



## Aperçu :

### Tranche d'âge :

10-14 ans

### Durée de la leçon :

45 Minutes (2 vidéos incluses)

### Equipement nécessaire :

Ordinateur

Projecteur

### Sujets couverts :

Géologie

Biologie (vie en conditions extrêmes)

Astronomie (conditions à la surface de Mars)

## Plan de l'activité :

Découvrez comment se forment les volcans, sur Terre et sur Mars, et comment ils ont pu être liés à l'habitabilité de Mars par le passé.

## Acquis :

A la fin de cette activité, les élèves :

- Comprendront comment les volcans se forment.
- Seront capables d'expliquer ce qu'est la convection et pourquoi on retrouve ce phénomène à l'intérieur des volcans.
- Définiront, rationnellement, la probabilité que les zones volcaniques martiennes soient habitables.

## Documentation de référence :

**Slide 1 - Introduction** Dans cette leçon, nous allons nous intéresser aux volcans de Mars et découvrir comment ils ont pu permettre à la planète rouge d'être habitable au cours de son histoire.

**Slide 2 - Objectifs** A retrouver dans les « acquis » de la leçon.

**Slide 3 – Les types de volcans** Afin de comprendre les volcans de Mars, voyons d'abord ce que nous connaissons des volcans terrestres. On divise les volcans en trois catégories principales :

- Les stratovolcans
- Les cônes volcaniques
- Les volcans boucliers

Un stratovolcan, ou volcan composite, a une forme conique construite de plusieurs couches de laves, de cendres, de pierres ponce et de téphras (de la plus petite à la plus grosse taille de débris, respectivement). Les stratovolcans sont donc formés par l'accumulation de matériel visqueux sur plusieurs couches, plutôt que par l'écoulement de laves fluides uniquement, ce qui leur donne une silhouette de haut pic plutôt que de cône arrondi. Certains des volcans les plus spectaculaires de notre planète sont des stratovolcans : le Mayon aux Philippines, le mont Fuji au Japon ou encore le mont Rainier aux Etats-Unis. Certains stratovolcans s'élèvent à plus de 2 à 3000 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Un cône volcanique est le plus simple des types de volcans. Ils sont formés par l'accumulation de particules et blocs de lave figée, éjectés par un seul événement. Quand la lave, chargée de gaz, est violemment éjectée dans les airs, elle se divise en fragments de petites tailles qui se solidifient et tombent sous forme de cendres et scories autour de l'événement, formant un cône circulaire ou ovale.

Enfin, les volcans boucliers. Ils portent ce nom à cause de leur silhouette basse, beaucoup plus allongée que haute, les faisant ressembler au bouclier d'un guerrier. Ces volcans se forment lors d'éruptions très chaudes, rejetant des laves très peu visqueuses qui s'écoulent donc sur de longues distances (pas d'accumulation donc).

**Slide 4 – Olympus Mons : un volcan bouclier**

Le plus grand volcan connu du système solaire se trouve sur Mars. Il est nommé *Olympus Mons* et c'est un volcan bouclier. Il fait 25 km de haut, et un diamètre impressionnant de 624 km. Sur Terre, *Olympus Mons* s'étendrait de la côte Ouest de la France jusqu'à sa frontière Est.

**Slide 5 – Comment se forment les volcans boucliers ?**

Voici une vidéo qui montre comment *Olympus Mons* a pu se former, en utilisant de la cire fondue dans un modèle d'éruption :

<https://youtu.be/D9jOp2D9N0Y>

Contexte de la vidéo : On pense que *Olympus Mons* a pu atteindre cette taille car il n'y a pas d'activité tectonique à la surface de Mars, ce qui a permis à plusieurs éruptions d'avoir lieu au sein d'une même fissure. A chaque éruption, les coulées de laves se solidifient, et le volcan grandit. Ces nombreuses éruptions ont été enregistrées dans les motifs rayés distinctifs du volcan, chaque couche montrant une

éruption unique. Dans la vidéo on peut voir des exemples de motifs similaires apparaissant dans la cire.

**Slide 6 – Le terrain islandais** Bien entendu, il n'est pas encore possible d'étudier ce volcan géant de près. Sur Terre, nous utilisons donc des sites analogues aux terrains planétaires, tel que l'environnement volcanique (actif) de l'[Islande](#).

