

# Forme du volcan et viscosité du magma

## Obstacles épistémologique : le cône préexiste à la formation du volcan

durée	1 h 30
matériel	Pour chaque groupe : <ul style="list-style-type: none"><li>- les liquides suivants : eau, shampoing, miel</li><li>- ces mêmes liquides mélangés à de la semoule</li><li>- d'autres liquides éventuellement (cf. le déroulement de la séance)</li><li>- une planche en mélaminé, éventuellement percée pour certains groupes</li></ul> Pour certains groupes (cf. le déroulement de la séance) : <ul style="list-style-type: none"><li>- un chronomètre</li><li>- une grosse seringue</li></ul>
objectifs	<ul style="list-style-type: none"><li>- Comprendre que la différence de forme des volcans rouges et gris s'explique par une différence dans la viscosité de la lave (les volcans rouges émettent une lave moins visqueuse que les volcans gris)</li><li>- Savoir qu'il existe des liquides plus ou moins visqueux (c. -à-d. qui s'écoulent plus ou moins facilement)</li></ul>
compétences	<ul style="list-style-type: none"><li>- Manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter</li><li>- Exprimer et exploiter les résultats d'une recherche en utilisant le vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral</li></ul>
dominante	Sciences
lexique	Viscosité

## Question initiale

L'enseignant fait un bilan provisoire : « Nous comprenons l'origine de la forme conique du volcan. Parmi les questions que l'on s'était posées, il y a : pourquoi certains cônes sont plus pentus que d'autres ? ». Cette question est posée collectivement, et donne lieu à une discussion de toute la classe. Les idées qui émergent le plus souvent sont :

- Plus le volcan émet une grande quantité de lave, plus son cône est pentu.
- Plus la lave coule sur une grande distance, plus le cône est étalé (moins il est pentu).

Il demande aux élèves, collectivement, s'ils peuvent imaginer une ou plusieurs expériences permettant de tester ces hypothèses. En cas de difficulté, il peut les guider de cette façon :

- 1ère hypothèse : en s'inspirant de la manip réalisée à la séance précédente, il leur montre un cône formé avec de la semoule, et leur demande si le cône sera plus pentu en rajoutant de la semoule. Il leur demande également comment faire pour mesurer cet angle (par exemple, on peut utiliser des « chapeaux chinois »). Cette expérience, très simple et très rapide, peut être menée collectivement, ou par groupes.

- 2nde hypothèse : il leur demande s'ils connaissent des liquides qui s'écoulent très facilement (comme l'eau par exemple), ou plus difficilement (comme le miel). Il leur demande ensuite de réfléchir à une expérience qui pourrait mettre en évidence le fait que certains liquides s'écoulent facilement, et d'autres non. Plusieurs manips sont possibles (voir plus bas).

Pour la seconde hypothèse, le maître leur présente plusieurs liquides de viscosités différentes (au moins : eau, shampoing, miel... auxquels on peut ajouter d'autres liquides comme : ketchup, huile, peinture, sirop, liquide vaisselle, lait concentré...) ainsi que certains de ces liquides mélangés à de

la semoule. Il leur demande de les classer selon la facilité avec laquelle ils coulent. Ce classement est noté dans le cahier d'expériences, et sera confronté aux résultats, en fin de séance.

## Recherche (expérimentation)

Les élèves sont répartis en petits groupes. Chaque groupe réalise une expérience permettant de tester l'une ou l'autre des hypothèses évoquées.

La première hypothèse donne lieu à une expérience très rapide à réaliser, qui permet de constater que l'angle du cône reste toujours le même, quelle que soit la quantité de semoule utilisée. La conclusion est alors que la pente du volcan ne dépend pas de la quantité de lave émise.

La seconde hypothèse peut donner lieu à plusieurs expériences différentes (qui peuvent être réalisées successivement ou dans des groupes distincts) :



*Classe de CE2/CM1 de Magaly Collee et Anne Clémenson (Chambéry)*

- Dans l'une, on verse un peu de liquide en haut d'un plan légèrement incliné (30° par exemple), et on mesure la distance parcourue par ce liquide en un temps donné (5 secondes par exemple). Cette expérience n'est pas toujours très concluante, car certains liquides s'étalent sur la planche mais ne coulent pas véritablement. Néanmoins, elle est systématiquement proposée par les enfants et mérite d'être testée.

