la verrine jusqu'à la moitié avec du lait coloré. Agitez. Observez.

La levure chimique réagit avec le lait. Cette réaction produit du dioxyde de carbone (gaz carbonique) qui fait mousser le lait, comme les gaz dissous dans la lave font mousser celle-ci lorsque la pression diminue et que les gaz ne peuvent plus rester en solution dans la lave.
La mousse de lait et de dioxyde de carbone déborde et s'écoule sur les pentes de la maquette comme la lave sur les pentes du volcan.

Si la lave fige rapidement en gardant sa structure mousseuse, on obtiendra un solide rempli d'alvéoles comme par exemple la « Pierre ponce »

La pierre ponce est formée à des températures de l'ordre de 500 à 600 °C. La lave projetée en l'air se refroidit très vite et la chute de pression entraîne un dégazage qui forme des bulles, d'où la porosité et la faible densité de la pierre.

les éruptions effusives
(volcans rouges)

les éruptions effusives :

Elles émettent des laves basaltiques pauvres en silice. Une fois libérées, elles s'écoulent sur les flancs du volcan, formant des coulées de lave qui peuvent atteindre une dizaine de kilomètre. Ces éruptions souvent calmes (sans explosion) sont propres aux **points chauds**. (piton de la Fournaise à la Réunion, Etna en Italie, Mauna Kea à HawaÏ).

Coulées de lave sur les flancs du piton de la fournaise (La Réunion) – www.lejournaldemayotte.com

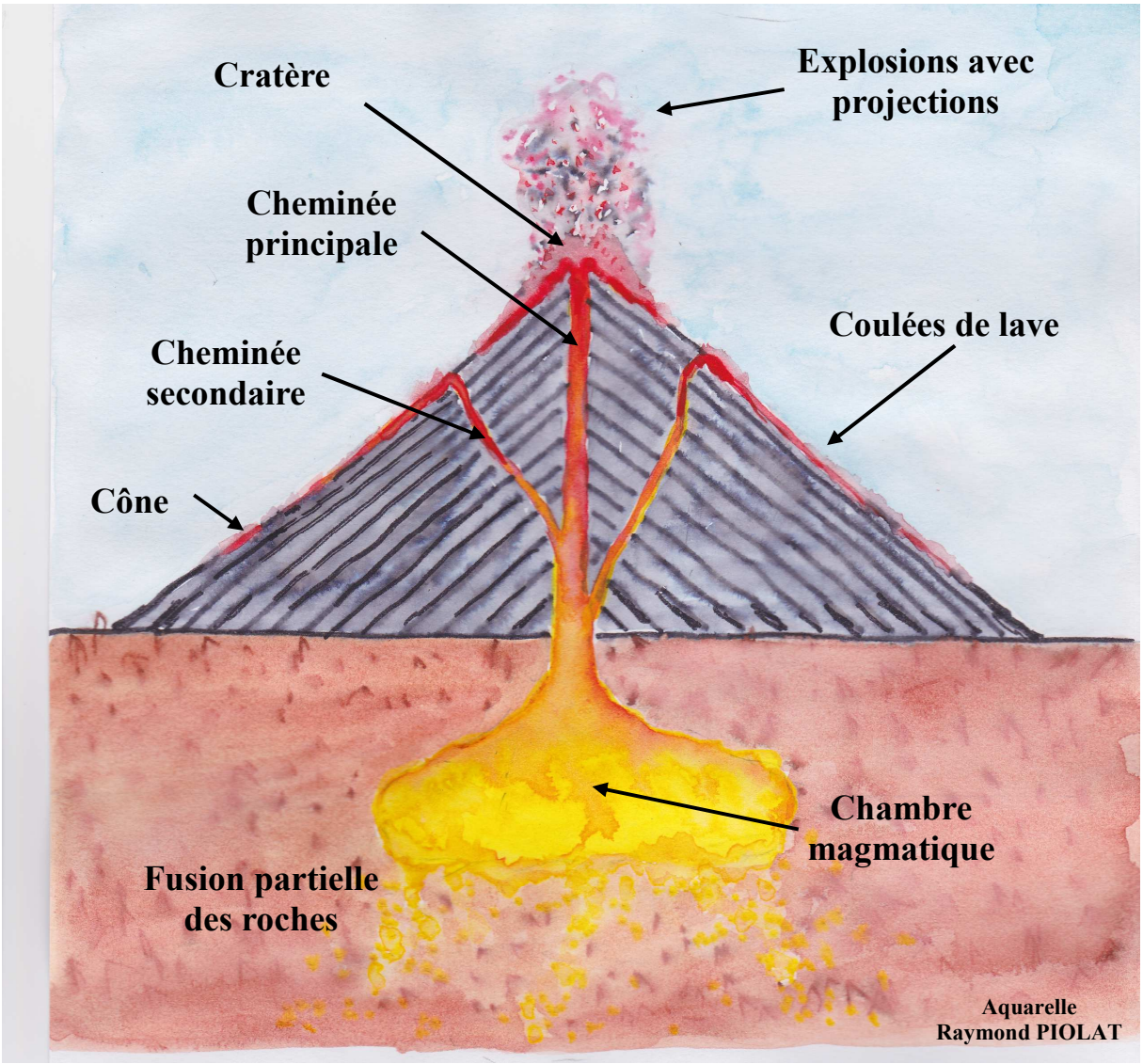
Coulées de lave sur les flancs de l'Etna (Sicile)

Travail individuel :

1 - Observez des photos de volcans gris et rouges et dites pourquoi ils ont été nommés ainsi.

2 - En vous servant du modèle (page 16), complétez votre fiche « Coupe schématique d'un volcan rouge » (page 17).

Coupe schématique d'un volcan rouge



Dans les zones de chaleur excessive du manteau, les roches fondent partiellement et s'élèvent sous l'effet de la poussée d'Archimède. Elles vont créer une chambre magmatique qui va continuer d'être alimentée très lentement durant plusieurs milliers d'années jusqu'au jour où il y a débordement : c'est l'éruption.

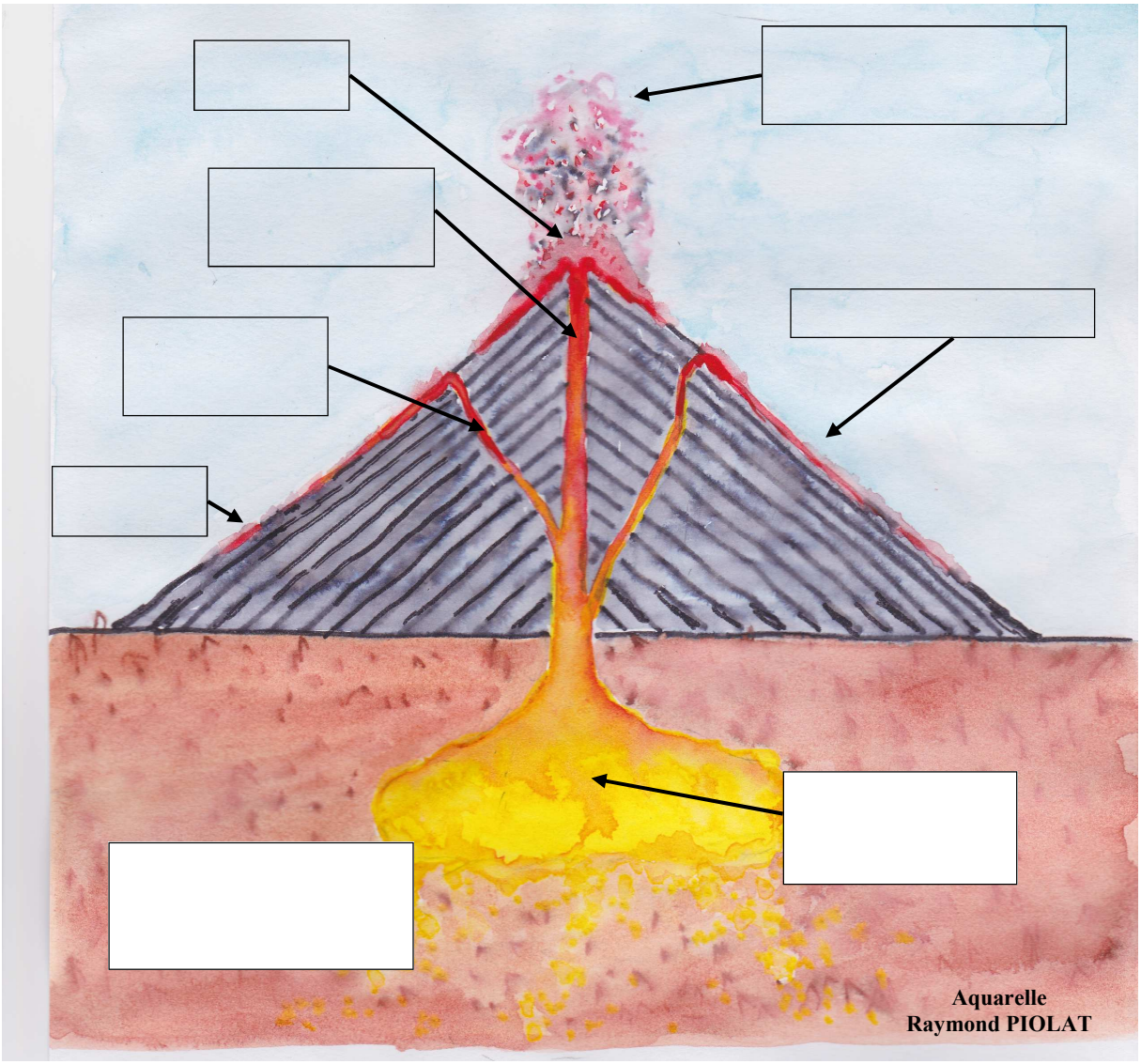
Le magma est à une température d'environ 1 200 °C (couleur blanche jaune aveuglante). A la sortie du cratère, le magma perd ses gaz, il prend alors le nom de lave (couleur rouge, température de 1 000°C).

Coulée de lave : les roches fondues peuvent être dans un état de viscosité de très liquide à pâteux. La lave commence à se solidifier au-dessous de 900 °C. Il se forme en surface des croûtes puis les roches fondues perdent de plus en plus de leur viscosité et finissent par se solidifier (couleur noir du basalte).

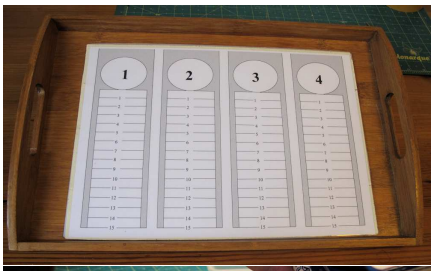
Chambre magmatique : réservoir situé sous le volcan entre 2 et 20 km de profondeur ou s'accumule le magma avant de monter à la surface ce qui déclenche l'éruption volcanique.

Le cône volcanique est formé par l'accumulation des coulées de lave et des projections expulsées (cendres, scories, lapilli, blocs) pendant les éruptions successives qui le font grandir sur des millénaires jusqu'à devenir une montagne pouvant atteindre plus de 6 000 mètres !

Coupe schématique d'un volcan rouge



Atelier viscosité et comportement de la lave

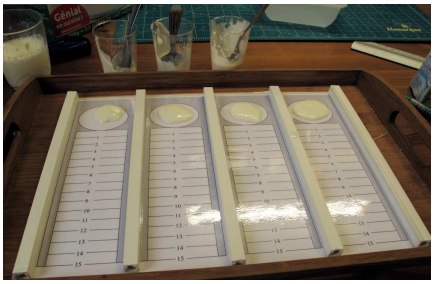


Placez la plaque d'essai dans un plateau.
Laissez le plateau à l'horizontale.

Dans 4 récipients (verrines), mettez la même quantité de crème UHT semi épaisse ou de fromage blanc battu.
Préparez un peu de lait dans un cinquième récipient.

La verrine N°1 est prête.
A l'aide de la seringue, mettez 2 mL de lait dans la verrine N°2, 4 mL dans la verrine N°3, 6 mL dans la verrine N°4 .
A l'aide des petites cuillères (une par verrine), mélangez bien le contenu des verrines.

Pour chaque verrine, versez une ou deux cuillères du mélange sur la zone ovale de même N° de la plaque d'essai placée à l'horizontale.



Penchez le plateau en le posant sur un objet épais.

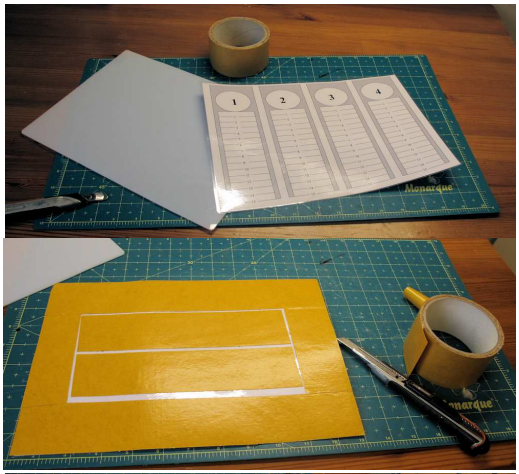
Observez.

Plus le mélange est fluide (donc moins visqueux), plus il coule rapidement sur la plaque d'essai.

Il en est de même pour la lave qui sort d'un volcan effusif : très fluide elle coule à grande vitesse le long des pentes du volcan, plus visqueuse elle coule moins vite et forme un cône aux pentes plus raides.
La vitesse d'écoulement peut aller de quelques mètres à l'heure à 80 km/h (record enregistré sur les pentes du Mauna Loa), les vitesses les plus courantes étant de l'ordre de 15 à 20 km/h.

Fabrication de la plaque d'essai :

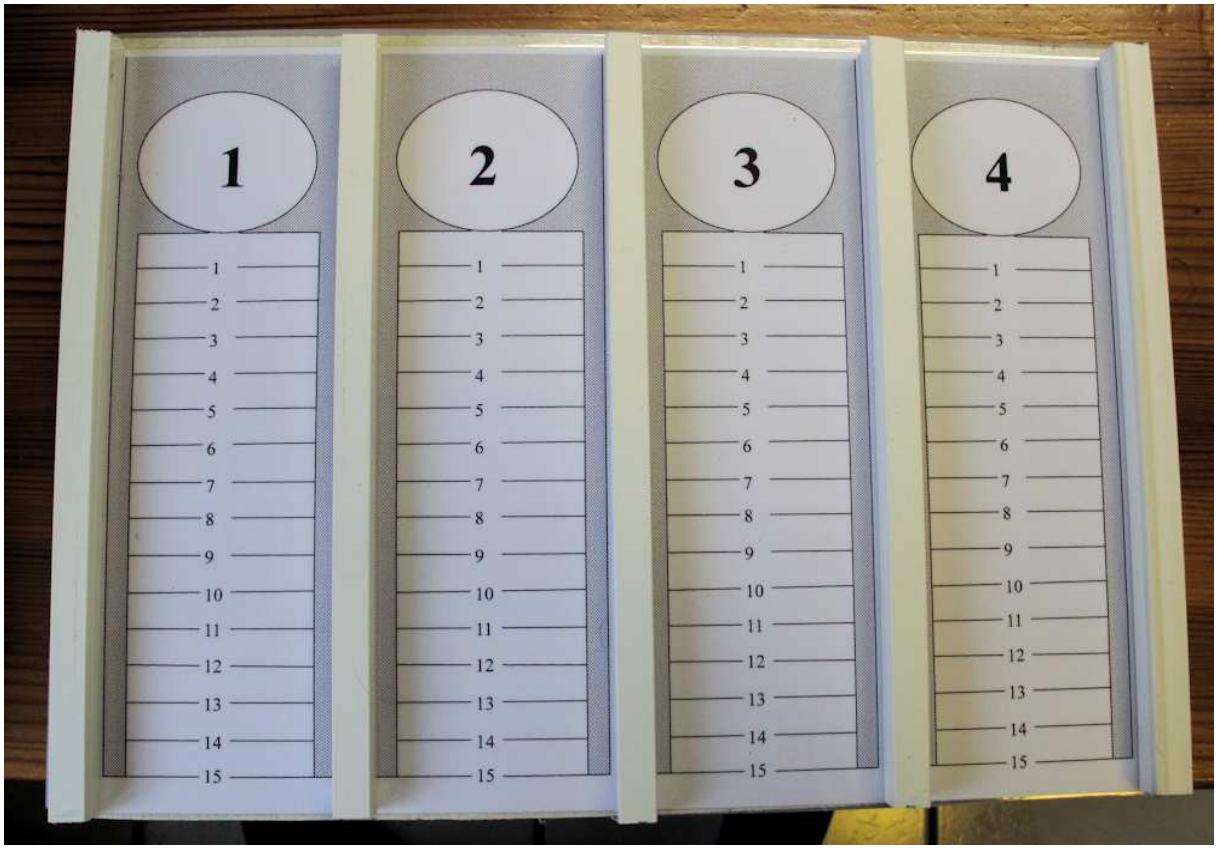
Imprimez la page 21 et plastifiez-la.

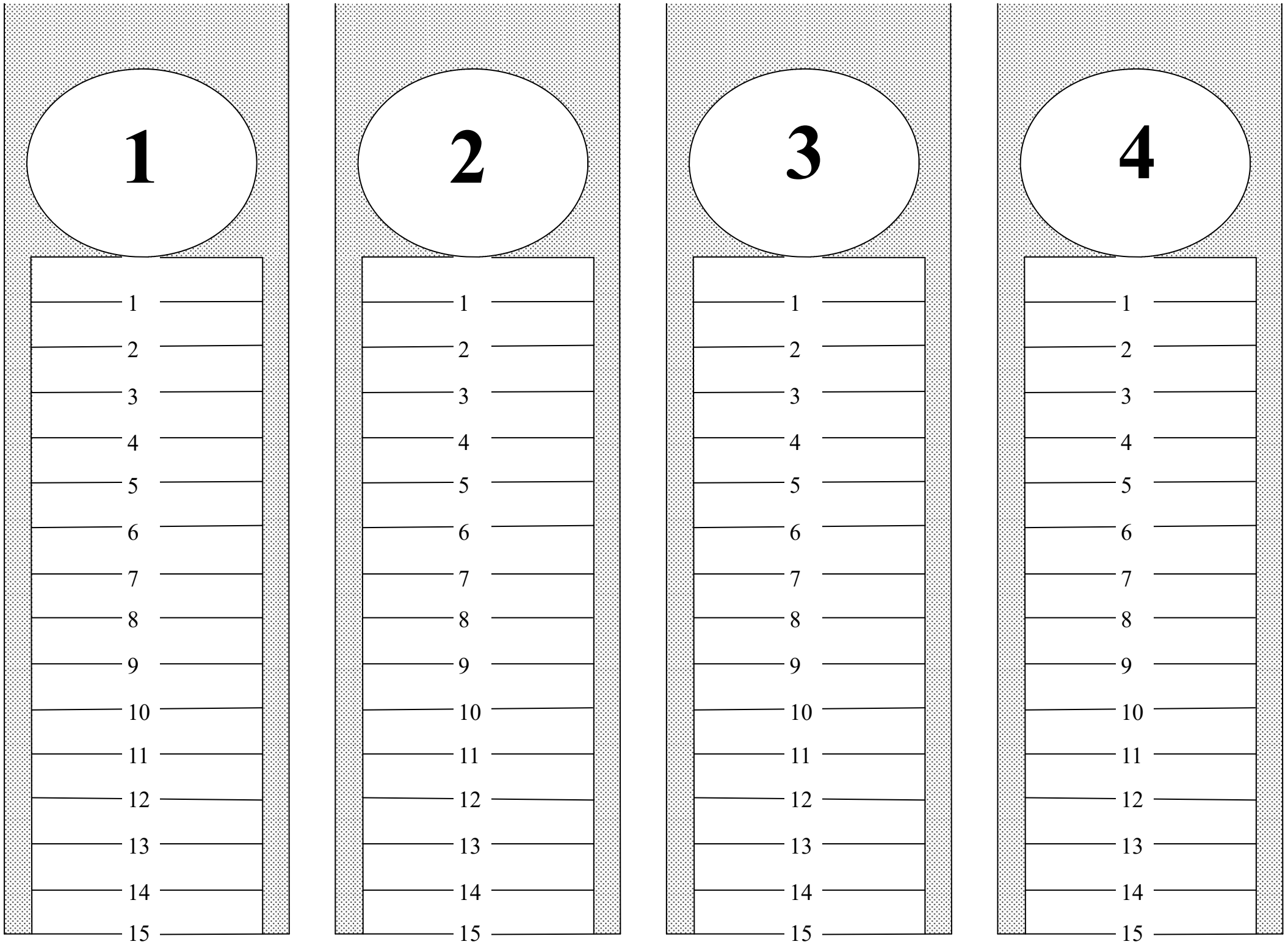


A l'aide d'adhésif double face (adhésif pour moquettes), collez cette feuille sur un support rigide :
Plaque de plexiglas, plaque d'aluminium, plaque de bois ou de contre-plaqué.

Si vous utilisez du bois ou du contre-plaqué, il est préférable de vernir cette plaque avant d'y coller la feuille plastifiée afin que l'ensemble puisse être nettoyé à l'eau en fin d'expérience.