L'Islande doit la majeure partie de son paysage à son activité volcanique, faisant de cette île un cas d'étude fascinant des processus volcaniques. L'Islande possède de nombreux sites géothermaux. Certains sont proches de la capitale Reykjavik, comme le site Krýsuvík. Tous ces sites possèdent différentes sortes de puits géothermiques : des bassins remplis d'eau réchauffée par la chaleur interne de la Terre. Cette chaleur permet aux bassins de maintenir une température comprise entre 60 et 95°C.

**Slide 7 – La convection** Afin d'étudier au mieux les processus volcaniques, il est important de comprendre comment la chaleur se transmet dans des fluides. Ce mécanisme de transmission de la chaleur est connu sous le nom de convection. Lorsqu'un fluide tel que l'air ou un liquide est chauffé par une source de chaleur, il s'en éloigne et transporte avec lui de l'énergie thermique. Le fluide au contact d'une surface chaude entre en expansion, devient moins dense que son environnement et s'élève.

**Slide 8 – Comment fonctionne la convection ?** Voici une vidéo qui illustre le principe de la convection : <https://youtu.be/1sjlwi-klNY>

Contexte de la vidéo : De l'eau est placée dans un bac à convection. Elle est chauffée localement au niveau d'un coin au fond du bac à l'aide d'un brûleur à alcool (alcool dénaturalisé,  $C_2H_5OH$ ). L'eau qui se trouve directement au-dessus de la source de chaleur devient ainsi moins dense par rapport à l'eau plus froide qui l'entoure. Elle s'élève donc dans le bac et est remplacée par de l'eau froide environnante. Cette eau froide à son tour devient moins dense en se réchauffant et s'élève. L'eau chaude atteint la surface du bac sur un côté, se refroidit au contact de l'air tout en étant poussée le long de la surface par de l'eau chaude qui continue de remonter au-dessus de la source de chaleur, devient donc plus dense et replonge de l'autre côté du bac. Ce phénomène crée un cycle de réchauffement et de refroidissement de l'eau. Du permanganate de potassium ( $KMnO_4$ ) en solution aqueuse (dilué) est ensuite ajouté à l'aide d'une pipette dans le bac afin de colorer l'eau et de visualiser le sens de son mouvement.

**Slide 9 – De la vie sur Mars ?** Maintenant que nous comprenons les principes de base qui régissent l'activité des volcans, discutez en groupes de trois ou quatre élèves si vous pensez que la vie peut exister dans un tel environnement.

N'oubliez pas d'argumenter votre raisonnement lors de cette discussion.

(Donner du temps à la discussion, puis prenez les réponses et arguments des élèves)

Il est probable que la majorité de la classe aie conclu que la vie ne peut pas exister dans de telles conditions, se basant pour cela sur l'expérience commune que les organismes multicellulaires complexes ne puissent pas vivre dans des environnements trop extrêmes (chaleur par exemple). Quelques élèves pourraient avoir proposé que certains micro-organismes sont capables de supporter des conditions extrêmes.

**Slide 10 – Et les micro-organismes ?**

Tournons maintenant notre attention vers les micro-organismes (comme certains et certaines en avaient l'intuition). Il existe une grande diversité de formes de vie qui peuvent survivre dans des environnements volcaniques. Ces organismes microscopiques sont extrêmement résistants, on les appelle extrémophiles. Ils peuvent non seulement résister à ces conditions, mais en ont en fait besoin pour leur survie. Un exemple est la bactérie *Thermus aquaticus*. Lorsqu'elle a été découverte, les scientifiques pensaient qu'aucun micro-organisme ne pouvait survivre à des températures dépassant 50°C. Pourtant, *Thermus aquaticus*, découverte dans une source hydrothermale chaude, à l'intérieur de la caldera de l'ancien supervolcan du parc national de Yellowstone, peut en fait survivre à des températures atteignant 80°C (sa température optimale pour sa croissance se situe entre 65 et 70°C).

**Slide 11 - Bilan**

Grâce à cette leçon, les élèves devraient être capables de répondre aux questions suivantes :

- A quel type de volcan appartient *Olympus Mons* et comment pensons-nous qu'il s'est formé ?
- Qu'est-ce que la convection (en utilisant une démonstration en vidéo par exemple) ?
- Quelles formes de vie pourraient exister dans un environnement volcanique ?