"LAVES" GROUPES	Miel liquide	Shampooing	Crème hydratante	eau	Liquide vaisselle	Miel épais
1 pente $\approx 45^\circ$	21,56	14,96	25,75	27 ml	5,80	<sup>2e</sup> 1m 30
2 pente $\approx 45^\circ$	19,22	37,94	+ d' 1m 30	47	3,67	+ 1m 30
3 pente $\approx 30^\circ$	35,12	17,93	+ 1m 30		2,00	plus 1m 30
4 pente $\approx 30^\circ$	32,0		+ de 1m 30	17 ml		
5 pente $\approx 30^\circ$	36,0					

Classe de CE2/CM1 de Kévin Faix (Le Kremlin-Bicêtre)

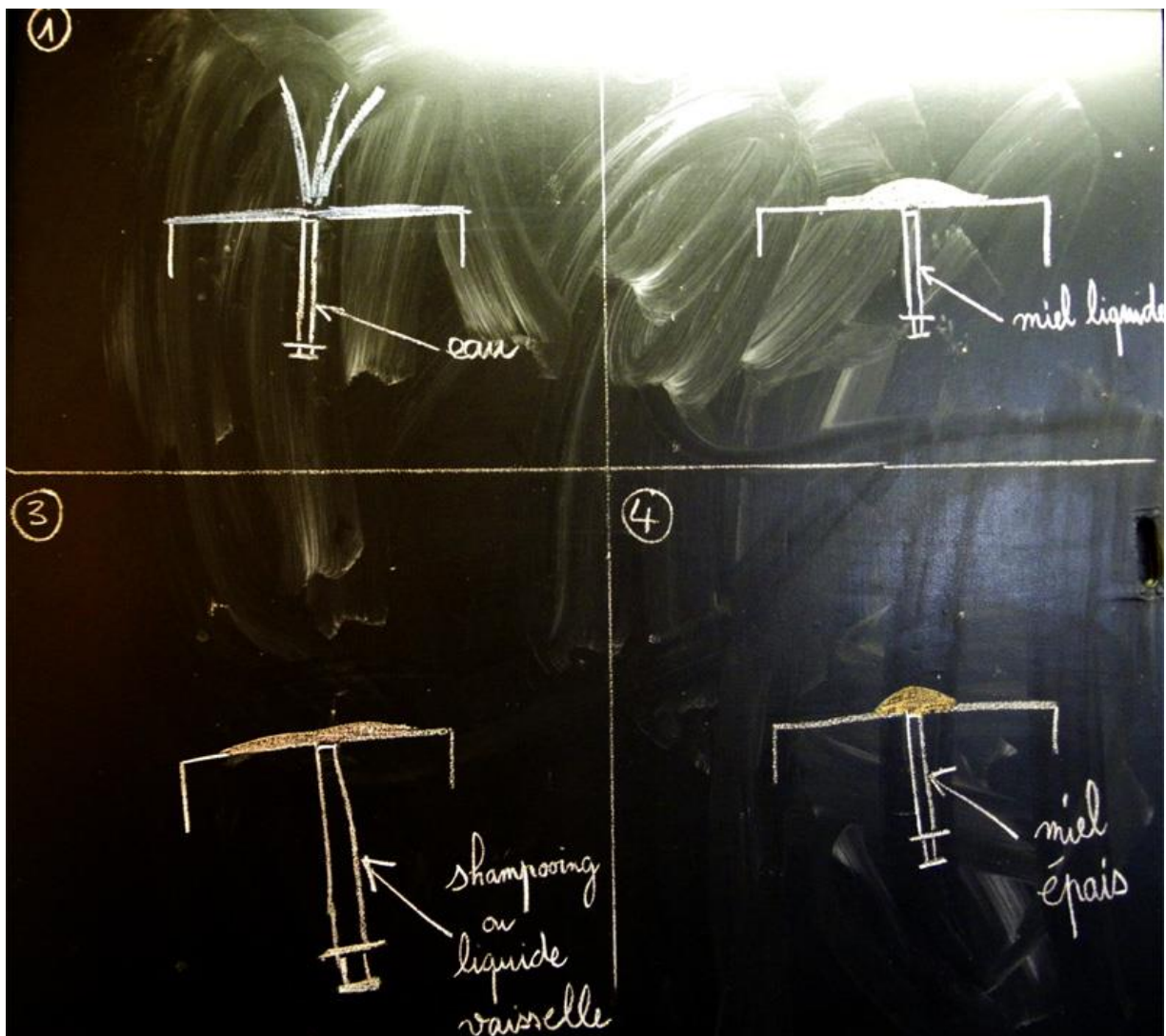
- Dans une autre expérience (qui donne de meilleurs résultats), on verse une quantité (fixe) de liquide sur une surface horizontale, et on observe l'étalement de ce liquide sur la surface : quel est celui qui s'étale le plus ?