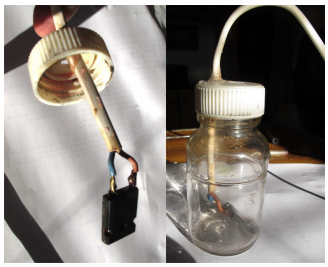
On peut améliorer la séparation des pistes en collant cinq morceaux de barrette plastique ou de mini moulure PVC autocollante, avec couvercle enclipsable, section 11x10 mm.




1
2
3
4
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

Atelier convection et mouvement des plaques

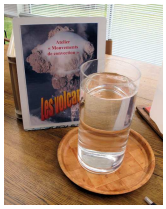
Convection



Le matériel : Un vase haut et transparent, une résistance de 4 Ohms (puissance admissible 50 W) alimentée en 12 V dans une petite bouteille (90 mL) au bouchon percé de deux trous (un pour le passage du fil électrique, l'autre pour permettre la sortie de l'eau colorée) et une alimentation 12 V, 50 W
Puissance de chauffage : 12 x 12 / 4 = 36 Watts

Expérience :

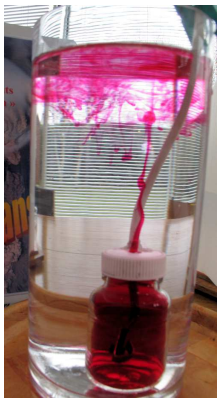
Première phase : préparation de la bouteille d'eau colorée

				
On remplit aux 4/5 le vase avec de l'eau froide.	On verse quelques gouttes de colorant dans la petite bouteille	On complète jusqu'au goulot avec de l'eau froide	On place la résistance, on ferme et on complète le remplissage	à l'aide d'une seringue afin qu'il ne reste pas d'air.

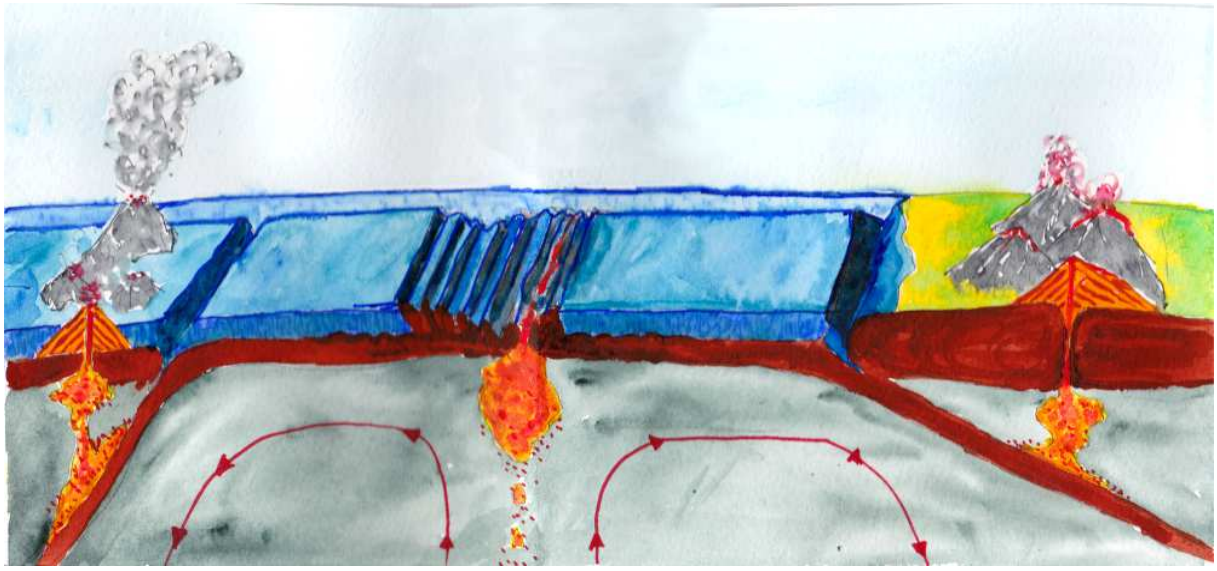
Deuxième phase : mise en place

On descend doucement la petite bouteille dans le vase	Puis on fixe le fil électrique sur le rebord du vase (pince à linge) et on branche sur le bloc d'alimentation.	Tant que l'alimentation est éteinte, la résistance ne chauffe pas, il ne se passe rien.

Troisième phase : chauffage

				
On met le chauffage en route. Quelques instants plus tard, un panache d'eau colorée sort de la bouteille,	Puis monte vers la surface : l'eau chaude étant moins dense que l'eau froide, la poussée d'Archimède l'entraîne vers la surface	Arrivée en haut du vase, l'eau colorée se refroidit, s'étale	Puis commence à redescendre. Il se passe la même chose dans une casserole remplie d'eau que l'on met à chauffer,	mais l'absence de colorant rend difficile la visualisation du phénomène.

Dans le magma, le même phénomène se produit, à beaucoup plus grande échelle et beaucoup plus lentement.



Pour les bricoleurs : comment fabriquer le système de chauffage :
bloc d'alimentation et résistance
Le matériel de base est disponible chez Conrad :
On veillera à placer l'ensemble dans une boite résistant aux projections d'eau et à isoler soigneusement tous les points de branchement des composants. Il n'est pas inutile de prévoir un interrupteur et un voyant lumineux.

Icone principale
Transformateur pour circuits imprimés Block VCM 50/1/12 1 x 230 V 1 x 12 V/AC 50 VA 4.16 A 1 pc(s) »
Code produit: 710531-62

Icone principale
Résistance de puissance Weltron TR50FBE0040-H 4 Ω sortie radiale TO-220 50 W 1 % 1 pc(s) »
Code produit: 442717-62

Les mouvements de la surface de notre planète Terre

Depuis sa création, il y a environ 4,5 milliards d'années, notre planète renouvelle en permanence sa surface avec les différents phénomènes du volcanisme associé aux mouvements des plaques lithosphériques (dérive des continents).

On répertorie une douzaine de plaques qui ont épaisseur variant entre 70 et 150 km et qui constituent l'enveloppe superficielle de la planète : la lithosphère (sphère de pierre). Ces plaques reposent sur une enveloppe malléable qui se comporte comme un liquide : l'asthénosphère (couche visqueuse du manteau supérieur du globe jusqu'à 700 km de profondeur, animée de mouvements de convection).

Les phénomènes volcaniques et de translation des plaques en surface sont les conséquences du transfert permanent de matière (mouvement de convection, phénomènes de subduction) et d'énergie entre les enveloppes interne et externe du globe (points chauds).

Ces transferts sont la conséquence de la dissipation de la chaleur produite par la désintégration radioactive d'éléments à longue vie tel le potassium, l'uranium ou le thorium.

Cette dissipation de l'énergie thermique se fait par de très nombreux processus : éruptions volcaniques, géothermie, « fumeurs noirs » dans les abymes, échanges thermiques entre la lithosphère et les eaux océaniques (circulation hydrothermale).

On recense plusieurs zones favorables à l'apparition du volcanisme et (ou) des séismes :

Les « dorsales » océaniques lieux de divergence des plaques océaniques.
Les zones de subduction avec l'apparition de volcanisme de subduction (volcans gris)
Les zones d'hétérogénéités thermiques du manteau matérialisées par les volcans des « points chauds » (volcans rouges)
Les lignes de faiblesse de la lithosphère (zones de moindre épaisseur) qui induisent des failles immenses, accompagnées d'une forte activité volcanique.

On recense aussi des zones de dissipation de l'énergie sismique lors de la formation de montagnes résultant de la convergence de plaques continentales

On commence à recenser les lieux de transport de chaleur dans les abysses par des fluides hydrothermaux à des températures de plus de 300° C (profondeurs entre 6000 m et 10 000 m sous l'eau).

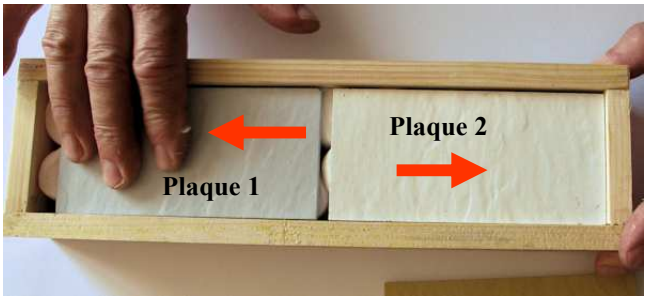
Pages suivantes, après la description d'expériences pour simuler le mouvement des plaques, présentation d'une série d'illustrations des phénomènes correspondants et une illustration regroupant l'ensemble des phénomènes océaniques et continentaux (incluant les «points chauds»).

Mouvement des plaques

Matériel : le magma sera figuré par des « Chamallows » rangés jointifs dans une boîte. Les plaques continentales ou océaniques seront remplacées par 4 plaques fines (bois, céramique, etc.) de largeur légèrement inférieure à la largeur intérieure de la boîte et de longueur égale à la moitié de la longueur intérieure de la boîte diminuée de 2 cm (pour permettre les mouvements.
Mettre deux plaques dans la boîte.

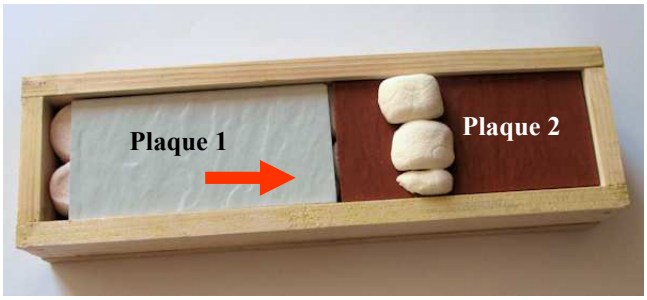
1 - ZONE D'ACCRETION : LES DORSALES OCEANIQUES

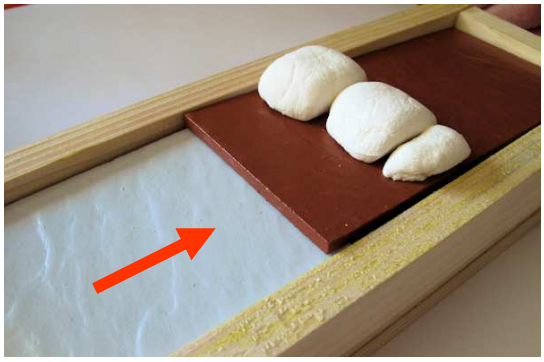
Écartez doucement les deux plaques. Une zone apparaît entre les plaques. Cela correspond à la dorsale océanique (voir page 26)



2 - ZONE DE SUBDUCTION « OCEAN- CONTINENT »

Remplacez l'une des plaques « océaniques » par une plaque « continentale ».
La plaque 2 étant bloquée par le bord de la boîte, poussez la plaque 1. Elle s'enfonce et passe sous la plaque continentale.

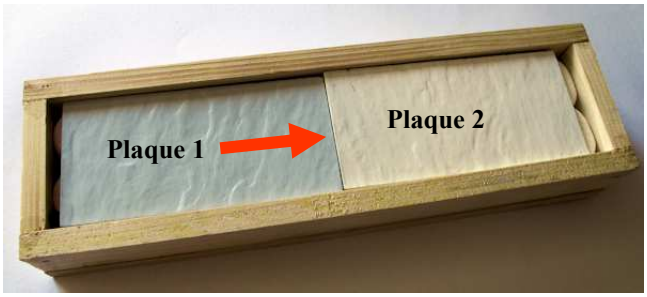


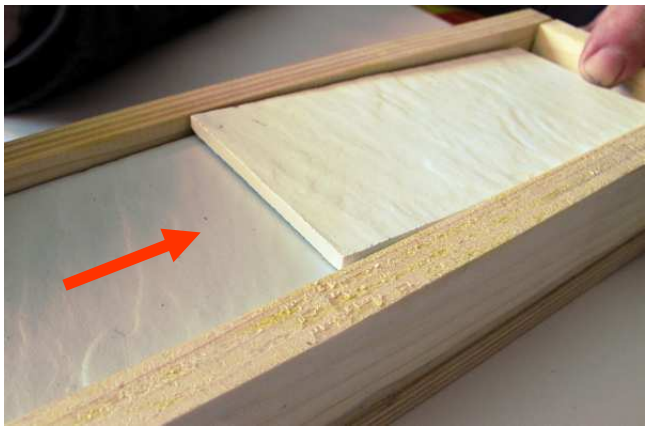


C'est ce qui se passe dans les zones de subduction « Océan – Continent » (voir page 27).

3 - **ZONE DE SUBDUCTION « OCEAN - OCEAN »**

Mettez les deux plaques « océaniques » dans la boîte.
La plaque 2 étant bloquée par le bord de la boîte, poussez la plaque 1. Elle s'enfonce et passe sous la plaque 2.



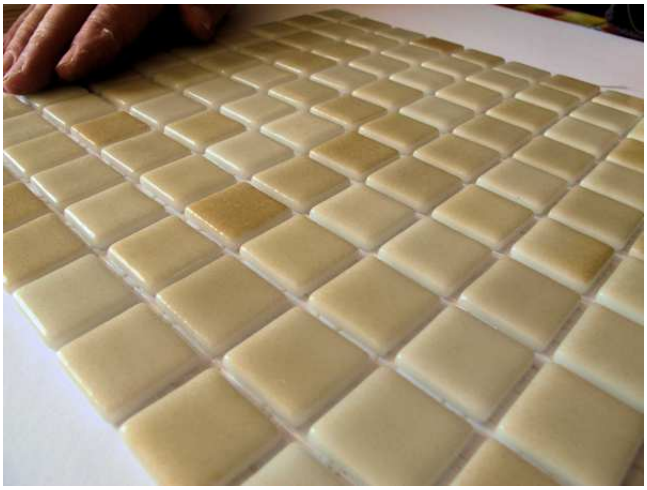


C'est ce qui se passe dans les zones de subduction « Océan – Océan » (voir page 28).

3 - **ZONE DE COLLISION ENTRE PLAQUES CONTINENTALES**

Matériel : une plaque de petits carreaux de céramique collés sur un support (fibre ou papier kraft).

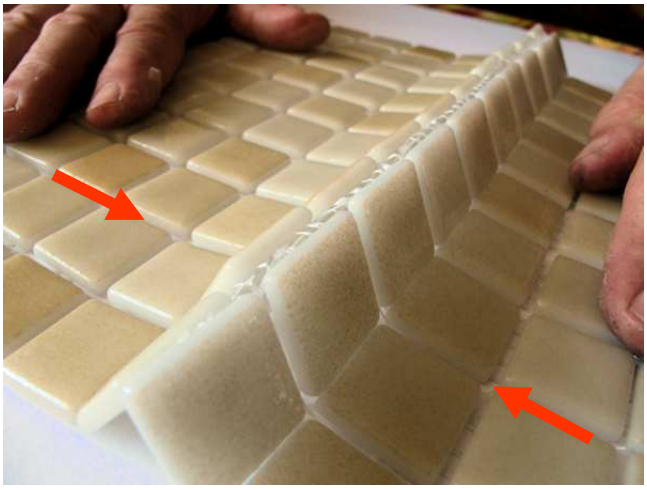
Mettez la plaque a plat sur la table, vos mains sur deux bords opposés de la plaque.



Poussez doucement vos mains l'une vers l'autre.

La plaque va se plier au niveau d'une ligne de jointure des petits carreaux et former une « chaîne de montagne ».

C'est ce qui se passe dans une zone de collision entre plaques continentales (voir page 29).



ZONE D'ACCRETION : LES DORSALES OCEANIQUES

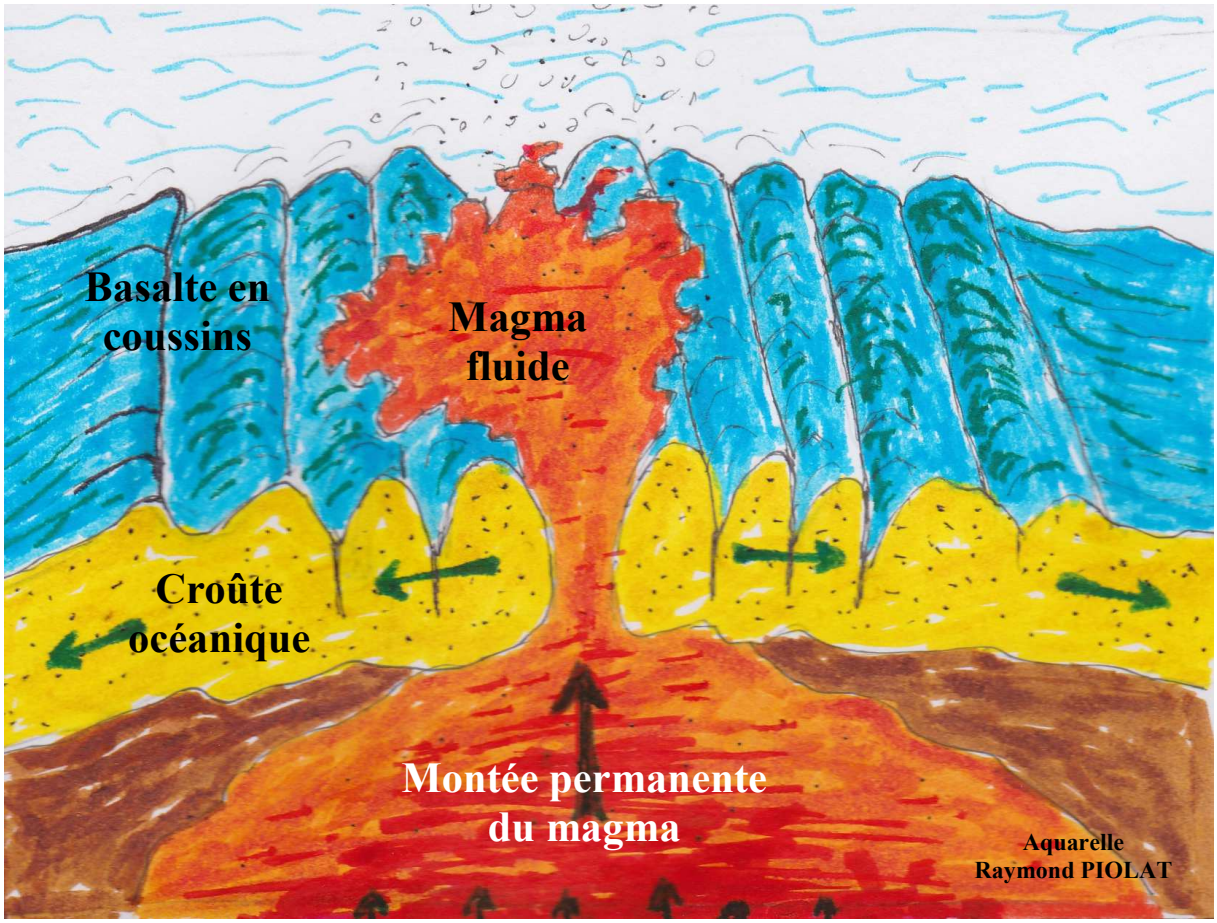
Sous les mers du globe, la croûte océanique porte une immense cicatrice qui traverse l'Atlantique, l'océan Indien et le Pacifique. Elle crache sans cesse de la lave et se nomme « dorsale océanique ». Elle forme la plus longue chaîne de montagnes volcaniques sur une longueur d'environ 70 000 km et à environ 2 000 m de profondeur sous le niveau de la mer.

Sur les côtés de ces dorsales sous-marines se trouvent des failles qui s'enfoncent à plusieurs kilomètres sous le plancher océanique. Les failles communiquent avec d'immenses réservoirs souterrains de magma. Le magma remonte en permanence par ces failles pour se transformer en lave qui s'épanche en forme de coussins. Cette lave se solidifie, elle donne naissance à une roche noire très dense : le basalte.

Les dorsales se situent à l'aplomb des frontières entre les plaques tectoniques qui « flottent » sur le manteau supérieur et se déplacent les unes par rapport aux autres sous l'effet des mouvements de convections.

