

**Aperçu :****Tranche d'âge :**

10-14 ans

Durée de la leçon :

45 Minutes (2 vidéos incluses)

Equipement nécessaire :

Ordinateur

Projecteur

Sujets couverts :Chimie (solubilité, saturation,
structures des composés)Biologie (vie en conditions
extrêmes)Astronomie (conditions à la surface
de Mars)**Plan de l'activité :**

Comprendre comment la chimie du sol martien peut affecter l'habitabilité de la planète rouge. Cela implique d'examiner de plus près comment la température et la salinité peuvent affecter la chimie de Mars.

Acquis :

Après avoir terminé cette activité, les élèves :

- Comprendront l'effet de la température sur la chimie de Mars.
- Seront capables d'expliquer comment la salinité affecte la température de fusion.
- Examineront comment tous les éléments ci-dessus affectent l'habitabilité.

Documentation de référence :**Slide 1 -****Introduction**

Dans cette leçon, nous allons étudier la chimie de Mars et la manière dont elle peut affecter son habitabilité potentielle.

Slide 2 - Objectifs

A retrouver dans les « acquis » de la leçon.

**Slide 3 – Le CO₂ sur Mars –
L'atmosphère**

Tout d'abord, nous allons porter notre attention sur l'atmosphère martienne. L'air sur Mars est beaucoup moins dense que l'air que nous respirons ici sur Terre. La densité de l'atmosphère terrestre est d'environ 1,2 kg/m³ alors que l'atmosphère martienne n'est que de 0,02 kg/ m³, soit plus de 50 fois moins dense.

L'atmosphère martienne est également très différente de la nôtre en termes de composition chimique. L'atmosphère terrestre est composée

d'environ 78 % d'azote, 21 % d'oxygène, 1 % d'argon, 0,04 % de dioxyde de carbone et de petites quantités d'autres gaz. L'air contient également une quantité variable de vapeur d'eau, en moyenne environ 1 % au niveau de la mer, et 0,4 % dans l'ensemble de l'atmosphère. En revanche, l'atmosphère de Mars est composée à 96 % de dioxyde de carbone.

**Slide 4 –
Introduction au CO₂**

Sachant cela, examinons le dioxyde de carbone. Le dioxyde de carbone est une molécule à double liaison covalente composée de 2 atomes d'oxygène liés à 1 atome de carbone, ce qui nous donne 4 électrons liés au total. Le dioxyde de carbone se trouve généralement sous forme de gaz ici sur Terre, mais à -80°C, il gèle pour former un composé solide communément appelé glace carbonique. On peut trouver du dioxyde de carbone solide aux pôles de Mars, où la température peut descendre à -120°C. Ces régions, connues sous le nom de pergélisol ou permafrost, contiennent également des molécules d'eau (mais nous y reviendrons un peu plus tard).

Le dioxyde de carbone possède quelques propriétés intéressantes : par exemple, il ne forme une phase liquide que sous haute pression. Sans cette pression, il passe de l'état solide à l'état gazeux dans un processus connu sous le nom de sublimation.

**Slide 5 – Vidéo sur
la sublimation de la
glace carbonique**

Voici une vidéo montrant ce processus en action :
<https://youtu.be/JZM0soeTp5o>

Contexte de la vidéo : La sublimation est le passage d'une substance directement de l'état solide à l'état gazeux, sans passer par l'état liquide. La sublimation est un processus endothermique (qui absorbe l'énergie ou chaleur de son environnement) qui se produit à des températures et des pressions inférieures au point triple d'une substance dans son diagramme de phases, qui correspond à la pression la plus basse à laquelle la substance peut exister à l'état liquide. Le processus inverse de la sublimation est la déposition ou la condensation solide, dans lequel une substance passe directement de la phase gazeuse à la phase solide. La sublimation a également été utilisée comme terme générique pour décrire une transition du solide au gaz (sublimation) suivie d'une transition du gaz au solide (déposition). Une transition de liquide à gaz est décrite comme une évaporation si elle se produit en dessous du point d'ébullition du liquide, et comme une ébullition si elle se produit au point d'ébullition. Cependant, il n'y a pas de telle distinction dans la transition solide-gaz, qui est toujours décrite comme une sublimation.