Classe de CE2/CM1 de Magaly Collee et Anne Clémenson (Chambéry)

- Dans une autre, enfin, on modélise la formation d'un volcan en injectant par le bas un liquide à travers une surface horizontale (percée). C'est l'équivalent de la manip de la séance précédente, mais en remplaçant la semoule par le liquide étudié. Le liquide est « poussé » vers le haut par une seringue. Suivant le liquide employé, on va former un cône plus ou moins étalé. Cette expérience est sans doute celle qui donne les meilleurs résultats, et qui a l'avantage de permettre une conclusion immédiate, grâce à sa ressemblance avec un vrai volcan.





Classe de CE2/CM1 de Kévin Faix(Le Kremlin-Bicêtre)

### Note pédagogique

Comme dans toute expérience, il faut ici ne faire varier qu'un seul paramètre (la nature du liquide), tous les autres étant identiques, en particulier la quantité du liquide versé. On gagnera un temps considérable au cours de cette séance si l'on a préparé à l'avance des petites « fioles » de même quantité pour les différents liquides étudiés, et ce pour chaque groupe.

### Note scientifique

Il est important de prendre des matériaux non poreux en guise de surface (horizontale ou plan incliné) pour ne pas que le liquide pénètre : il doit couler. Le même matériau doit être utilisé pour les différents liquides (variation d'un seul paramètre à la fois). Un bon matériau : une planche en mélaminé (bois recouvert d'une couche plastique).

## Mise en commun

Chaque groupe désigne un rapporteur qui vient présenter son expérience à la classe entière, ainsi que les *résultats obtenus*.

- La première expérience (cône de semoule) montre que l'angle d'un tas ne dépend pas de la quantité de grains. De la même manière, ça n'est pas la quantité de lave qui explique la forme des cônes volcaniques

- L'expérience du plan incliné montre que certains liquides coulent moins vite que d'autres : on dit qu'ils sont visqueux quand ils s'écoulent lentement. Le miel est plus visqueux que le shampooing, lui-même plus visqueux que l'eau. En ajoutant de la semoule au miel ou au shampooing, on augmente encore la viscosité.

- L'expérience du plan horizontal montre que les liquides les plus visqueux sont également ceux qui s'étalent le moins. On remarque que les liquides peu étalés forment un édifice plus haut que ceux qui se sont étalés.
- L'expérience du plan horizontal et de la seringue montre que les liquides plus visqueux donnent naissance à un cône plus pentu.

L'enseignant veille à ce que le parallèle soit fait avec les pentes du volcan : les volcans explosifs (gris) émettent une lave plus visqueuse que les volcans effusifs (rouges).

## Conclusion

La classe élabore collectivement une conclusion en forme de synthèse, comme par exemple : *Une lave est dite visqueuse quand elle s'écoule lentement. Les volcans rouges émettent une lave moins visqueuse que les volcans gris. Cette lave s'écoule plus facilement, ce qui explique la forme plus « étalée » des volcans rouges.*

### Prolongement

Le prolongement de la séance précédente (fabriquer un volcan en chocolat) peut tout aussi bien être mené ici, après cette séance sur la viscosité. Il suffit de demander aux élèves s'ils connaissent un ingrédient qui peut être plus ou moins visqueux en fonction de la température (la température est un paramètre que nous avons ignoré dans cette séance, par souci de simplicité... mais on peut le rajouter sans problème, cela rendra la comparaison avec la lave plus « naturelle »). Le chocolat est immédiatement proposé. On peut réaliser plusieurs petits volcans avec des chocolats de viscosités différentes (en jouant sur la température et la quantité d'eau).