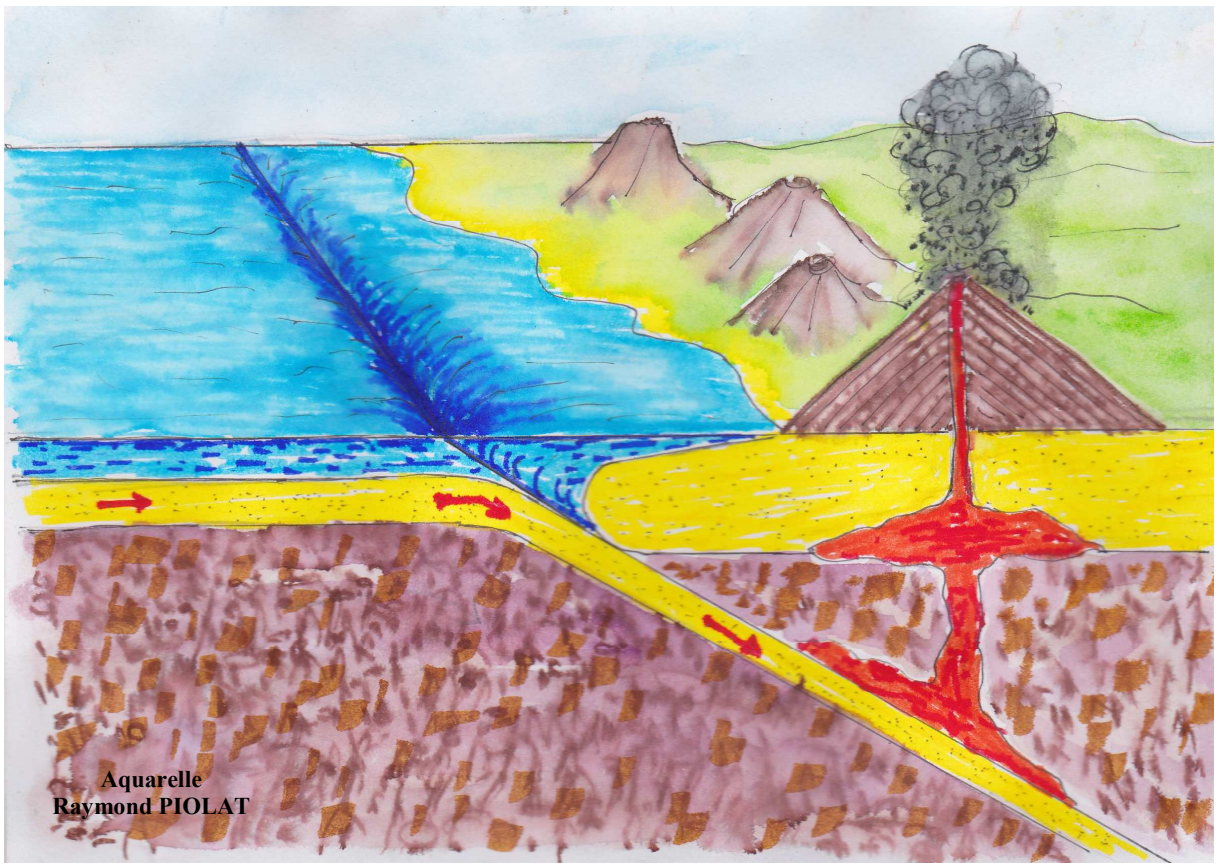
Une dorsale n'arrête jamais de grandir : la lave qui en sort en permanence repousse les plaques et provoque la dérive des continents. L'écartement annuel entre deux plaques peut varier, selon la production de lave, entre 2 cm et 17 cm !

Si sous les océans les plaquent s'écartent, elles vont forcément rencontrer une autre plaque à l'autre bout. La croissance des dorsales produira des phénomènes de collision ou de subduction.



Zone de subduction « océan-continent »

Lorsque deux plaques lithosphériques se rencontrent, la plus dense (la plus lourde) s'enfonce sous la plus légère par à-coups, à une vitesse moyenne de quelques centimètres par an.
Les zones de subduction se situent sous les océans à l'aplomb d'une frontière entre deux plaques.
Lors de la subduction « océan-continent la plaque océanique s'enfonce sous la plaque continentale qui est plus légère. L'enfoncement d'une plaque produit d'énormes forces de friction. Comme la plaque qui s'enfonce est rigide, elle casse à plusieurs reprises ce qui produit de nombreux et violents séismes meurtriers avec création d'immenses fosses sous-marines.
Le phénomène de séismes s'accompagne de création de zone de fusion des roches de la plaque chevauchante. En effet, en s'enfonçant, la plaque océanique plonge avec des sédiments gorgés d'eau. A l'approche des zones de températures de 1000 °C et plus, l'eau libérée par la plaque plongeante crée un effet fondant (la température de fusion est abaissée par hydratation) sur les roches de la plaque chevauchante qui se mettent alors à fondre partiellement. Sous l'effet de la poussée d'Archimède, ces premières roches liquéfiées vont monter vers la surface pour donner naissance à d'importantes poches de magma qui vont déborder. Dans ces magmas visqueux, les gaz s'accumulent puis sont libérés lors de fortes explosions provoquant des nuées ardentes. La majorité des « volcans gris » explosifs se localise à l'aplomb des zones de subduction.
Dans les zones de subduction, 85% du magma issu de la fusion partielle de la plaque chevauchante cristallise en profondeur, formant des roches granitiques.
Les roches de la plaque plongeante finissent par être totalement « digérées » en s'enfonçant dans des zones où la température de l'asthénosphère atteint 1600 ° C. Elles passent de l'état solide à un état visqueux pour être entraînées dans les cycles de convection des roches de l'Asthénosphère.
La moitié des éruptions volcaniques aériennes et la grande majorité des séismes se produit sur le pourtour de l'océan Pacifique que l'on nomme « ceinture de feu ». Un phénomène de subduction entre plaque « océan-continent » a donné naissance à la cordillère des Andes qui s'étale sur environ 8 000 km et compte 200 volcans dont le célèbre Misti (5 822 m) en sommeil.



ZONE DE SUBDUCTION « OCEAN-OCEAN »

II arrive que deux plaques océaniques se rencontrent. Une des plaques va plonger sous celle qui est moins dense du fait qu'elle est légèrement plus chaude. En glissant, la plaque océanique qui porte des sédiments gorgés d'eau, en se réchauffant va libérer son eau. Les roches de la plaque chevauchante se mettent à fondre partiellement. Sous l'effet de la poussée d'Archimède, les roches liquéfiées vont monter et alimenteront des poches de magma. Le débordement du magma en dehors d'une poche va créer une éruption sous-marine et formation de montagnes sous-marines. Elles finiront par émerger de la surface de la mer après des millénaires d'activité éruptive.

En surface, ce type de subduction donne naissance à des arcs insulaires, comme les îles Mariannes dans le Pacifique ou l'archipel des Petites Antilles avec de nombreux volcans encore actifs telle la Soufrière en Guadeloupe.

Quand une plaque océanique glisse sous une autre, il se produit des cassures de la plaque plongeante rigide qui provoquent de violents séismes et des effondrements avec création de profondes fosses sous-marines. La plus connue et la plus profonde est la fosse des Mariannes, dans le Pacifique, qui descend à plus de 11000 m !

Zone de collision entre plaques continentales

Si deux plaques continentales aussi lourdes l'une que l'autre entrent en collision, le choc fait naître d'immenses montagnes comme par exemple l'Himalaya.

Les deux plaques au lieu de glisser l'une sous l'autre, vont se casser, se plisser et se soulever. Ce phénomène à l'origine de la création de nos montagnes continentales s'accompagne de très violents séismes. Dans ces zones de collision, il n'y a aucune raison pour que des roches se fondent en profondeur. S'il n'y a pas de formation de poches de magma en profondeur, il ne peut pas y avoir de phénomène de volcanisme.

Les failles entre deux plaques divergentes continentales

Nous avons vu que les fissurations de la croûte océanique sont provoquées par la divergence de plaques océaniques à l'origine des « dorsales » océaniques. La croûte terrestre se fissure elle aussi sous l'effet de la divergence de plaques continentales. Une de ces zones de divergence se situe à l'est de l'Afrique depuis la mer Rouge jusqu'au Mozambique. Une immense déchirure de quelques dizaines de km de large casse la croûte continentale sur près de 7 000 km. Une succession de longs fossés bordés de falaises de plusieurs centaines de mètres témoignent de gigantesques effondrements.

Aujourd'hui, l'ouverture de fissures se poursuit : les deux plaques s'écartent d'environ 1 cm par an.

Au fond de ces fossés d'effondrement, l'activité sismique et volcanique est importante.

Au milieu de deux lignes de faille on rencontre deux grands lacs d'Afrique : le Victoria et le Tanganyika.

On trouve aussi le lac le plus salé du monde, le lac Asal et sa plaine de sel dont est extrait du sel.

La surface de ce lac est située à 155 m sous le niveau de la mer.

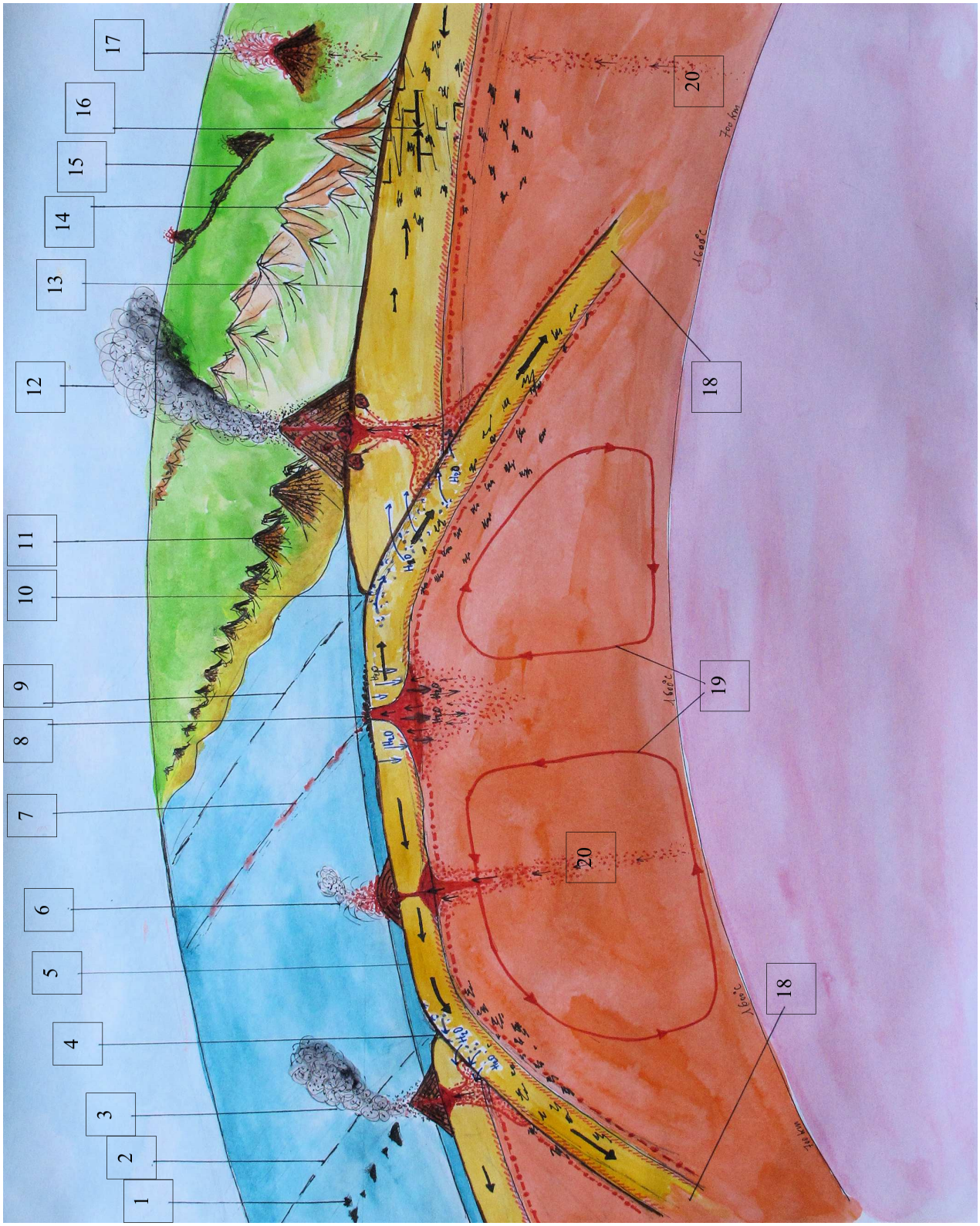
lac Asal (Wikipédia CC BY 3.0)

Les magmas qui remontent par les fractures ont donné naissance à de nombreux volcans comme le Kilimandjaro (5 895 m) ou encore l'Erta Ale et le Nyiragongo connus par les lacs de lave en fusion qui occupent leur cratère.

Kilimandjaro Photo NASA
21 février 2000

Nyiragongo Photo MONUSCO / Neil Wetmore
licence cc-by-sa-2.0

Mouvement des plaques



Légende

1 Îles volcaniques de subduction en arc (îles Mariannes)
2 Frontière de plaques convergentes « océan-océan ». La plaque la plus lourde est « tirée » vers le bas (mécanisme de subduction)
3 Un volcan de subduction qui viendra compléter l'arc volcanique déjà en place.
4 Fosse océanique
5 Croûte océanique (environ 10 km d'épaisseur)
6 Volcan de point chaud de la croûte océanique (température de lave élevée, donc fluide)
7 Frontière de plaques océaniques divergentes.
8 Dorsale : lieu d'épanchement d'un magma fluide produit en continu. La lave se solidifie très rapidement au contact de l'eau sous forme de « coussins » de roches basaltiques.
9 Frontière de plaques convergentes « océan-continent »
10 Fosse océanique pouvant atteindre plus de 10 000 m de profondeur
11 Chaîne de montagnes volcaniques en forme de cordillère comme « La Cordillère des Andes »
12 Un volcan explosif (gris) qui participera à la création de la chaîne de montagne volcanique
13 Croûte continentale (environ 70 km sous les chaînes de montagnes)
14 Chaîne de montagnes continentales avec des sommets pouvant dépasser les 8 000 mètres, née à la suite de la formidable collision entre deux plaques continentales durant des millénaires.
15 Failles provoquant brutalement des déchirures de la croûte continentale et pouvant atteindre 7 000 km de longueur en Afrique de l'Est accompagné de création de volcans effusifs (rouge). Deux conséquences du mécanisme de divergence entre plaques continentales.
16 Zone de séismes intenses lors de la collision de deux plaques continentales
17 Volcan effusif de point chaud dans le milieu d'une plaque continentale (volcan rouge)
18 La plaque plongeante va être entièrement « digérée » entre 600 et 700 km de profondeur où règne une température voisine des 1 600 ° C.
19 Mouvements de convection
20 Panache de remontée de roches fondues très chaudes (environ 1300 °C) prenant naissance à une centaine de kilomètres de profondeur et donnant naissance aux « points chauds ». Sous la poussée du magma très chaud, la croûte terrestre (ou océanique) s'amincit. Le magma perce facilement la croûte et donne naissance aux volcans effusifs des points chauds.

Océan

Continent

Lithosphère (sphère de pierre) rigide (température échelonnée entre 0 °C et 1 300 °C) qui se décompose en une douzaine de plaques lithosphériques épaisses d'une centaine de kilomètres)

Asthénosphère : couche visqueuse du manteau supérieur jusqu'à 700 km de profondeur et animé de mouvement de convection (température échelonnée entre 1300 °C et 1 600 °C)

Limite de la zone des 1 000 °C

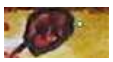
Limite de la zone des 1 300 °C

Zone de libération de l'eau apportée par les sédiments recouvrant la plaque océanique plongeante. Le plongeon continu d'environ 1 à 2 cm par an s'explique par la densité plus importante des roches basaltiques composant la plaque océanique en comparaison de la densité plus faible des roches avoisinantes.

Zone d'infiltration d'eau par les fissures provoquées par la divergence de deux plaques océaniques et donnant lieu à une création en continu de magma (pouvoir fondant de l'eau).

Zone de fusion partielle des roches de la plaque chevauchante (l'eau apportée par la plaque plongeante joue un rôle de fondant : elle abaisse le point de fusion des roches de la plaque chevauchante à moins de 1 300 °C. Les roches de la plaque plongeante attendront pour fondre que la température soit supérieure à 1 300 °C et continueront de plonger car plus froides que les roches avoisinantes.

Chambre magmatique (température entre 1 000 °C et 1 200°C, voire exceptionnellement 1 300 °C aux points chauds)


Poche de magma qui cristallise en se refroidissant lentement pour donner des roches granitiques.

Zone d'épicentre de séisme

Quelques photos de roches volcaniques et plutoniques

Les roches volcaniques sont des roches magmatiques, résultant du refroidissement rapide d'une lave, magma arrivé à la surface, d'où leurs autres noms de roches extrusives ou roches effusives.

Une roche plutonique se forme lorsque du magma refroidit lentement dans les profondeurs de la croûte terrestre (à l'inverse d'une roche volcanique).

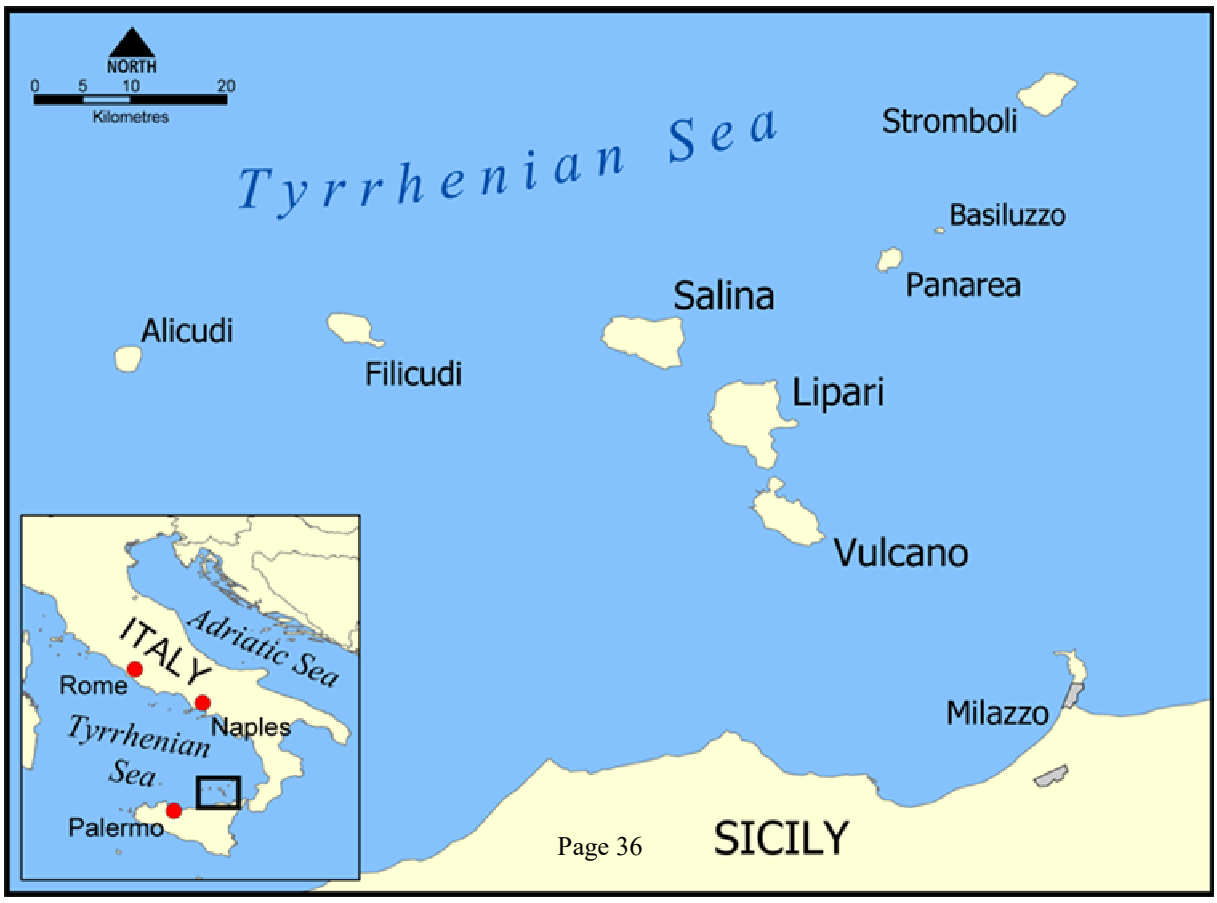
Pierre ponce

La pierre ponce est formée à des températures de l'ordre de 500 à 600 °C.
La lave projetée en l'air se refroidit très vite et la chute de pression entraîne un dégazage qui forme des bulles, d'où la porosité et la faible densité de la pierre.