Slide 6 – Un lac subglaciaire sur Mars

Bien que la température aux pôles de Mars soit facilement assez basse pour le dépôt de glace carbonique, certains théorisent qu'il pourrait y avoir des lacs d'eau sous la glace. Cette possibilité a été débattue au cours des 30 dernières années, puis entre le 29 mai 2012 et le 27 décembre 2015. Une mission de l'Agence spatiale européenne (ESA) (l'instrument MARSIS sur Mars Express) a étudié une zone de 200 km de large du Planum Australe sur le pôle Sud martien. Pour ce faire, elle a utilisé une technique similaire à celle du sonar pour recueillir les informations sur la composition du pergélisol. Une zone étudiée présentait des anomalies. Voici une image des données recueillies par cette étude.

Slide 7 – Revue de diagrammes

Discutez dans vos groupes si vous pensez que ces preuves sont suffisantes pour justifier l'existence d'un lac d'eau liquide. Comment cela pourrait-il exister dans un climat aussi froid ?

(Laissez du temps pour la discussion)

(Prenez les réponses)

Slide 8 – Les sels et la température de fusion de l'eau

L'existence ou non d'un lac sous-glaciaire fait toujours l'objet d'un débat. Cependant, une explication proposée pour expliquer son existence est la forte salinité de la surface martienne, et donc de l'eau. Le chlorure de sodium, ou sel de table, a souvent été utilisé pour dégager la glace - pensez à l'utilisation du sel de déneigement sur les routes en hiver.

Slide 9 – Vidéo sur les sels et la température de fusion

Voici une vidéo d'une expérience comparant la congélation de l'eau et de l'eau salée au moyen de glace carbonique :

<https://youtu.be/4thXp3lqGy4>

Contexte de la vidéo : Le sel (NaCl) se dissout dans l'eau en ses ions, Na⁺ et Cl⁻. Les ions diffusent dans l'eau et empêchent les molécules d'eau de se rapprocher suffisamment et de s'orienter correctement pour s'organiser sous forme solide (glace). La glace absorbe l'énergie de son environnement pour subir la transition de phase du solide au liquide. L'eau pure pourrait ainsi regeler, mais le sel présent dans l'eau l'empêche de se transformer en glace. Cependant, l'eau devient plus froide qu'elle ne l'était. La température peut descendre en dessous du point de congélation de l'eau pure.

L'ajout de toute impureté à un liquide abaisse son point de fusion, ou point de congélation. La nature du composé n'a pas d'importance, mais le nombre de particules en lesquelles il se brise dans le liquide est important. Plus le nombre de particules produites est élevé, plus la baisse du point de congélation est importante. Ainsi, la dissolution du sucre dans l'eau abaisse également le point de congélation de l'eau. Le

sucre se dissout simplement en molécules de sucre individuelles, son effet sur le point de congélation est donc moindre que celui que vous obtiendriez en ajoutant une quantité égale de sel, qui se brise en deux particules. Les sels qui se divisent en plus de particules, comme le chlorure de magnésium ($MgCl_2$), ont un effet encore plus important sur le point de congélation. Le chlorure de magnésium se dissout en trois ions : un cation magnésium et deux anions chlorure.

Slide 10 – Discutez de ce qu'il s'est passé. Pourquoi ?

Qu'avez-vous observé dans cette vidéo ? Discutez dans vos groupes et faites des commentaires.

(Laissez du temps pour la discussion)

(Prenez les réponses)

Slide 11 – Le site de Kangerlussuaq

L'une des façons dont les chercheurs espèrent obtenir plus d'informations sur cette possibilité est d'explorer des analogues ici sur Terre. L'un des meilleurs analogues aux pôles martiens est une région nommée [Kangerlussuaq](#) au Groenland. Le Groenland est la plus grande île du monde et plus des trois quarts de sa surface sont couverts par la seule calotte glaciaire permanente en dehors de l'Antarctique. Il s'agit donc de l'un des rares environnements cryogéniques véritablement extrêmes sur Terre, tout en étant relativement accessible.

Slide 12 – La vie peut-elle exister dans le lac de Kangerlussuaq ou dans un lac souterrain de Mars ?

Pensez-vous que la vie pourrait exister au Kangerlussuaq ou dans les éventuels lacs souterrains de Mars ? Discutez-en dans vos groupes.

(Laissez du temps pour la discussion)

(Prenez les réponses)

Slide 13 - Bilan

À partir de cette leçon, vous devriez être en mesure de répondre aux questions suivantes :

- Quel effet le sel a-t-il sur le point de congélation de l'eau ?
- Qu'est-ce que la glace carbonique ? Qu'est-ce que le permafrost ?
- Comment la chimie sur Mars affecte-t-elle l'habitabilité ?