# Le rôle des gaz, construction d'une maquette de volcan

durée	2 heures (en 2 fois 1 heure)
matériel	<p>Pour la classe :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un verre transparent</li> <li>- du vinaigre blanc</li> <li>- du liquide vaisselle</li> <li>- du bicarbonate de sodium</li> </ul> <p>Pour chaque groupe :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pour fabriquer le cône volcanique</li> <li>- au choix : de la terre, du papier mâché...</li> </ul> <p>ou le matériel suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› 1 kg de farine blanche</li> <li>› 500 g de sel</li> <li>› de l'eau</li> <li>› 4 cuillères à soupe d'huile végétale › du colorant vert (ou de la peinture à l'eau)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pour modéliser l'éruption</li> <li>- de l'eau</li> <li>- du colorant rouge (ou de la peinture à l'eau)</li> <li>- 100 ml de vinaigre</li> <li>- 50 g de bicarbonate de soude</li> <li>- 30 ml de produit vaisselle</li> <li>- un saladier</li> <li>- une cuillère à soupe</li> <li>- une cuillère à café</li> <li>- un verre</li> <li>- un support (grand plat, carton, plateau, planche...)</li> <li>- une bouteille vide de 25 cl</li> <li>- un entonnoir</li> </ul>
objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Savoir qu'un volcan contient une cheminée et une chambre magmatique.</li> <li>- Comprendre que la pression des gaz est le moteur principal d'une éruption volcanique</li> <li>- Comprendre que plus la pression des gaz est élevée, plus l'éruption est explosive</li> </ul>
compétences	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter</li> <li>- Exprimer et exploiter les résultats d'une recherche en utilisant le vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral</li> <li>- Mobiliser ses connaissances dans des contextes scientifiques différents</li> </ul>
dominante	Sciences
lexique	Pression

## Question initiale

L'enseignant revient sur les travaux précédents : « Nous avons montré que le cône volcanique était formé par l'accumulation des matériaux éjectés lors de l'éruption (et, ensuite, que la viscosité de la lave expliquait l'étalement plus ou moins prononcé de ce cône). Pour faire fonctionner notre modèle, nous avons soufflé dans une paille : c'est donc l'air soufflé qui a poussé la semoule. »

« Et dans la réalité : y a-t-il de l'air, ou d'autres gaz, émis par le volcan ? »

La classe revient collectivement sur la description des éruptions de la séance 1-2, et on constate qu'en effet des gaz sont émis, et sortent par le même endroit que la lave (le cratère). Ce qui nous permet de nous interroger sur le rôle de ces gaz : est-il possible que ces gaz « poussent » la lave vers l'extérieur ? Afin de permettre une investigation expérimentale, on s'intéresse à des gaz et liquides plus accessibles :

« Connaissez-vous des cas où des gaz sont "mélangés" à des liquides ? »

On parle des boissons gazeuses. L'enseignant demande ce qui se passe quand on secoue une

bouteille de boisson gazeuse avant de l'ouvrir. Il demande des précisions : « Qu'est-ce qui déborde ? du gaz ? du liquide ? les deux ? »

### Note pédagogique

- Cette expérience est triviale (tous les enfants savent ce qui va se passer)... on peut donc se contenter d'en parler, sans la faire.
- Pour ce travail, nous n'avons pas besoin d'approfondir le concept de dissolution, ni celui de pression : la connaissance empirique des élèves est parfaitement suffisante.

La discussion permet de s'accorder sur le fait qu'il y a des bulles et que ces bulles, une fois répandues sur la table (ou les vêtements...), vont mouiller cette table. Cela signifie que du liquide a été éjecté : le gaz est capable d'entraîner le liquide vers le haut.

L'enseignant veille à ce que tous les élèves fassent bien le parallèle avec le volcan : le gaz est capable de pousser la lave à l'extérieur. Il faut beaucoup de gaz pour faire sortir ces tonnes de lave.

## Recherche (expérimentation)

Le maître annonce qu'il existe un moyen de faire beaucoup plus de bulles avec du vinaigre et du bicarbonate de sodium. Il prépare une expérience avec :

- un gobelet ou un verre transparent, rempli (à 1/4 environ) par du vinaigre ;
- une coupelle avec 1 cuillère à soupe de bicarbonate de sodium.

L'expérience est réalisée collectivement (il s'agit plus d'une démonstration que d'une expérience) : lorsqu'on verse le bicarbonate de sodium dans le verre, les élèves observent ce qui se passe : fort dégazage (on entend l'effervescence), formation de grosses bulles... Après un premier essai, les élèves sont interrogés sur le type d'éruption représentée ; ils parlent d'éruption effusive puis réfléchissent sur ce qui pourrait permettre de la rendre explosive. « Il faudrait plus de gaz », « plus de pression ».