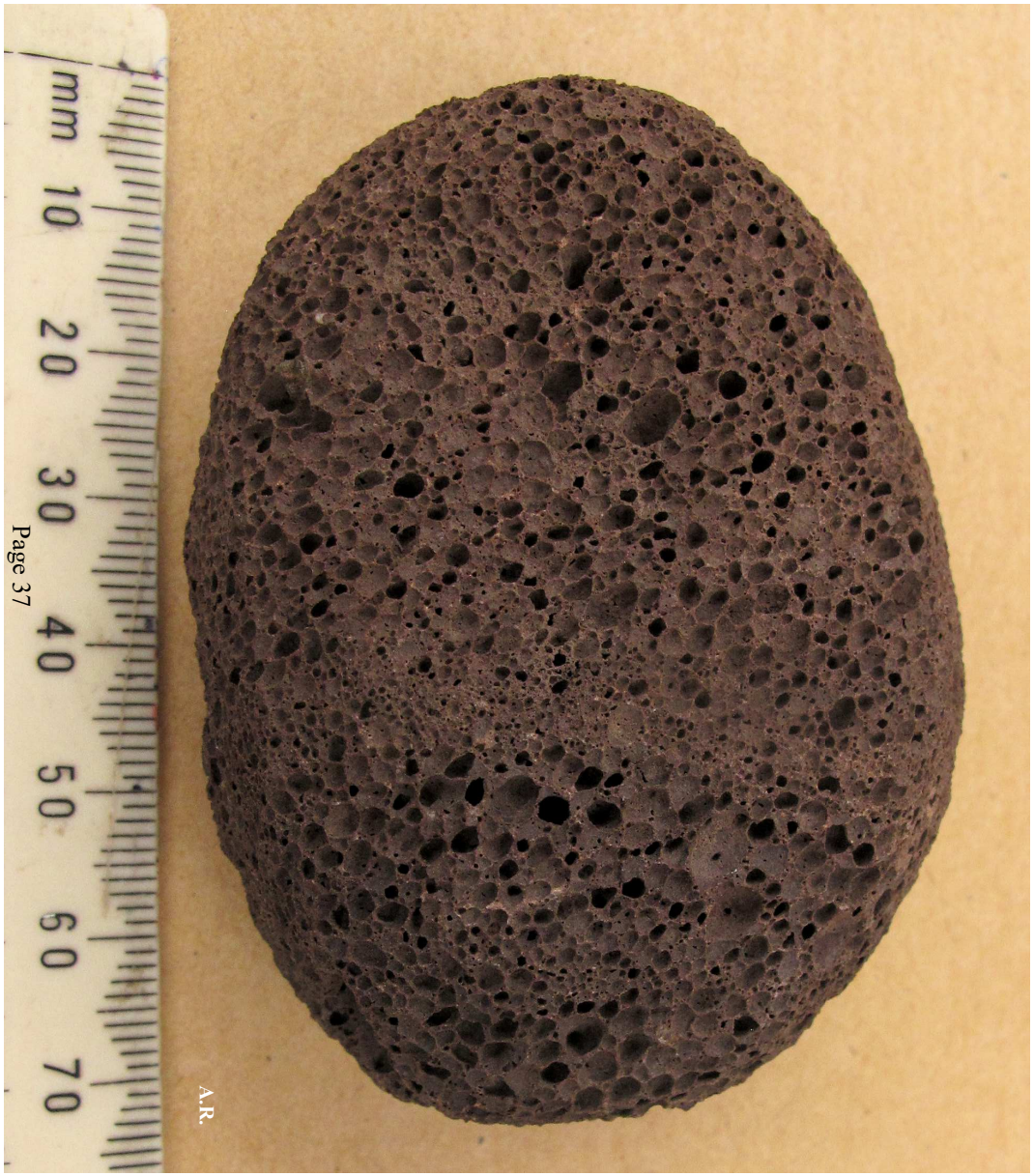
Pierre ponce, origine : Italie, îles Lipari

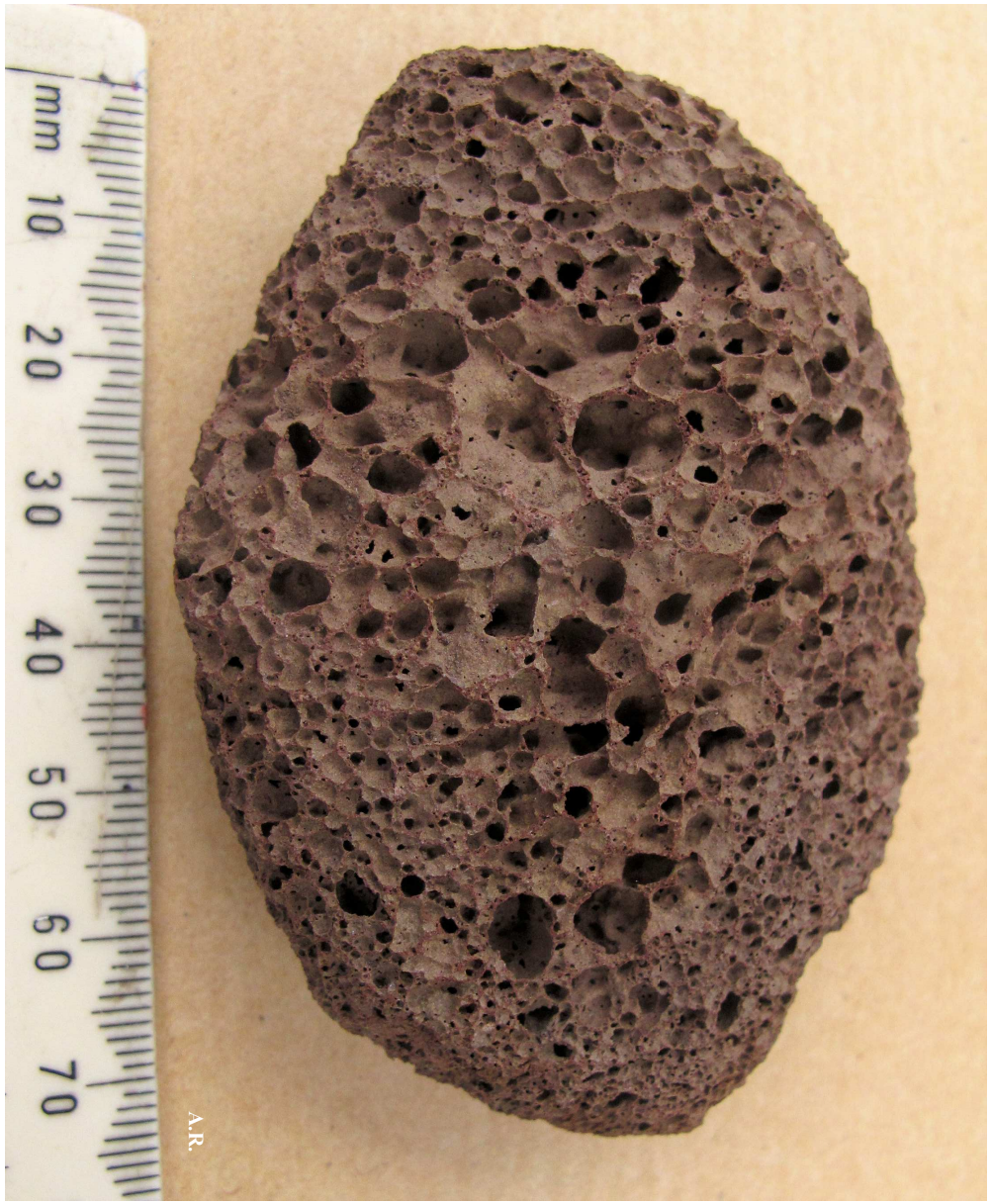
les Éoliennes (Isole Eolie en italien) ou îles Lipari du nom de l'île principale, sont un archipel volcanique au nord de la Sicile dans la mer Tyrrhénienne en Italie. ord de la Sicile dans la mer Tyrrhénienne en Italie.

Les quatre îles principales habitées de l'archipel sont :
Lipari, 10 554 habitants, dont la ville de même nom (Lipari) est la capitale. On y trouve des carrières de pierre-ponce ;
Salina, 2 300 habitants, est la seconde plus grande île de l'archipel (27 km2). Elle tire son nom des exploitations de sel qui s'y trouvaient ;
Vulcano, 717 habitants, dont le volcan (391 mètres d'altitude) en sommeil depuis 1890, émet des fumerolles sulfurées. Au bord de la mer, des bains de boue sulfureuse soulagent différentes affections ;
Stromboli, 420 habitants, avec un volcan qui connaît une activité importante ;



Pierre ponce, origine : Chine





Obsidienne

L’**obsidienne** est une roche volcanique vitreuse et riche en silice. De couleur grise, vert foncé, rouge ou noire, elle est issue d'une lave acide .

Utilisation préhistorique

L'obsidienne a été utilisée pour la fabrication de tranchant pour les armes et les outils au cours de la Préhistoire, notamment en Amérique précolombienne (voir plus en détail l'article sur l'utilisation de l'obsidienne en Méso-Amérique). Les galets roulés servent à la fabrication de bijoux et la dureté de ce minéral et sa facilité relative de taille permettent d'en faire des lames.

Il existe aussi de nombreuses traces d'utilisation de l'obsidienne dans le sud de l'Europe au Néolithique, où une forme de commerce et de transport de la pierre était mise en place depuis les gisements des volcans de l'actuelle Italie. Des outils en obsidienne ont ainsi été retrouvés lors de fouilles archéologiques, notamment dans le sud de la France. Avec l'avènement du Néolithique en Méditerranée occidentale, il y a 8 000 ans, des réseaux d'échanges se mettent en place entre les différentes communautés agropastorales. Une étude récente portant sur l'obsidienne préhistorique permet de lever un voile sur la manière dont étaient organisés certains de ces échanges à longues distances, entre les îles et les rivages méditerranéens : ce commerce était en partie aux mains d'artisans spécialisés qui se déplaçaient par voie maritime et distribuaient le produit de leur artisanat aux communautés visitées. Les sites archéologiques attestent de la mise en forme des nucléus autour des gisements (principalement Lipari et Monte Arci en Sardaigne), puis du détachement de lames et de lamelles dans les villages « consommateurs ».

Pointe de flèche en obsidienne. Photo A.Robert
Origine : Mexique

L'obsidienne se forme à partir de coulées de lave très épaisses et riches en silice.

Simon Burchell
Aztec mirror, Museo de América, Madrid.jpg
CC BY-SA 3.0

Roche peu commune, l'obsidienne se trouve en abondance :

sur les îles Lipari (aussi nommées Îles Éoliennes (Italie)), en Sardaigne (Monte Arci) ;
sur l'île de Milos au Sud de la mer Égée, en Grèce ;
sur l'île de Gyali au large de Nissiros en Grèce ;
dans les îles Canaries, particulièrement sur l'île de Tenerife, face nord du Teide (« Los huevos del Teide » — « Les œufs du Teide » — sont composés d'énormes masses ovoïdes d'obsidienne presque pure) ;
dans les environs du Landmannalaugar (Islande) ;
au Pérou, aux États-Unis, au Japon et en Arménie ;
au Mexique où on distingue une grande diversité de variétés, notamment selon les vertus curatives que certains leur accordent en fonction de leur apparence : l'arc-en-ciel également nommée en France "Œil céleste", l'acajou (Mahagony obsidian), la flocon de neige, la noire, la dorée, l'argentée 3,4, la Manta Huichol (nommée en France Mentogochol), la Spider Web (toile d'araignée) et la Mercleza (mélange de Spider et d'Arc-en-ciel).
L'obsidienne est également très présente aux alentours des volcans de l'île de Pâques.

A.R.

Pouzzolane

La pouzzolane est une roche naturelle constituée par des scories (projections) volcaniques. Peu dense et de structure alvéolaire, elle est essentiellement constituée de verre volcanique. Sous la Rome antique, la pouzzolane est mélangée à la chaux aérienne, permettant à ces mortiers la prise hydraulique, durcir en présence d'eau. La pouzzolane est généralement rouge ou noire, avec toutes les teintes intermédiaires

Soufre

Le **soufre** est l'élément chimique de numéro atomique 16, de symbole S.
Le soufre est surtout connu sous la forme de cristaux jaunes et se trouve dans beaucoup de minéraux (sulfure et sulfate) et même sous forme native, particulièrement dans les régions volcaniques.

Basalte

Le basalte est une roche magmatique volcanique issue d'un magma refroidi rapidement et caractérisée par sa composition minéralogique

Orgues basaltiques - Twyfelfontein, Damaraland Namibie Photo Monique Ronsse reproduite avec l'aimable autorisation de l'auteure

Pierre de Volvic

La pierre de Volvic est une roche volcanique qui fut très utilisée dans les constructions notamment dans les environs de Clermont-Ferrand et de Riom (Puy-de-Dôme - France). Elle a une couleur gris clair. Elle provient en très grande partie des mines et carrières proches de la commune de Volvic (Puy-de-Dôme).

Un exemple d'utilisation de la pierre de Volvic : la cathédrale de Clermont-Ferrand

La fabrication de la croûte continentale

Nous avons vu que lorsque les plaques lithosphérique entrent en subduction, les variations de pressions, de température et d'hydratation des roches entraînent des transformations minéralogiques qui vont donner naissance à une production de magma.

Dans le processus d'expulsion du magma vers la surface (effusion volcanique), on assiste à la fabrication des roches basaltiques.

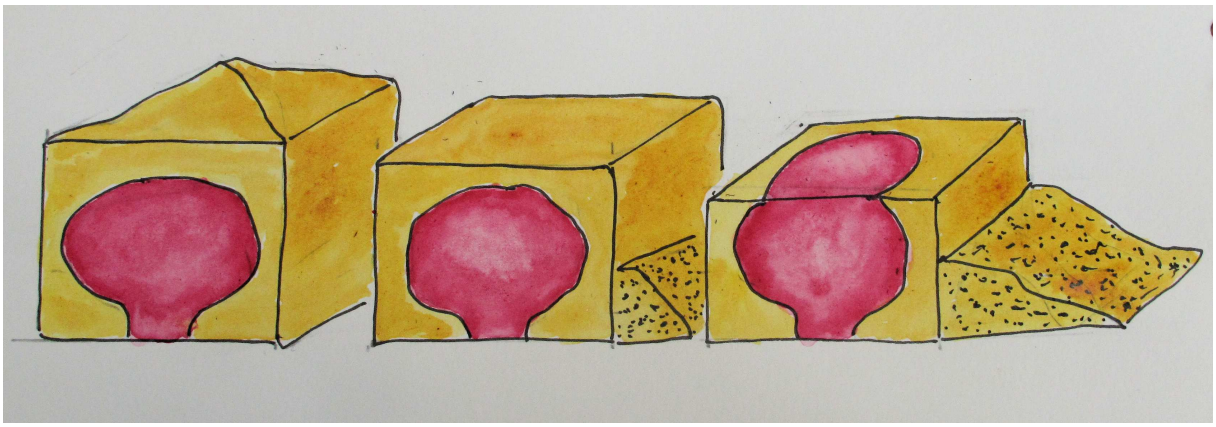
Dans le processus d'emprisonnement du magma dans la croûte, on assiste à un processus de fabrication des roches granitiques.

A l'échelle du globe, plus de 85 % du magma produit dans les zones de subduction cristallise en profondeur, formant des granites.

La formation de couches granitiques se produit également avec le volcanisme des points chauds sur les continents.

Après des millions d'années, l'érosion des couches superficielles de la croûte continentale va permettre aux roches granitiques de faire surface.

Un exemple de roche plutonique : Le granite



Le magma se trouve bloqué dans une chambre magmatique de la croûte continentale.	Le magma refroidit et cristallise lentement.	L'érosion dégage les terrains initiaux : apparition du massif granitique.	Les particules arrachées par l'érosion s'accumulent au pied du massif et seront en partie emportées jusqu'à la mer par le ruissellement des eaux de pluie.

Granite

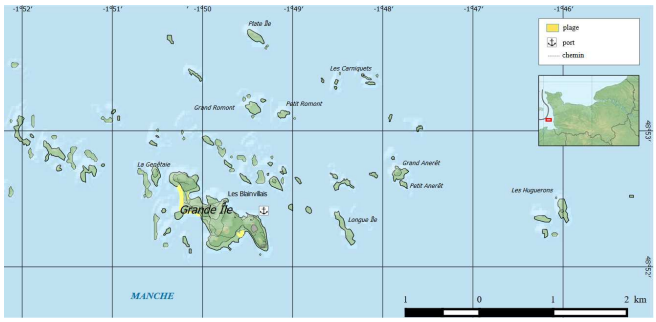
Le granite est le résultat du refroidissement lent, en profondeur, de grandes masses de magma intrusif qui formeront le plus souvent des plutons, ces derniers affleurant finalement par le jeu de l'érosion qui décape les roches sus-jacentes.

L’abbaye du Mont Saint Michel

Érigée à partir de 1203, entièrement en granit, la Merveille fut achevée vers 1228, et c'est un véritable exploit que d'avoir bâti cet ouvrage en seulement 25 ans.

Ce sont ces moines qui dotent l'abbaye de l'église préromane à double nef de « Notre-Dame-sous-Terre » puis font construire à partir de 1060 la nef de l'église abbatiale dont la croisée du transept est établie sur le sommet du rocher.

Le granite provient des carrières des îles Chausey.



Les pierres, extraites, taillées, numérotées aux îles Chausey étaient ensuite transportées sur le Mont Saint Michel où une petite équipe de maçons suffisait pour les mettre en place. D’une certaine manière, on peut dire qu’il s’agit d’un monument « préfabriqué » !

Chausey est un archipel normand situé au large de la baie du Mont-Saint-Michel à 17 km au large de la ville de Granville (département de la Manche et région Normandie) à laquelle il est rattaché sur le plan administratif.
L'archipel s'inscrit dans un rectangle d'environ 6,5 km de largeur et 12 km de longueur et comporte 52 îles. La Grande Île comporte des habitations occupées par une petite population permanente de 30 personnes.

L'étonnante dentelle de granite qu'est cet archipel a été longtemps exploitée : pendant huit siècles, il servit, entre autres, à bâtir l'abbaye du Mont-Saint-Michel et à reconstruire Saint-Malo, à dresser les quais des ports de Dieppe et de Londres, à paver les trottoirs de Paris. Au XIXe siècle, Chausey abritait environ 500 carriers.

Documentation à destination des enseignants

Ces pages sont à votre disposition pour revoir rapidement des notions abordées durant vos études ou vos lectures. A chacun d'en extraire ce qu'il (elle) veut apporter à ses élèves.
Vous y trouverez aussi, à partir de la page 57 des illustrations à afficher, des idées de séquences de travail pour les élèves, des planches documentaires à compléter.

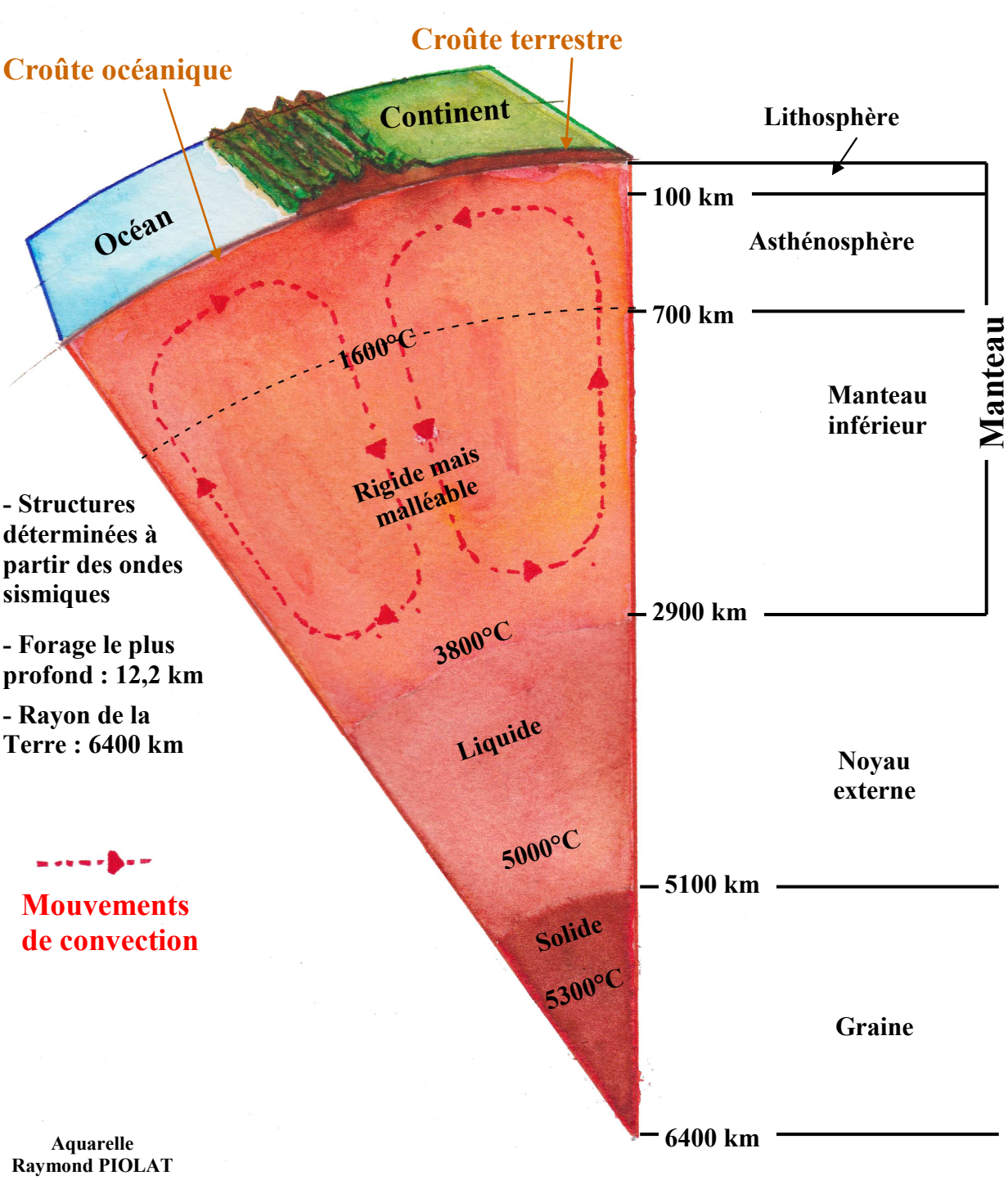
Points de repères pour la présentation des ateliers volcans avec les enfants.

Rappel de connaissances

Au début de sa formation, notre planète (12 800 km de diamètre) était un océan de lave.
Après plusieurs millions d'années la température a commencé à baisser. La lave a commencé à se refroidir jusqu'à se solidifier pour former une première croûte rigide. Les jaillissements de magma se sont poursuivis durant les millénaires suivants.
Lorsque le magma arrive à la surface, il perd ses gaz et il porte alors le nom de lave. Ce dégazage du magma gaz a permis la création d'une première atmosphère constituée principalement de gaz carbonique (CO_2). Ce dégazage produisait également en altitude d'énormes nuages par condensation de la vapeur d'eau (H_2O). La température à la surface de la planète continuant de baisser, la vapeur d'eau s'est transformée en liquide : un déluge de pluie s'est abattu sur terre durant plusieurs millénaires.
Les océans ont alors recouvert tout le globe.
Au fond des océans, la croûte océanique continuait de se fissurer pour laisser sortir des matériaux (roches en fusion) qui se sont entassés par endroit jusqu'à émerger et former un début de croûte terrestre rigide.
La température de l'eau dans des premiers océans dépassait les 60 °C !
Au cours des millénaires suivants, la croûte terrestre constituée de roches solides a grandi pour former les continents qui occupent aujourd'hui 30 % de la surface du globe.
Cette surface se divise d'une part en une croûte océanique de 5 à 10 km d'épaisseur qui porte l'eau des océans et d'autre part en une croûte terrestre de 30 à 70 km d'épaisseur qui constitue le sol sur lequel nous marchons.
Aujourd'hui, à la surface de la terre, la température moyenne est de 15 °C.
Si on compare la terre à un ballon de foot, la croûte est aussi mince que l'enveloppe de cuir du ballon.
Cette croûte (écorce) est liée à une première couche de roches solides du manteau sous-jacent en formant des plaques rigides mais indépendantes d'une épaisseur d'environ 100 km. On dénombre 12 plaques principales.
Ces plaques reposent sur d'autres roches du manteau jusqu'à 2 900 km de profondeur.
A mesure que l'on s'enfonce dans le manteau, les roches sont soumises à des températures qui varient de 1 100 °C à 3 500 °C et également à une pression de plus en plus forte. Au milieu du manteau règne une pression écrasante, environ 500 000 fois la pression atmosphérique !

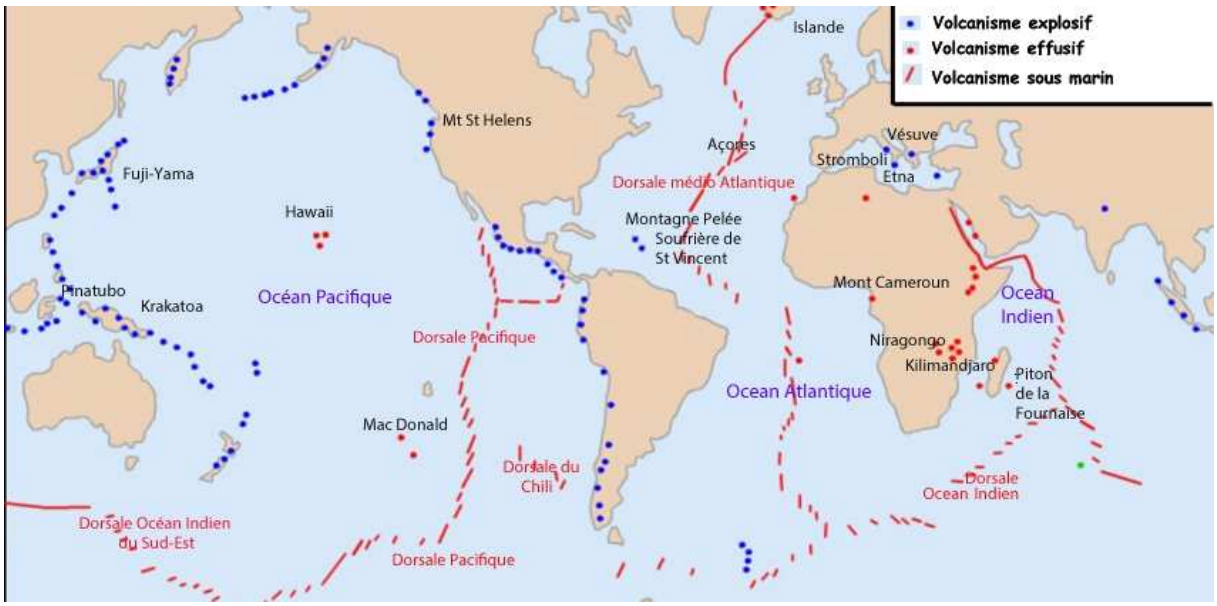
Dans la partie supérieure du manteau, la température oscille entre 1 100 °C et 2 000 °C. Sous l'effet de la chaleur les roches deviennent malléables (elles se comportent comme de la pâte à modeler). Les roches les plus profondes (plus chaudes) montent vers la surface (principe d'Archimède) puis redescendent lorsqu'elles se sont refroidies sous les plaques. Ce mouvement forme des boucles que l'on appelle mouvements de convection. Les plaques sont libres de bouger puisqu'elles sont indépendantes, elles subissent des mouvements de translation. On pourrait imaginer que ces grandes plaques indépendantes ont la capacité de flotter sur la partie molle et visqueuse du manteau un peu comme les radeaux flottent sur l'eau. (voir schéma n° 1)
Les déplacements sont si lents (dérives des continents) que l'on ne s'en aperçoit pas mais ils peuvent atteindre 5 à 15 cm par an selon leur localisation. (Mesures faites par GPS). Un déplacement moyen de 10 cm par an représente 0,3 mm par jour de déplacement soit l'équivalent de l'épaisseur de 3 feuilles de papier de photocopie ! Les plaques ne bougent pas toutes dans la même direction.
Sous le manteau se trouve le noyau qui se divise en une partie liquide composée essentiellement de fer avec un peu de nickel et une partie solide semblable en composition mais où il règne une pression Gigantesque qui empêche le fer d'être liquide malgré une température de plus de 5 000°C (la partie solide du noyau est appelé « graine »).

Structure interne du globe terrestre



Aquarelle
Raymond PIOLAT

Les différents types de volcans



Éruptions volcaniques

Nota : vous trouverez dans ce dossier, en grand format, les aquarelles de Raymond PIOLAT qui illustrent cet article. Vous pouvez, si vous le souhaitez, les imprimer pour affichage dans la classe.

Une éruption volcanique est une période d'activité d'un volcan pendant laquelle il émet divers matériaux, comme de la lave, des gaz ou des cendres.
Les géologues définissent trois grandes catégories d'éruptions volcaniques :

1/ les éruptions effusives :

Elles émettent des laves basaltiques pauvres en silice. Une fois libérées, elles s'écoulent sur les flancs du volcan, formant des coulées de lave qui peuvent atteindre une dizaine de kilomètre. Ces éruptions souvent calmes (sans explosion) sont propres aux **points chauds**. (piton de la Fournaise à la Réunion, Etna en Italie, Mauna Kea à HawaÏ). (volcans rouges).

2/ les éruptions explosives :

E**lles** émettent des laves riches en silice. Elles ne produisent pas de coulées de lave mais libèrent de grandes quantités de cendres qui donnent naissance aux panaches volcaniques ainsi qu'aux nuées ardentes. Elles sont de nature imprévisible, ce qui ne laisse parfois pas le temps d'évacuer la population. Ces éruptions s'observent principalement le long de la ceinture de feu du pacifique (zone de subduction). (volcans gris). Dans le monde, 80%des éruptions volcaniques sont d'origine explosive.

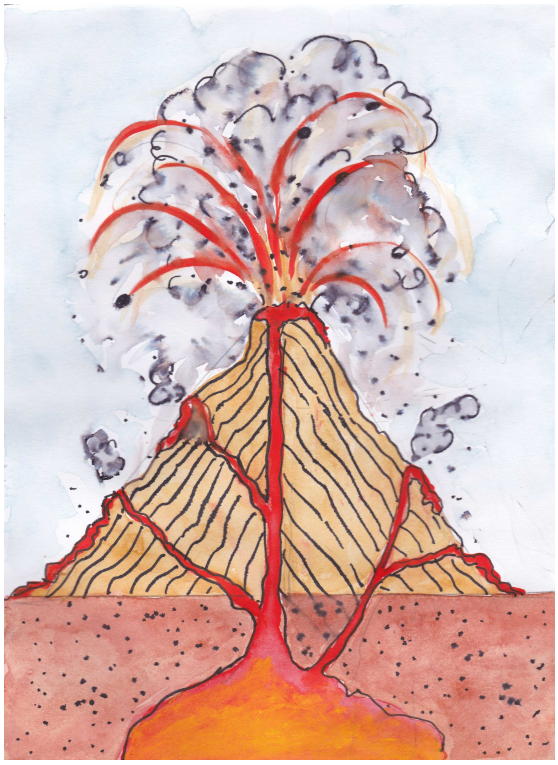
3/ les éruptions sous-marines :

Elles émettent des laves basaltiques qui s'écoulent en formant des coussins.(zone des dorsales océanique).

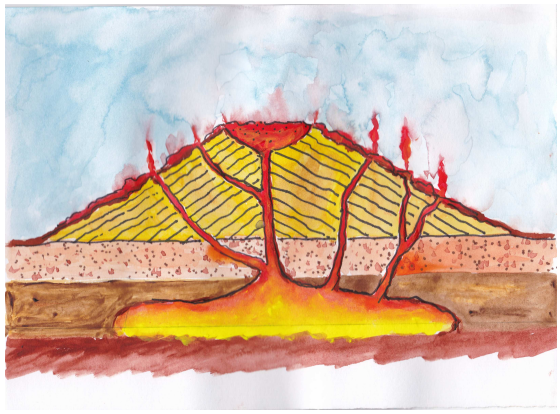
Rappel *: A la sortie du cratère, la lave passe très rapidement du « blanc jaune » (température de 1 200 °C) à une couleur « rouge orangée » (température de 1 000°C). A ces températures la lave est très liquide. Puis en se refroidissant, les coulées de lave deviennent de plus en plus visqueuses. A partir de 900 °C la partie superficielle de la lave commence à se solidifier et forme une croûte crevassée. Le phénomène de refroidissement se poursuit : la lave finit par devenir solide avec une couleur proche du noir (couleur des roches basaltiques).*

Les vulcanologues ont « affiné » ces 3 catégories en définissant 2 modèles d'éruptions effusives (modèle strombolien et hawaïen), 3 modèles d'éruptions explosives (modèle vulcanien, péléen et plinien) et un modèle d'éruption sous-marine (modèle surtseyen).

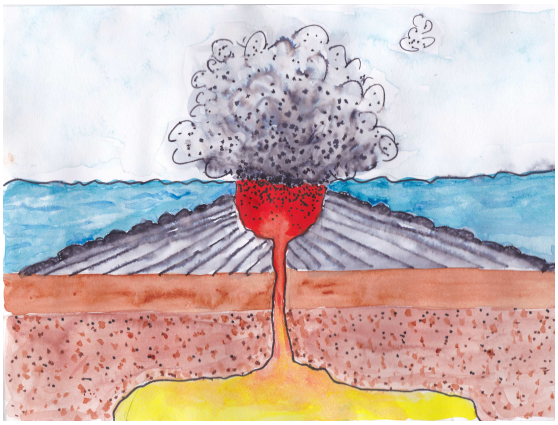
Modèle strombolien : Les éruptions sont à la fois effusives et explosives. Elles se caractérisent par des explosions régulières et peu violentes éjectant des blocs de lave pâteuse, des cendres et des scories incandescentes qui retombent à proximité sur les flancs du volcan et lui donnent, en s'accumulant, une forme de cône. En effet, lorsque le magma arrive en surface, le phénomène de dégazage entraîne la projection de fragments de lave partiellement ou totalement consolidés. Leur taille varie de moins de 2 mm (cendres volcaniques) entre 2 mm et 6 cm (lapilli, pouzzolane), plus de 6 cm (blocs). Les volcans de la chaîne des puys sont un parfait exemple de la formation des cônes en pouzzolane. Les éruptions alternent entre coulées de lave et projections de cendres qui ne montent pas très haut (moins de 5 km) dans le ciel. Le Stromboli en Italie compte parmi les volcans les plus actifs du monde. Son cratère est percé de cinq bouches éruptives qui éjectent de superbes gerbes de lave à intervalles réguliers. De nombreux volcans sont constitués de la superposition d'une multitude de coulée de lave et de couches de projections de scories issues d'explosions : c'est ce qu'on appelle un strato-volcan. Par exemple, au fil des éruptions, l'Etna en Sicile, est devenu un géant avec une base de 45 km sur 35 km et 3 330 m d'altitude, il est né il y a 300 000 ans. Quatre gros cratères coiffent le sommet de l'Etna. C'est le plus grand volcan actif d'Europe. On range encore dans ce modèle les deux volcans de l'île de la Réunion (point chaud + de 60 millions d'années). L'un est éteint, l'autre est actif (le piton de la Fournaise) avec des éruptions qui sont aujourd'hui peu dangereuses. Le piton de la Fournaise a été édifié par une succession de coulées de lave qui se sont épanchées sur une dizaine de kilomètre à partir du cratère. Quand une éruption est annoncée par l'observatoire volcanologique de l'île, des milliers de personnes se déplacent pour assister au « spectacle pyrotechnique » grandiose.



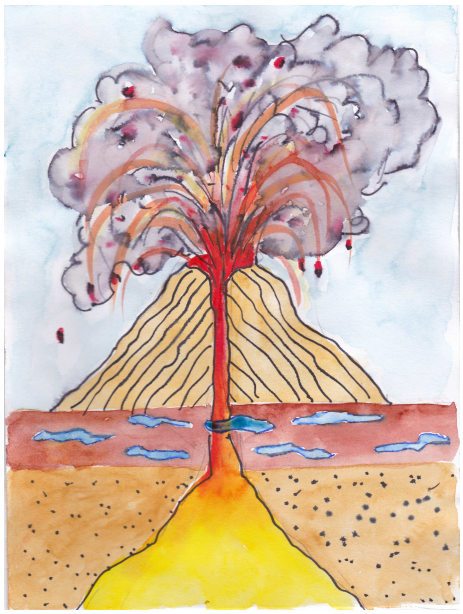
Modèle hawaiien : Les émissions de magma sont continues. La lave très fluide est produite en très grande quantité et s'écoule rapidement des cratères et des fissures qui parsèment les flancs du volcan. (Volcans de l'archipel d'Hawaii, les éruptions sont fréquentes et peuvent se prolonger des années). La lave étant très liquide, les volcans ont une forme aplatie avec un large cratère et des projections de lave à des dizaines ou des centaines de mètres de hauteur qui offrent un spectacle grandiose. Les éruptions sont calmes.



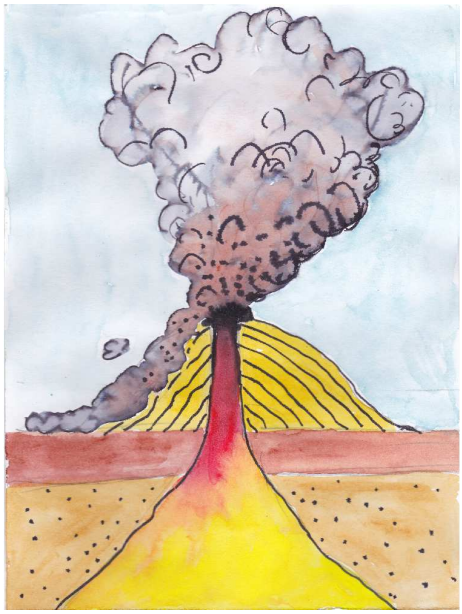
Modèle surtseyen : Les éruptions sont effusives, elles sont situées au-dessus des dorsales océaniques ou des points chauds et donnent naissance à des volcans sous-marins. Quand le sommet de ces volcans commence à émerger de la surface, le magma vaporise l'eau ce qui le fait exploser. (La lave est finement pulvérisée). Ces éruptions sont très nombreuses, durent très longtemps et sont très fréquentes. En 1963, l'apparition de l'île volcanique de Surtsey au sud de l'Islande a donné son nom à ce type d'éruption. L'activité des volcans sous-marins est le plus souvent méconnue. Le poids de la colonne d'eau est si important qu'il empêche toute activité explosive. Les éruptions produisent des coulées de lave en forme de coussins. L'addition d'éruptions de ce type donne souvent naissance à une île volcan. L'Islande est une des plus grandes îles volcaniques de la terre. C'est l'émergence de la dorsale atlantique qui a donné naissance à cette île.



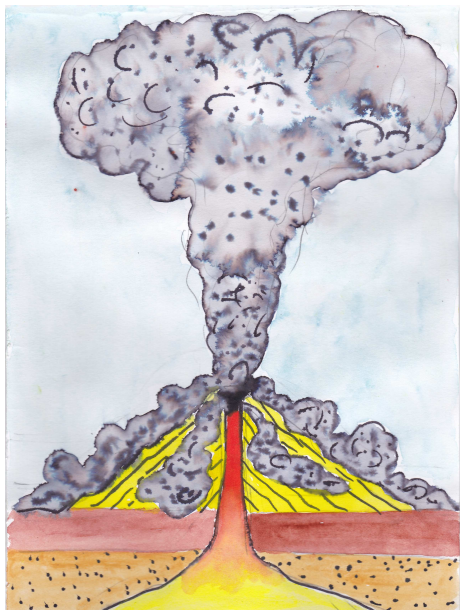
Modèle vulcanien : Le magma trop pâteux a du mal à s'écouler. Il monte lentement et forme un bouchon dans le cratère. Pour s'échapper, les gaz vont produire une grosse explosion qui brise finement le bouchon. L'explosion est d'une violence inouïe : à la pression des gaz magmatiques s'ajoute la pression de vaporisation de l'eau superficielle que rencontre le magma lors de son ascension dans la cheminée. Un épais nuage de cendres s'échappe du volcan avec de gros blocs de lave pâteuse. Le nuage de cendres microscopiques s'élève à plusieurs kilomètres de hauteur et peut atteindre 20 km. (Le Vulcano au large de l'Italie).



Modèle péléen : Le magma, trop épais pour pouvoir s'écouler, forme un dôme épais ou une aiguille de lave durcie au sommet de la cheminée. Sous la poussée du magma sous-jacent, le cratère s'effondre sur un côté. L'explosion libère violemment les gaz qui entraînent des blocs de lave, des cendres en formant un nuage incandescent. Du côté de l'éventration de la cheminée, le nuage de cendres brûlantes dévale à toute vitesse la pente du volcan. C'est ce qu'on appelle une nuée ardente qui détruit tout sur son passage et peut s'étendre sur plusieurs kilomètres : mont Unzen au Japon en 1991, montagne Pelée en Martinique en 1902 (28 000 morts). La nuée ardente est formée d'une lave mousseuse, très riche en petites bulles de gaz, mêlée à une grande quantité de cendres et de cailloux arrachés aux flancs du volcan. En refroidissant la lave mousseuse donne naissance à la pierre ponce.



Modèle plinien : Le magma très pâteux contient beaucoup de gaz emprisonné. Arrivé au sommet du volcan le dégazage est brutal ce qui produit de très très fortes explosions. Une colonne de cendres, de pierres brûlantes (pierres ponces) de poussières brûlantes, s'élève et peut atteindre plus de 20 km d'altitude. Lors de l'éruption du mont St Helens aux États-unis une colonne de cendres monta à 27 km d'altitude et se répandit sur 1 500 km. Autre exemple, le panache dégagé par le volcan l'Eyjafjöll en Islande en 2010 obligea à interrompre le vol des avions durant plusieurs jours, le temps que le panache de cendres microscopiques évacue l'Europe. Citons encore l'éruption du Vésuve avec l'ensevelissement sous les cendres de Pompéi.



D’où vient le magma ?

Sous nos pieds, les géologues distinguent deux enveloppes, étagées entre 0 et 700 Km : la lithosphère et l’asthénosphère.
La lithosphère est la zone la plus superficielle de la terre : elle est constituée de la croûte terrestre et de la partie supérieure du manteau et forme « les plaques tectoniques » rigides mais indépendantes. Cette zone est épaisse d’une centaine de kilomètres, composée de roches solides dont la température s’étage de 0°C à 1 300 °C.
L’asthénosphère sous-jacente est un milieu chaud et malléable, la température des roches s’étage de 1 300 °C à 1 600 °C.
Pour donner du magma, les roches du manteau supérieur doivent entrer en **fusion**. Ce phénomène a lieu quand la température augmente ou quand la pression diminue. Cela se produit aux limites des plaques tectoniques (phénomène de subduction) et des points chauds. Le magma produit est plus léger que les roches qui l’entourent, il monte vers la surface pour former des poches (chambres magmatiques) entre 2 et 20 kilomètres de profondeur durant des dizaines ou des centaines d’années. Lors du stockage la composition du liquide magmatique se modifie pour donner un magma plus riche en gaz dissous. Au moment où la pression des gaz devient trop importante ou lors d’une importante arrivée de magma chaud, l’équilibre de la chambre magmatique est perturbé et l’éruption volcanique se déclenche. Le magma et les gaz sous pression qui sont enfermés dans la cheminée du volcan sortent brutalement.

Le magma est constitué de roches fondues contenant des gaz. Lorsqu’il sort du cratère du volcan, il perd ses gaz, on le nomme alors lave. Le volcan est formé par l’accumulation des coulées de lave et des projections expulsées pendant les éruptions successives qui sont schématisées par des lignes qui se superposent sur nos différents modèles.

L’activité d’un volcan est discontinue, il y a une alternance entre éruption et sommeil. Un volcan naît, vit et meurt lorsque la chambre magmatique qui l’alimente est vide. Il peut se réveiller lorsque la chambre magmatique est à nouveau pleine. Ce réveil peut attendre des millions d’années. En France, les volcans qui forment la chaîne des Puys dans le Massif Central, ne manifestent plus de signes d’activités mais il est possible qu’ils se réveillent un jour.

Les volcans peuvent avoir des mécanismes éruptifs différents au cours de leur histoire. Pour les vulcanologues, ils restent en grande partie imprévisibles.