L'expérience est alors renouvelée en ajoutant plus de vinaigre, plus de bicarbonate.



Classe de CM1-CM2 de Virginie Ligère (Antony)



## Note pédagogique

Une vidéo de cette expérience est disponible [ici](#). Si on a pris un pot à moutarde plutôt qu'un verre, on peut ajouter un couvercle et constater que le couvercle saute jusqu'au plafond (excitation des élèves garantie). Cette expérience permet de montrer que pour faire sortir un magma visqueux il faut beaucoup de gaz, et que cela entraîne des éruptions plus explosives.

Chacun écrit un compte rendu sur son cahier d'expériences, ainsi que la conclusion élaborée ensemble : « C'est le gaz contenu dans le magma qui le fait sortir. »

## Note scientifique

Le gaz produit par cette réaction est le CO<sub>2</sub>, le même gaz que celui contenu dans les boissons gazeuses. C'est aussi un des principaux gaz émis lors des éruptions volcaniques.

Le maître demande ensuite aux élèves d'utiliser ce qu'ils ont appris pour concevoir une maquette de volcan. Les élèves travaillent par groupes, et dessinent leur maquette dans leur cahier d'expériences.

## Fabrication de la maquette du volcan

Les différentes propositions sont comparées au tableau.

Voici un exemple de maquette. La lave sera produite comme dans l'expérience précédente, mais à l'intérieur d'une bouteille. Autour de cette bouteille, on construit un cône volcanique (soit en empilant de la terre, du papier mâché... soit en fabriquant une sorte de « pâte à modeler », comme décrit ci-dessous).

1- fabrication de la pâte pour le cône volcanique

On mélange 1 kg de farine, 500 g de sel, 4 cuillères à soupe d'huile végétale dans un saladier ; à part, on mélange 30 cl d'eau, un peu de colorant ou de peinture pour obtenir une teinte marron vert.

On ajoute ensuite cette eau colorée au mélange précédent. On mélange le tout à la main, jusqu'à ce que la pâte obtenue ne soit plus collante. Si la pâte est encore trop collante au bout de quelques minutes, il suffit de rajouter un peu de farine.

## Note pédagogique

- L'enseignant qui souhaite gagner du temps peut préparer cette pâte à l'avance le support à l'avance. Si elle est préparée la veille, elle gardera une bonne souplesse le lendemain (malléabilité plus proche de la pâte à modeler que de la pâte à sel).
- Si l'on réalise le cône en terre plutôt qu'en pâte à modeler, on peut mélanger un peu de plâtre à cette terre, et l'humidifier, pour la rendre plus solide.





## 2- fabrication du cône volcanique

La bouteille est posée sur un support qui permettra de transporter la maquette. On entoure la bouteille avec la pâte obtenue, de façon à former un cône pas trop pentu (au besoin, on peut augmenter la quantité de pâte nécessaire, ou d'abord faire un cône en papier, qu'on recouvre de pâte). Seul le goulot de la bouteille doit affleurer.

La maquette est prête : il faut la laisser sécher une nuit avant de provoquer l'éruption.

### ATTENTION :

La maquette ainsi conçue peut renforcer chez les élèves une fausse représentation : le cône préexiste à l'éruption volcanique (ce qui n'est pas le cas initial).

La maquette peut être proposée de la manière suivante : placer une bouteille sous une surface plane préalablement percée pour y faire passer le goulot.

## Déclenchement de l'éruption

Il faut d'abord préparer la lave : seul le vinaigre doit être ajouté à la fin.

On mélange 50 ml d'eau tiède à 50 g de bicarbonate de soude. On ajoute quelques gouttes de colorant rouge, ainsi que 30 ml de liquide vaisselle, et on mélange légèrement (sans faire mousser).

A l'aide de l'entonnoir, on verse ce mélange dans le volcan. Quand tout est prêt, on verse 100 ml de vinaigre dans le volcan : l'éruption commence !

### Note pédagogique

- On peut enrichir cette séance et comparer différents mélanges, modélisant ainsi des éruptions plutôt effusives ou plutôt explosives. Pour cela, on peut jouer sur deux paramètres :

\* La quantité de liquide vaisselle (30 ml, 60 ml, 90 ml) : plus on en verse, plus la lave est visqueuse.

\* La quantité de bicarbonate de soude (50 g, 100 g) : plus on met de bicarbonate, plus le dégazage est important.