Les roches éruptives

1/ Les roches volcaniques sont engendrées par 2 mécanismes éruptifs différents :

Volcans rouges : volcanisme effusif. Le liquide magmatique est pauvre en silice, il est de ce fait peu visqueux. Aussi, les bulles de gaz légères qu'il contient viennent facilement éclater en surface. Le liquide qui a perdu son gaz s'écoule lentement sur les pentes du volcan on lui donne le nom de lave.

Volcans gris : volcanisme explosif. Le liquide magmatique est riche en silice et en gaz. La richesse en silice fait augmenter la viscosité. Si le liquide magmatique est très visqueux, les bulles de gaz restent prisonnières. Le magma qui remonte garde ses bulles de gaz. Mais les bulles restent à leur pression initiale car elles ne peuvent pas se dilater en raison de la viscosité du magma. Les bulles se retrouvent en surpression par rapport à l'extérieur comme un ballon de foot que l'on gonflerait de plus en plus. La pression devient tellement forte dans le ballon qu'il explose, il en va de même pour les bulles : elles explosent. Le gaz éjecté forme un jet violent dans l'atmosphère comme le jet d'une bouteille de champagne que l'on ouvre après l'avoir secouée. On a alors une éruption explosive avec un mélange de matériaux divers (blocs de lave, cendres, scories, roches arrachées à la croûte de l'ancien cratère qui a été percée brutalement)

2/ Les roches éruptives se forment quand un magma se refroidit et se solidifie.
Deux cas de figure :
Le processus de refroidissement se produit sous terre : le magma se refroidit lentement ce qui donne naissance à des roches grenues car les différents minéraux sont assez bien cristallisés et sont visibles à l'œil nu comme par exemple le granite. On dit alors que ce sont des roches plutoniques.

Le magma se refroidit rapidement au contact de l'air ou de l'eau : les roches formées ont une structure microlithique (pas de cristaux visibles) comme par exemple le basalte, l'obsidienne, la pierre ponce, la pouzzolane. On dit alors que sont des roches volcaniques.

Le refroidissement de la lave de certains volcans peut donner naissance à un phénomène de contraction thermique : des fentes de rétractation apparaissent alors. Ces fentes sont disposées en forme de prismes réguliers, la surface de base étant de préférence un hexagone. Ce phénomène appelé « prismation » s'effectue perpendiculairement aux surfaces de refroidissement. Plus le refroidissement est lent et plus les prismes sont réguliers.

Sur la photo on observe une double prismation : grossière dans la partie supérieure qui a refroidit plus rapidement, dite zone d'entablement, et géométrique dans la partie inférieure avec des colonnes prismatiques bien régulières.

Orgues basaltiques - Twyfelfontein, Damaraland Namibie
Photo Monique Ronsse reproduite avec l'aimable autorisation de l'auteure

St Michel d'Aiguilhe - Le pic et la chapelle

Ce pic est situé à Aiguilhe, commune limitrophe du Puy-en-Velay, dans le département français de la Haute-Loire et la région Auvergne Rhône Alpes.

Haut de 82 mètres ce pic basaltique à la forme effilée si caractéristique, n'est autre que la cheminée d'un ancien volcan appelé neck. Cette cheminée, plus dure que le cône volcanique a subsisté alors que les roches environnantes ont été décapées par l'érosion.

Antoine MEUNIER (1765-1808) : Le Puy. Vûe du rocher de St Michel prise entre le rocher Corneille et le pont d'eguille

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Le Puy en Velay. Vue du rocher de St Michel d'Aiguilhe - Photo Alain ROBERT

Voyageons avec Internet

A partir du nom d'un volcan, faites une recherche sur Internet pour le localiser, récupérez cartes, photos et réalisez une affichette.

Exemple : le Puy du Pariou vu par Maps me et par Google Earth

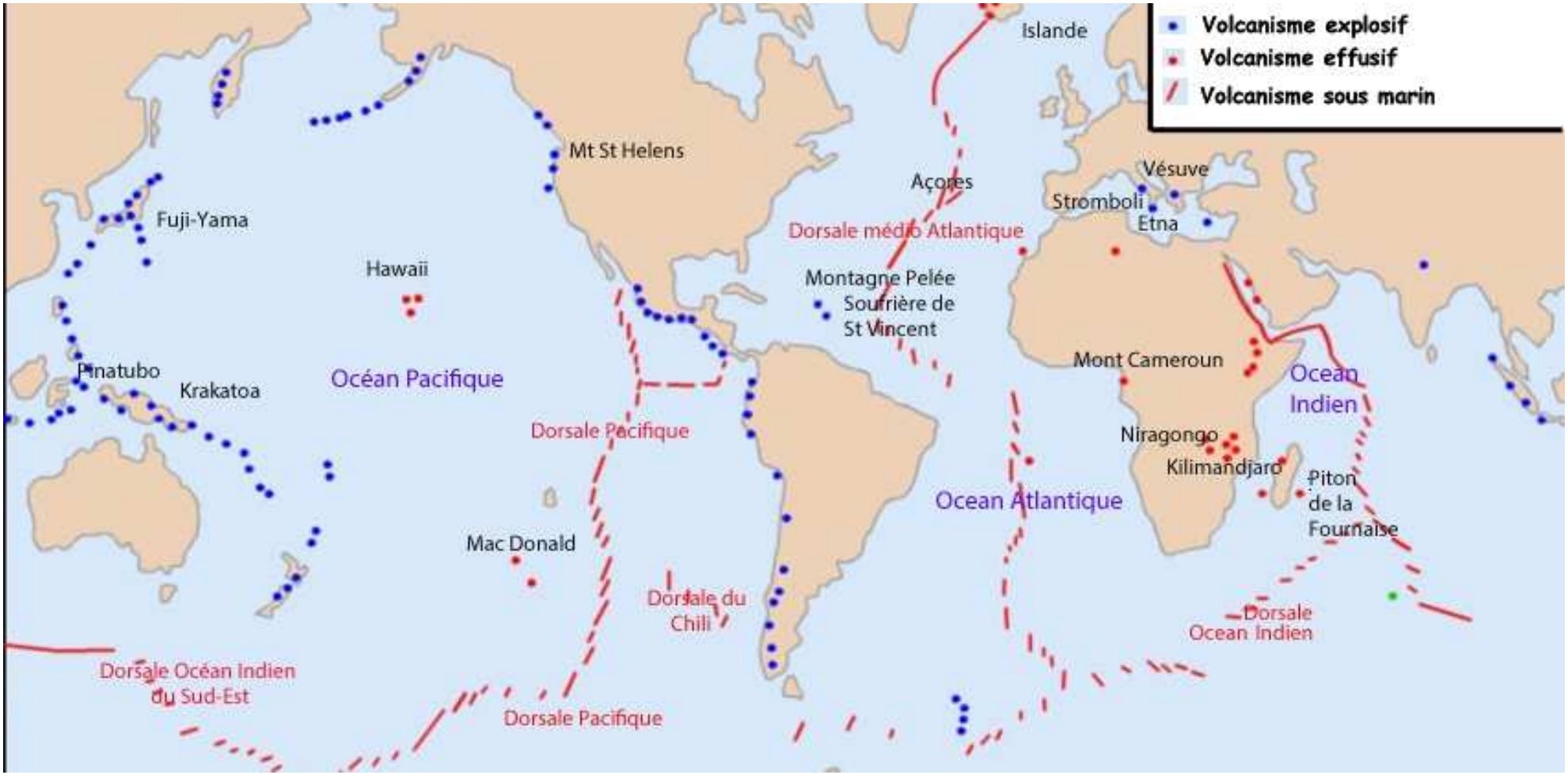
Le Puy du Pariou vu du ciel

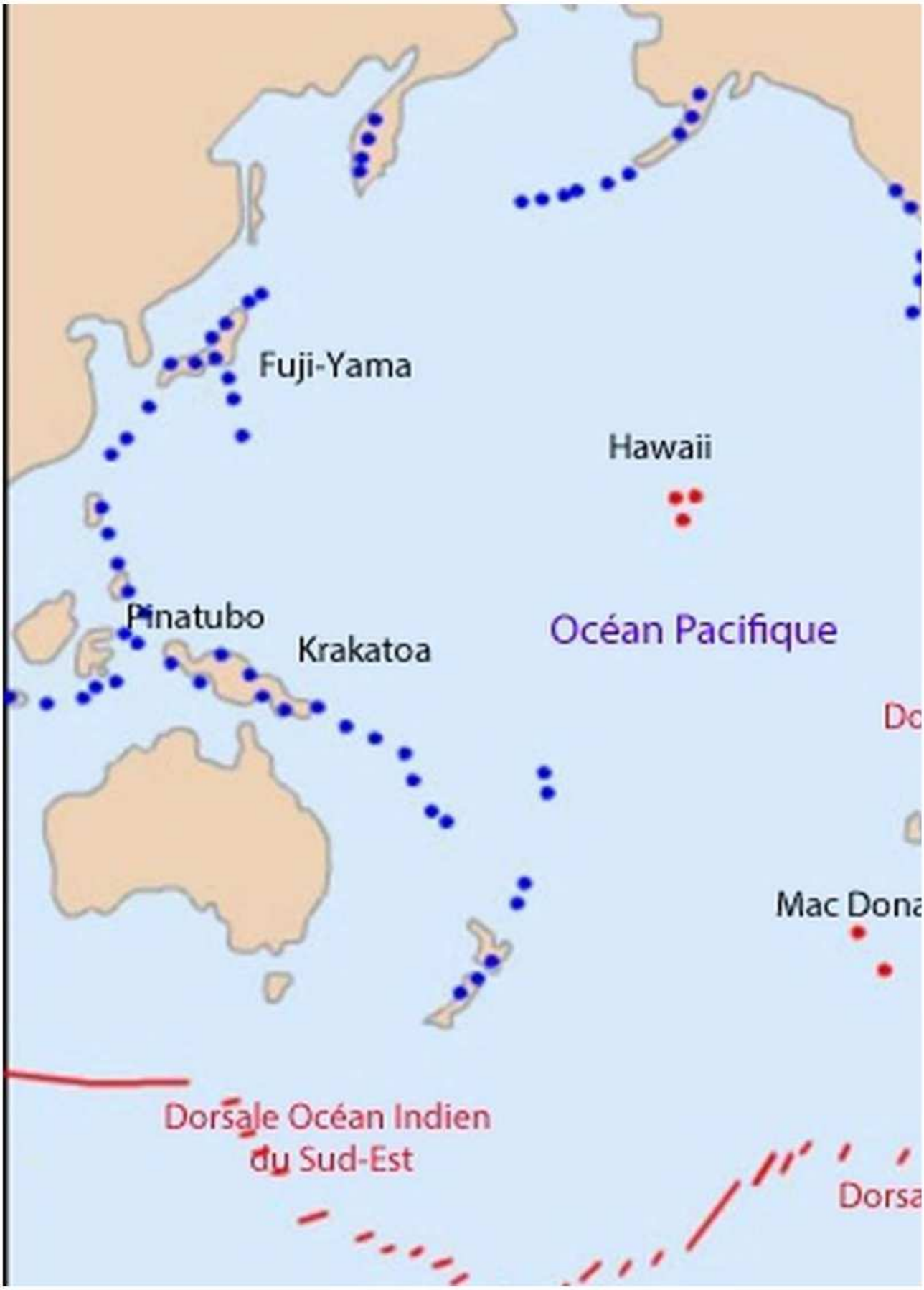
Les différents types de volcans

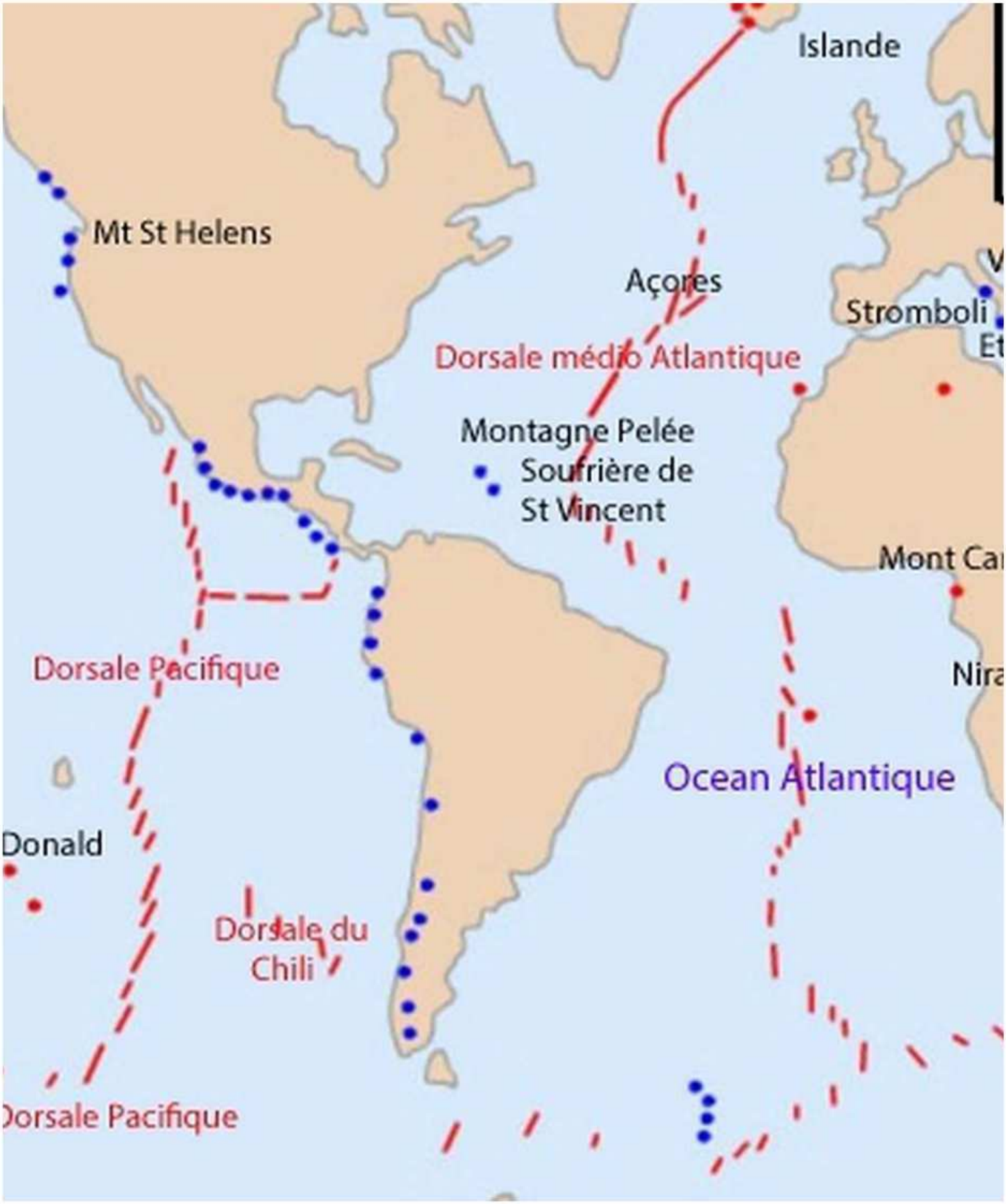
Idée :
Imprimez les pages suivantes (carte du monde, types de volcans)
Nota : la carte du monde est disponible en format A4 (page suivante) ou en plus grand avec trois pages à découper et à assembler (il y a sur la deuxième et sur la troisième page une zone de superposition permettant un assemblage précis).

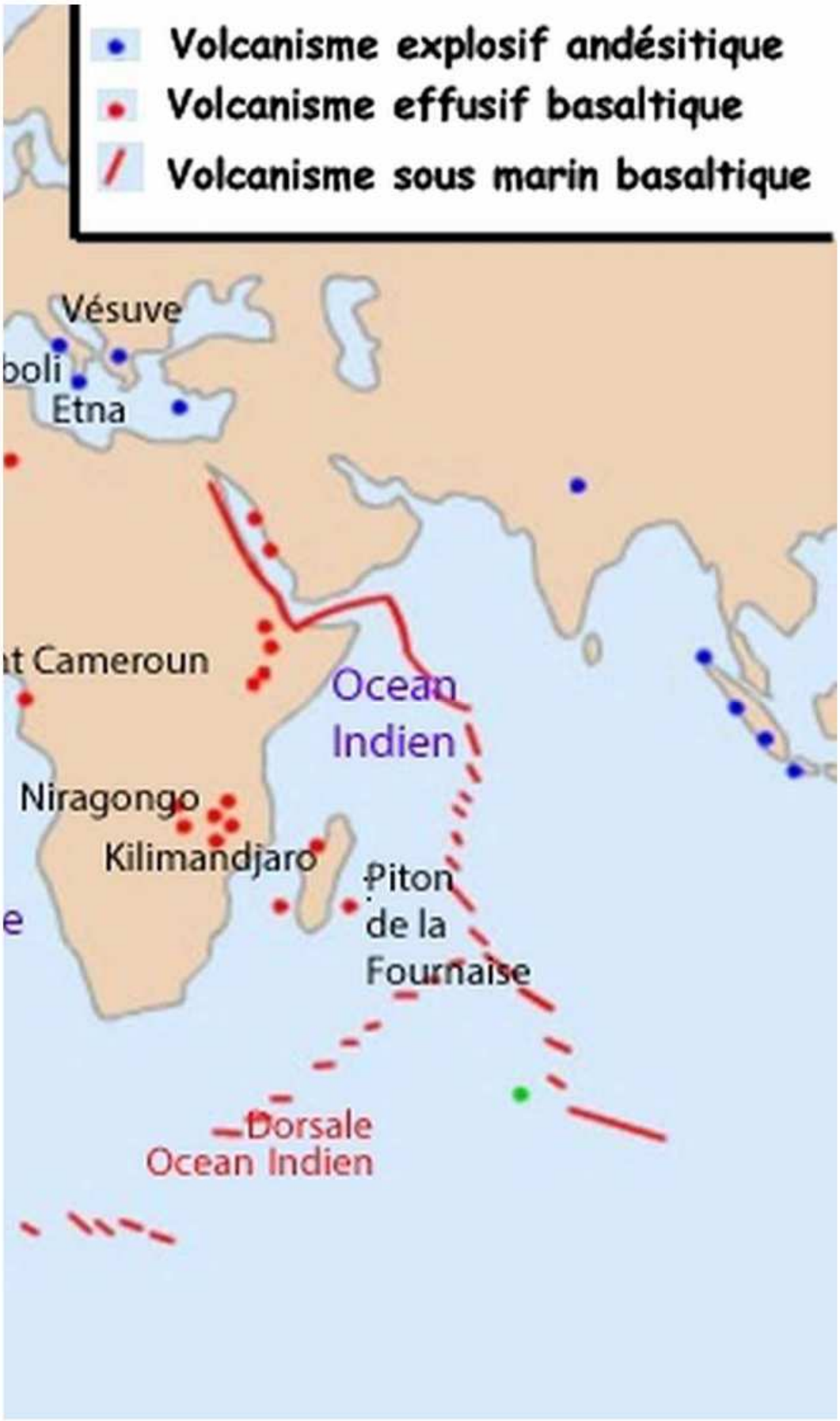
Sur le tableau d'affichage, placez une carte du monde, entourez-la des reproductions des aquarelles représentant les différents types de volcans.

A l'aide de petites punaises et de laines de couleur, reliez chaque aquarelle à un volcan du même type.

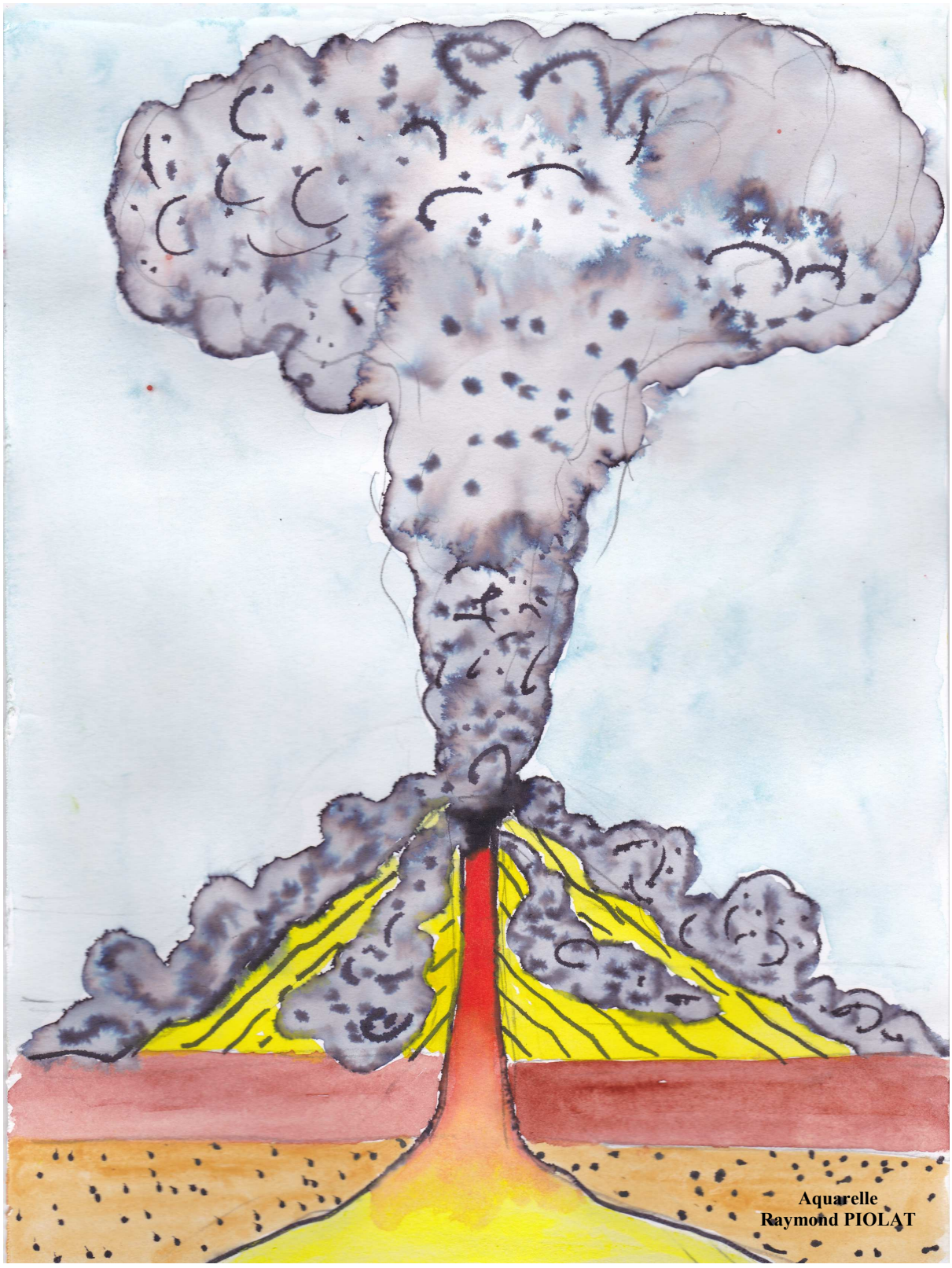

Volcanisme explosif
Volcanisme effusif
Volcanisme sous marin
Islande
Mt St Helens
Açores
Vésuve
Stromboli
Etna
Fuji-Yama
Dorsale médio Atlantique
Hawaii
Montagne Pelée
Soufrière de
St Vincent
Pinatubo
Krakatoa
Océan Pacifique
Mont Cameroun
Ocean
Indien
Dorsale Pacifique
Niragongo
Kilimandjaro
Piton
de la
Fournaise
Ocean Atlantique
Mac Donald
Dorsale du
Chili
Dorsale
Ocean Indien
Dorsale Océan Indien
du Sud-Est
Dorsale Pacifique


Fuji-Yama
Hawaii
Pinatubo
Krakatoa
Océan Pacifique
Mac Dona
Dorsale Océan Indien
du Sud-Est

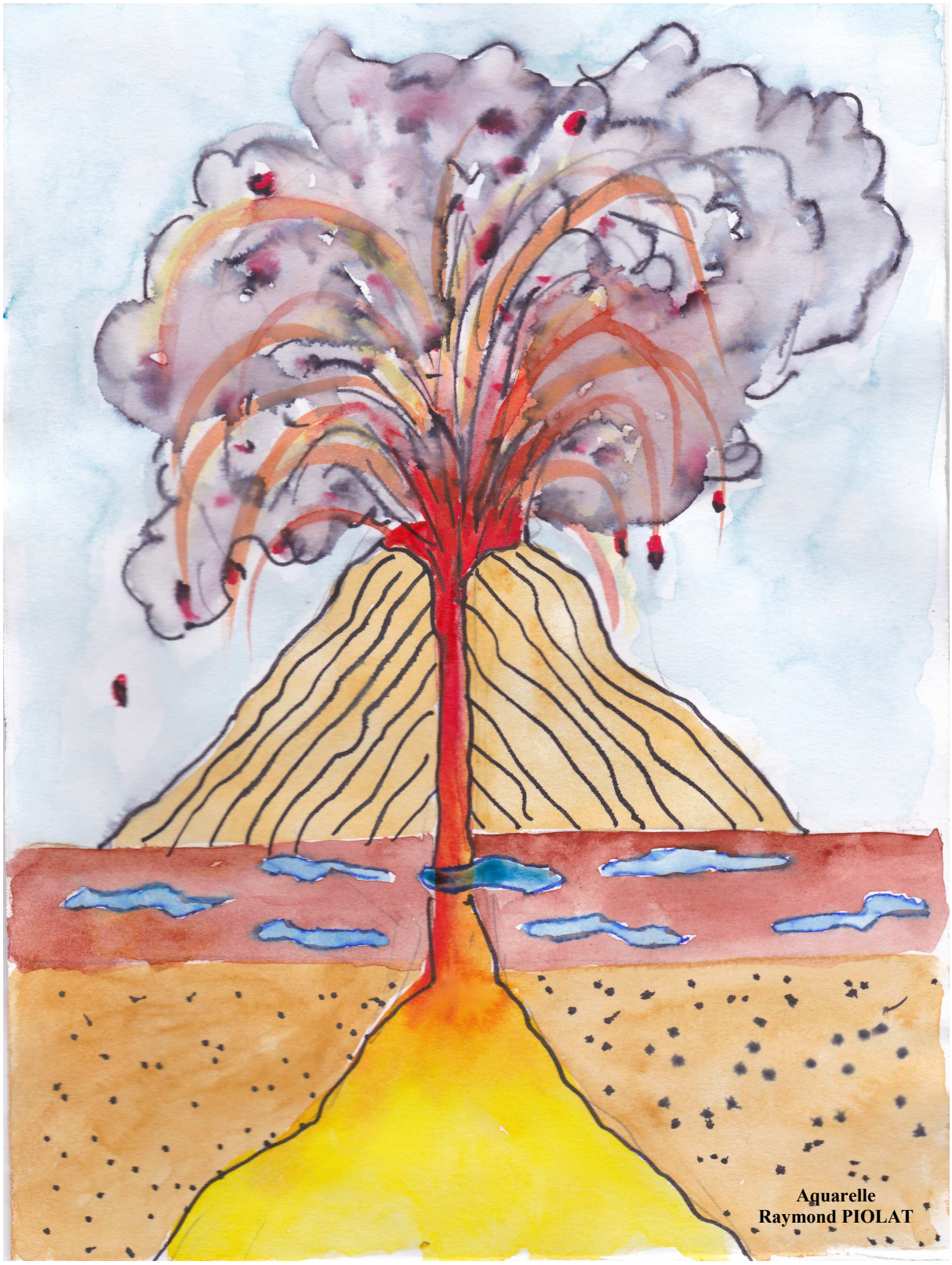

Islande
Mt St Helens
Açores
Stromboli
Dorsale médio Atlantique
Montagne Pelée
Soufrière de
St Vincent
Dorsale Pacifique
Ocean Atlantique
Donald
Dorsale du
Chili
Dorsale Pacifique


Volcanisme explosif andésitique
Volcanisme effusif basaltique
Volcanisme sous marin basaltique
Vésuve
boli
Etna
t Cameroun
Ocean
Indien
Niragongo
Kilimandjaro
Piton
de la
Fournaise
e
Dorsale
Ocean Indien

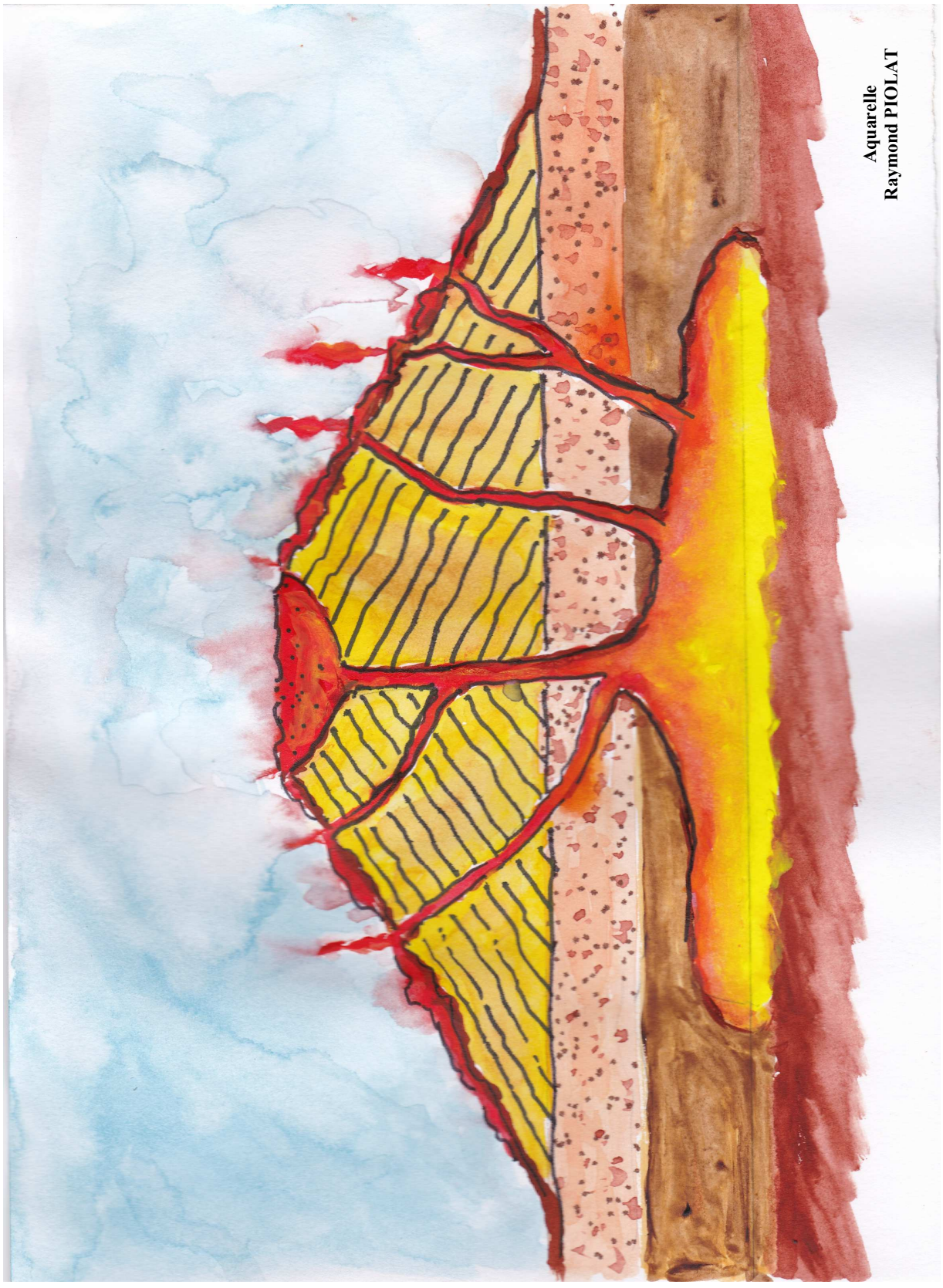
Les différents types de volcans
Le modèle plinien
(explosif)



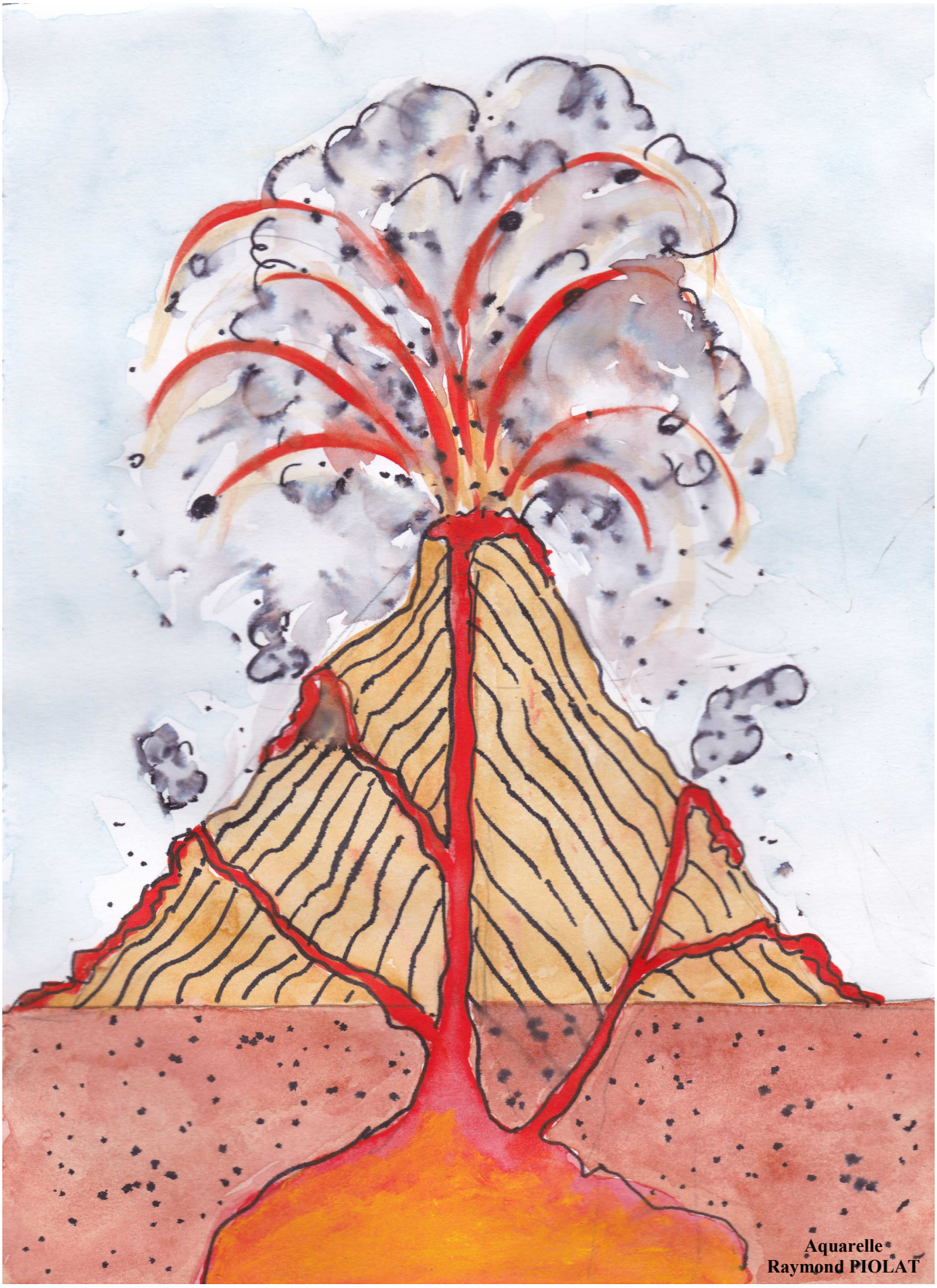
Les différents types de volcans
Le modèle vulcanien
(explosif)



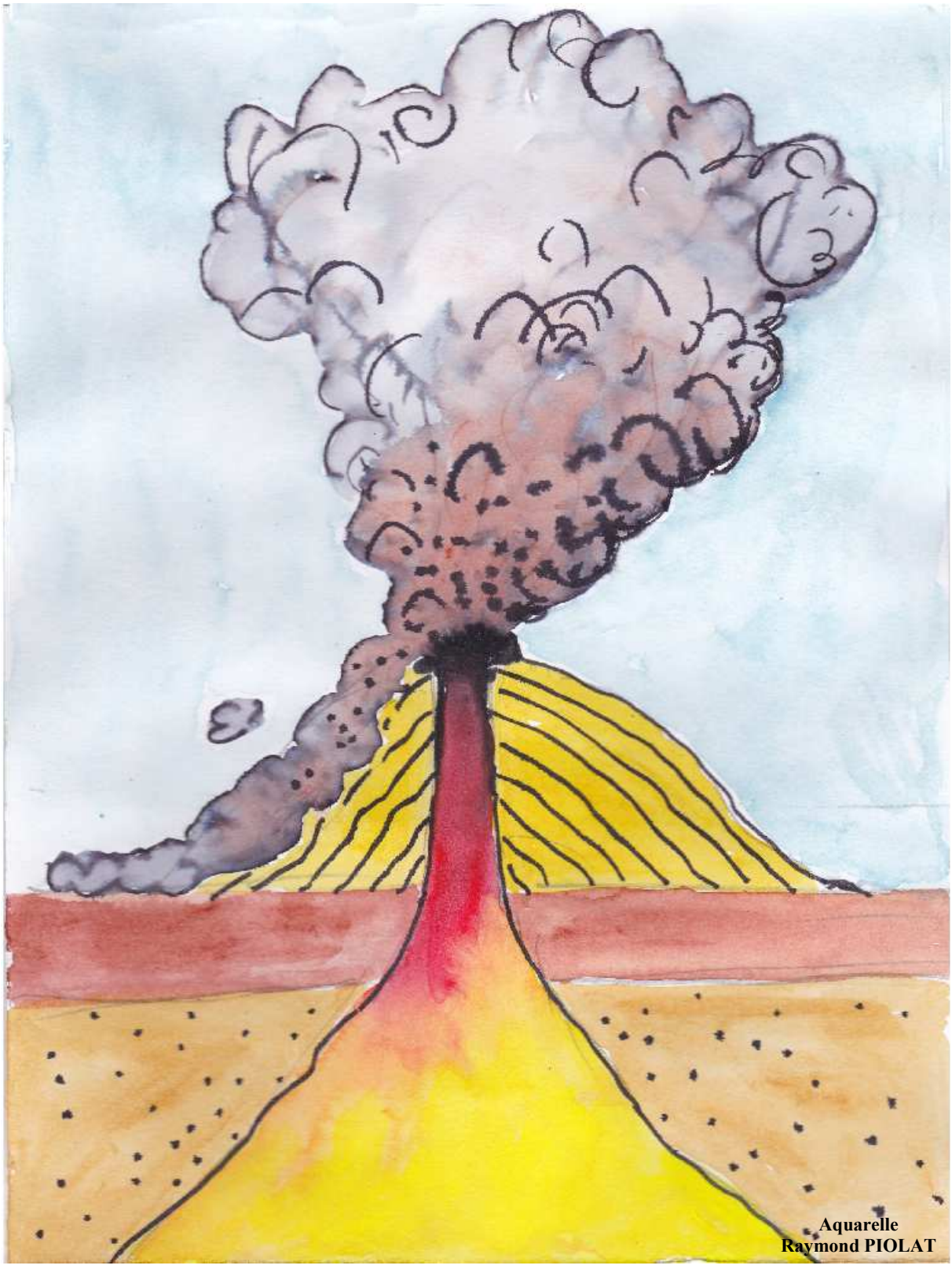
Les différents types de volcans
Le modèle hawaiien
(effusif)



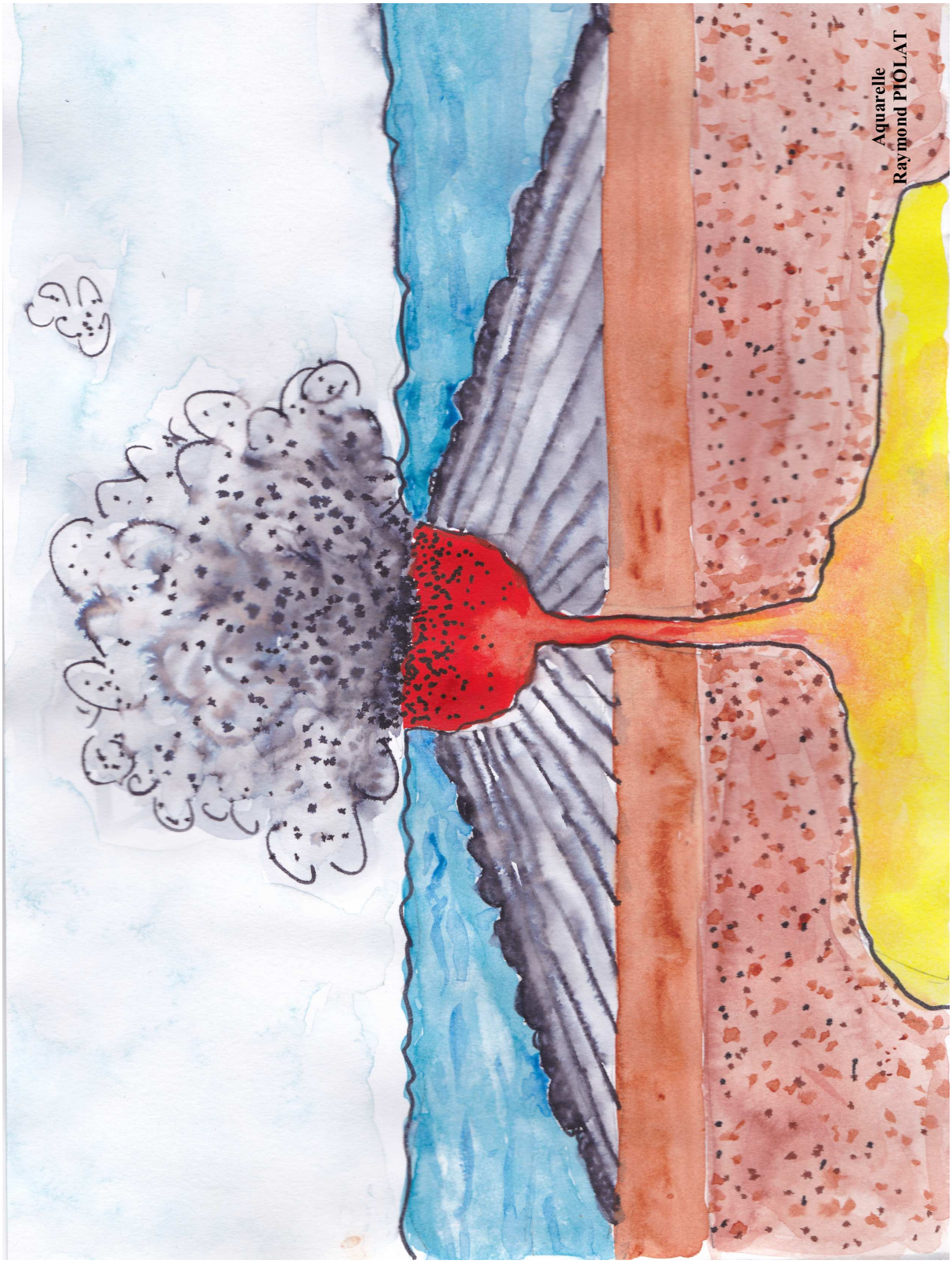
Les différents types de volcans
Le modèle strombolien
(effusif)