- On peut aussi imaginer qu'un des volcans **soit surmonté d'un bouchon, qui sautera en raison de la pression des gaz (surtout si l'on a mis beaucoup de bicarbonate de soude)**. Avec une « lave » très fluide, on n'a pas le temps de placer le bouchon. En revanche, on peut le faire avec une lave plus visqueuse (grande quantité de liquide vaisselle). Dans ce cas, il y a une accumulation préalable de pression qui donne un caractère explosif à l'éruption.

### ATTENTION :

Un des obstacles à faire dépasser concerne l'éruption explosive : les bombes sont de la lave solidifiée et non des roches de l'écorce terrestre (**le bouchon pourrait renforcer cette fausse représentation**)

- Une discussion de classe sur le rapport entre le modèle et la réalité pour évaluer les limites de l'expérience, notamment en ce qui concerne la difficulté d'obtenir un cône.

La discussion collective permet également de conclure que plus la quantité de gaz est importante, plus l'éruption est explosive. Si l'on ajoute la conclusion de la séance précédente (sur la viscosité

de la lave), on peut conclure : **Une éruption est d'autant plus explosive que la lave est visqueuse et qu'elle contient beaucoup de gaz.**

Cette conclusion est notée dans les cahiers d'expériences.

## Trace écrite et conclusion

Les élèves dessinent leur maquette dans le cahier d'expériences, et en expliquent le fonctionnement. Ils précisent le rapport entre le modèle et la réalité soit par schématisation, soit par un texte.

### Note pédagogique

Cette séance est riche... et longue. Si l'on n'a pas le temps de réaliser la trace écrite et la conclusion, ça n'est pas grave, on peut le faire lors de la séance suivante, très courte. On comparera alors le schéma de la maquette que l'on a réalisée avec le schéma d'un « vrai » volcan.

### Prolongements

- Observer des échantillons de différentes roches volcaniques. Comparer des scories et basaltes pleins de cavités (petites bulles contenues au départ dans le magma) à des échantillons plus massifs (rhyolites, obsidiennes).

Demander aux élèves de retracer l'histoire de ces roches : les limites de leurs explications peuvent être causées par la difficulté d'envisager des changements d'états de la matière en ce qui concerne des roches.

#### ATTENTION :

- Un des obstacles à faire dépasser concerne l'éruption explosive : les bombes sont de la lave solidifiée et non des roches de l'écorce terrestre (**le bouchon pourrait renforcer cette fausse représentation**).

- La roche volcanique n'est pas seulement de type *Pierre ponce*

- Le phén

#### Expérimentation :

- avec de la bougie

- avec un métal à souder (étain)

## Anatomie d'un volcan

durée	45 minutes
matériel	
objectifs	- Connaître l'anatomie d'un volcan : cône, cheminée, chambre magmatique
compétences	- Exprimer, exploiter les résultats d'une mesure ou d'une recherche en utilisant un vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral
dominante	Sciences
lexique	Magma, chambre magmatique, cheminée

Cette séance sert de bilan sur la structure et l'activité d'un volcan.

## Question initiale

L'enseignant explique que la maquette réalisée précédemment avait pour but de reproduire une éruption. La classe n'a pas cherché à représenter fidèlement l'intérieur du volcan. Les élèves, individuellement, réalisent donc un schéma en coupe de volcan, tel qu'ils se le représentent.

## Mise en commun

L'enseignant compile les différents schémas au tableau, et demande aux élèves de les comparer (points communs et différences). Cette comparaison permet de mettre en évidence les éléments qui doivent être présents sur un schéma de volcan : cône, cratère, lave, cendres...

Question : à l'intérieur du volcan que se passe-t-il ? Est-ce que l'expérience nous renseigne ?

L'enseignant peut inscrire les propositions des élèves au tableau puis les inviter à lire des documentaires pour compléter leurs déclarations, ou pour les modifier.

## Trace écrite

Le schéma en coupe ?

- Une discussion de classe permet de définir l'objet schéma en coupe : à partir d'expériences de classe ou d'image (intérieur d'une pomme coupée en 2).
- En groupe les élèves dessinent un volcan en coupe pour en expliquer son fonctionnement.
- D'où vient la lave ?
- Comment sort-elle ?
- Par où sort-elle ?
- Que devient la lave qui est sortie ?
- Comment se forme le cône volcanique ?
- Etc.

La légende est complétée avec l'enseignant : cratère, cheminée, chambre magmatique, magma,...