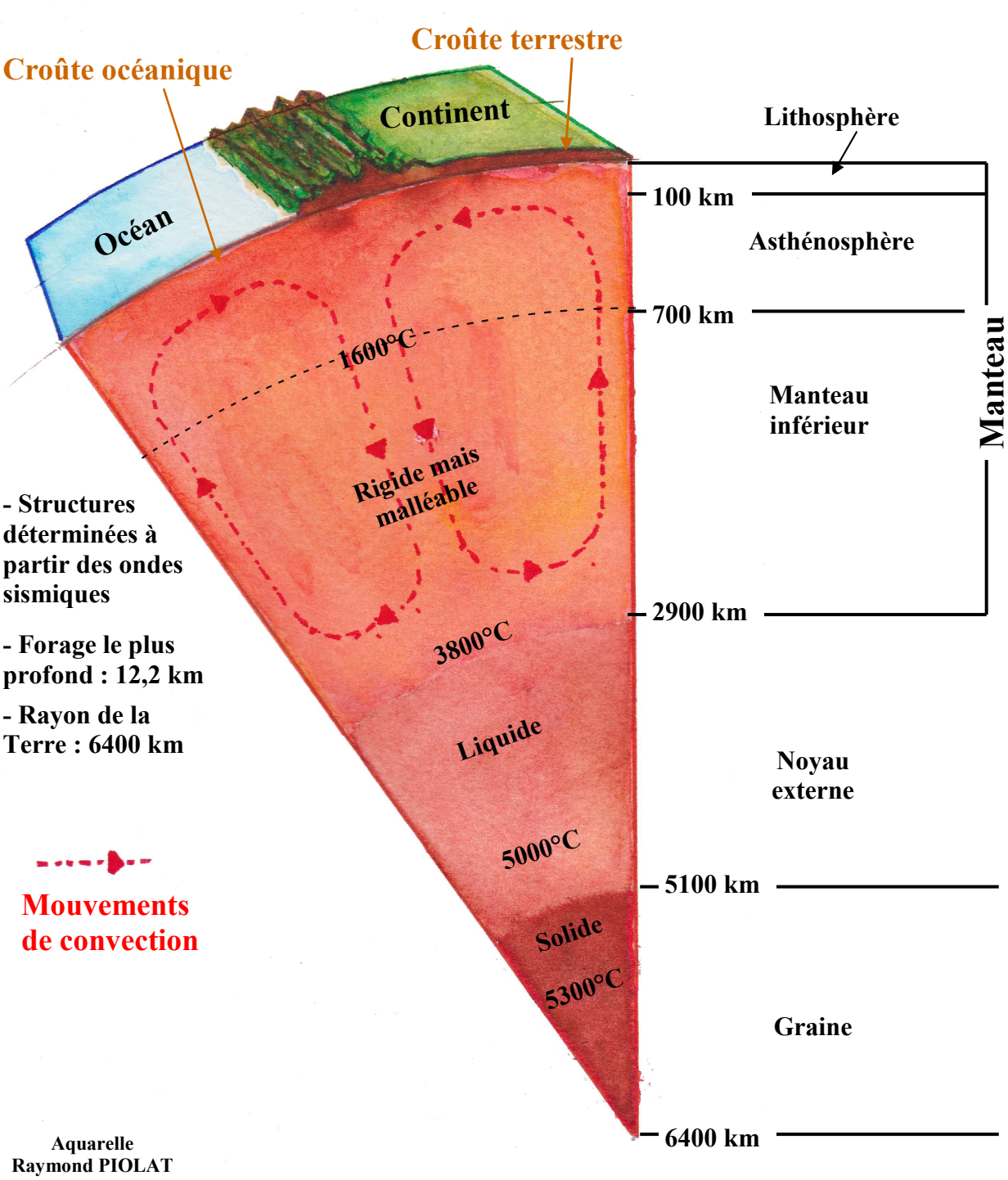
Les différents types de volcans
Le modèle péléen
(explosif)



Les différents types de volcans
Le modèle surtseyen
(sous-marin)



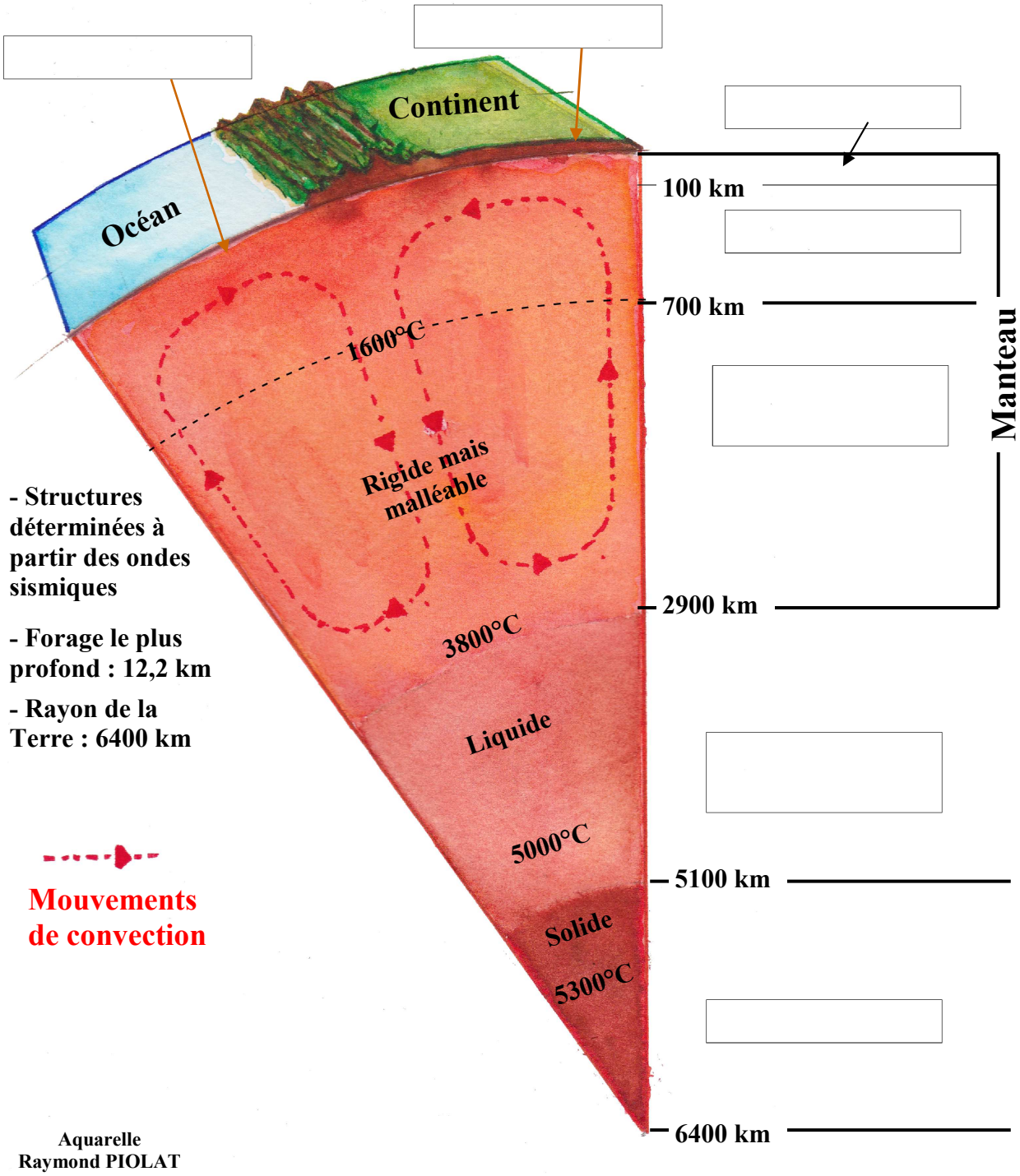
Structure interne du globe terrestre



Aquarelle
Raymond PIOLAT

Structure interne du globe terrestre

(à compléter)

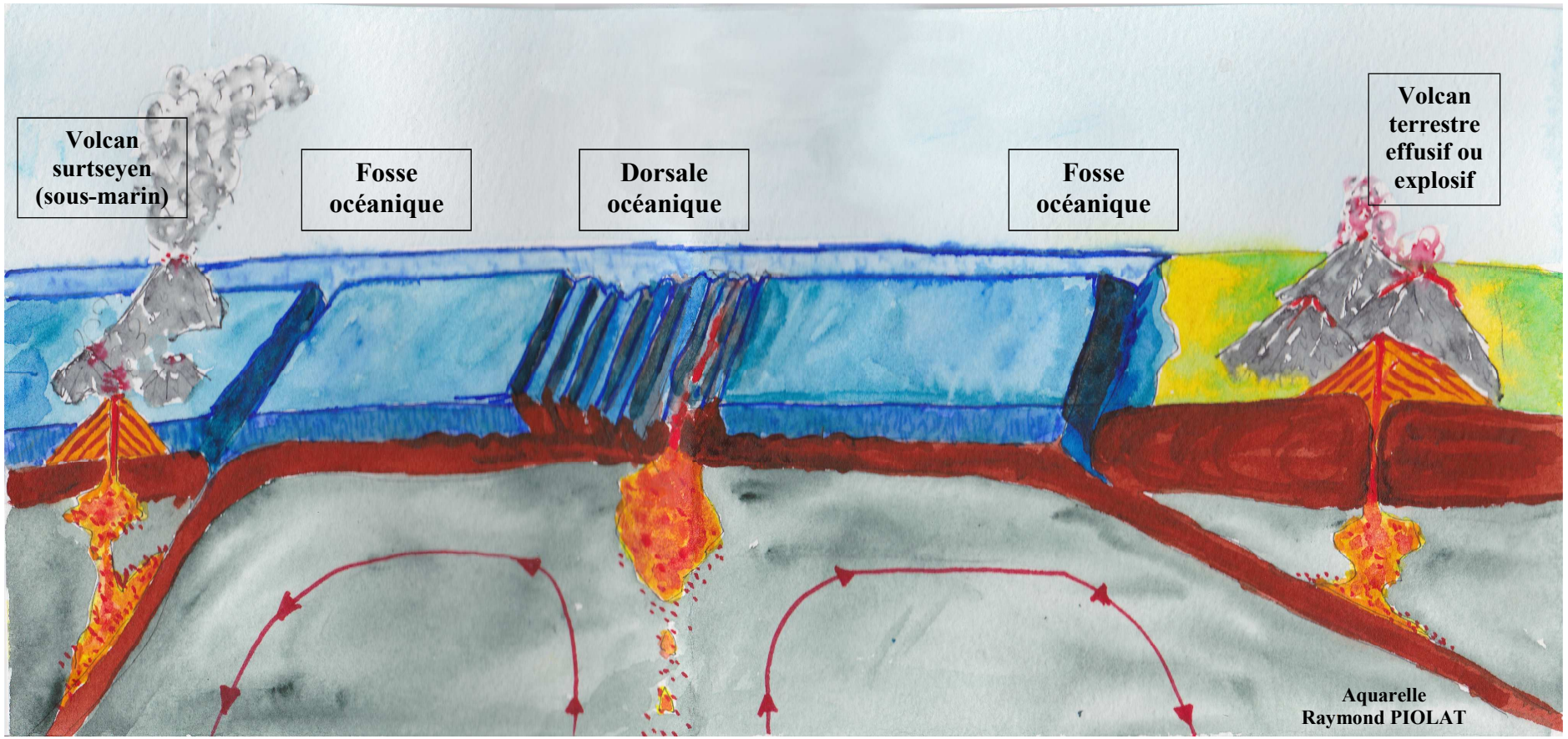


- Structures déterminées à partir des ondes sismiques
- Forage le plus profond : 12,2 km
- Rayon de la Terre : 6400 km

Mouvements de convection

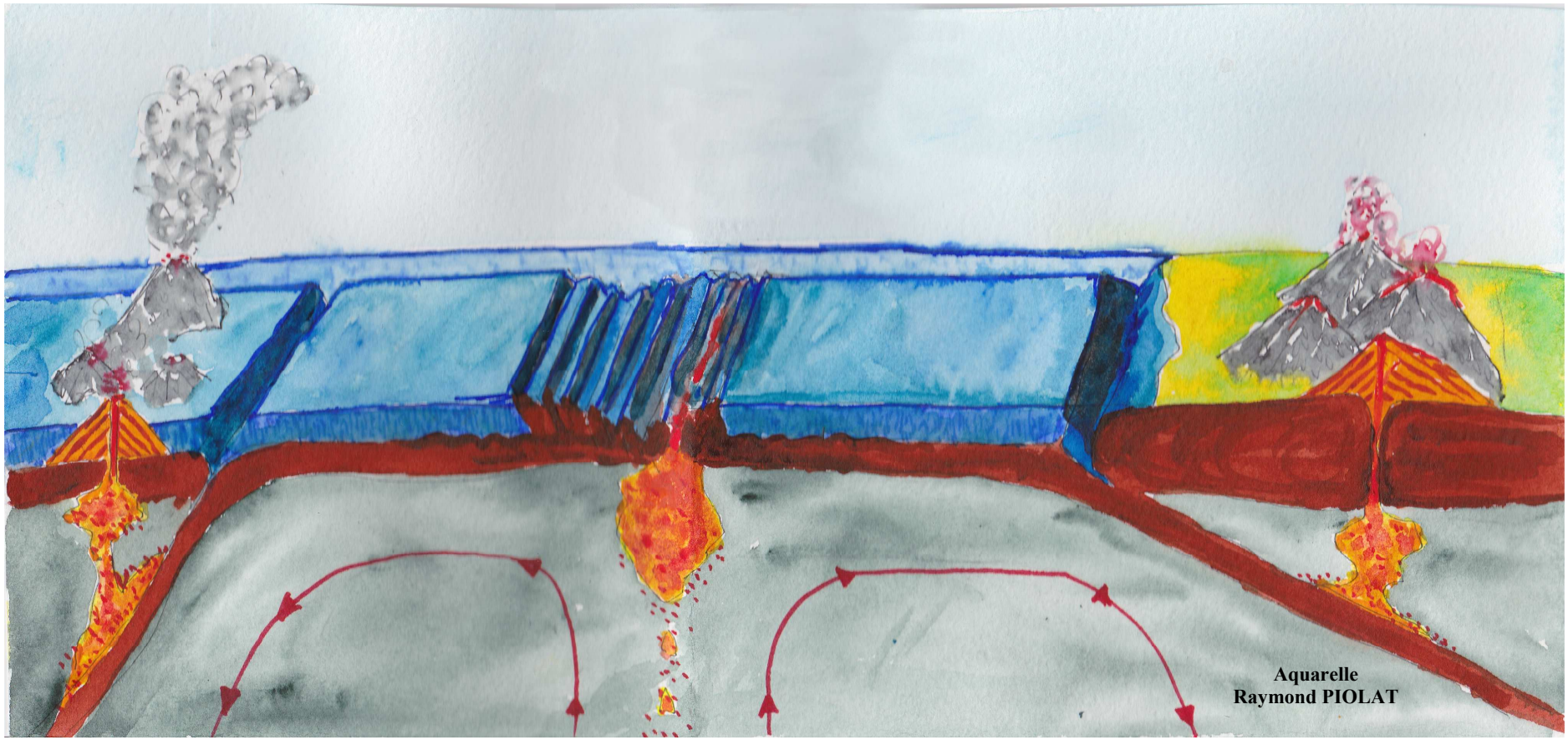
Aquarelle
Raymond PIOLAT

Mouvement des plaques sous les océans (récapitulatif)



Mouvement des plaques sous les océans (récapitulatif)

Document élève à compléter



Quelques liens

Pour les recherches par les élèves :

Wikipédia : https://fr.wikipedia.org/

Google earth
Pour télécharger ce programme : https://www.google.fr/intl/fr/earth/

Géoportail : https://www.geoportail.gouv.fr/

Liens divers :

*www.lasim.org/images/doc_gratuite/la-**pouzzolane**.pdf*

http://www.vivre-la-guadeloupe.fr/volcan-guadeloupe.html

http://www.ipgp.fr/~beaudu/soufriere.html

LAVE; L'Association Volcanologique Européenne, et plus particulièrement leur remarquable photothèque :
http://www.lave-volcans.com/intro.html

Volcans du Monde - la page webcam :
http://fr.earthquake-report.com/2011/11/15/world-volcanoes-webcam-page/

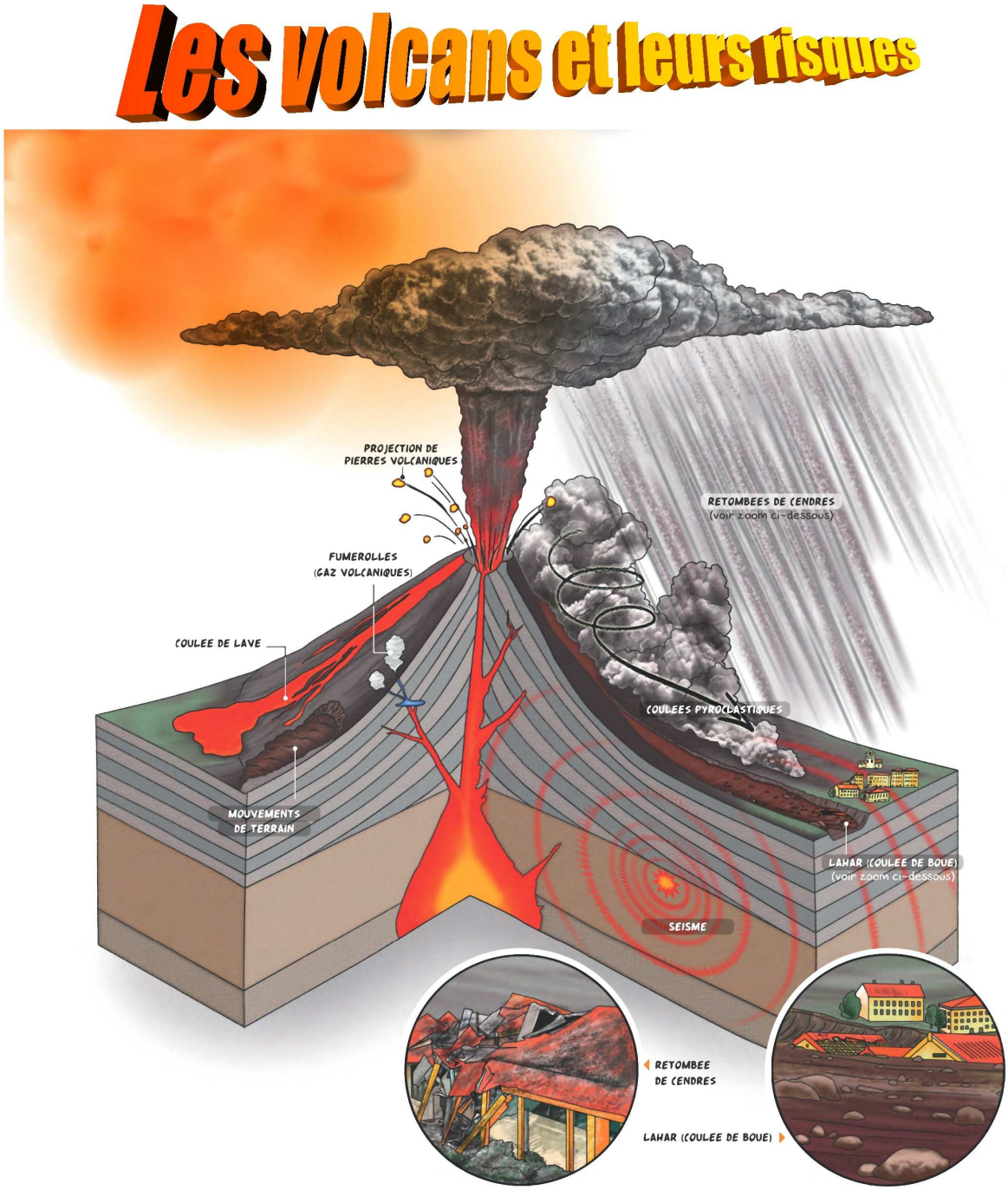
Et, bien évidemment, le BRGM : http://www.brgm.fr/

Et plus particulièrement :

http://www.brgm.fr/projet/projet-med-suv-supports-pedagogiques-sur-risques-volcaniques
pour télécharger des supports pédagogiques. Voir un extrait page suivante.

Le BRGM a créé des plaquettes pédagogiques pour sensibiliser les plus jeunes.

Vous pouvez télécharger ces documents sur : http://www.brgm.fr/projet/projet-med-suv-supports-pedagogiques-sur-risques-volcaniques



J'

les Sciences