SUPERCAM
EXPLORATION MARTIENNE

ACTIVITÉ 6

COULEUR DE MARS ET OXYDE DE FER

https://www.dailymotion.com/video/xbcal6

CHIMIE
Seconde-Première-Terminale

OBJECTIFS

- Découvrir le « cycle du fer »
- Comprendre pourquoi la couleur caractéristique de Mars est rouge
- Comprendre quelles informations sur le passé de Mars peut-on déduire de l'étude chimique de la planète

COMPÉTENCES ACQUISES

- Mener quelques expériences simples en respectant les consignes de sécurité
- Écrire des équations bilans simples
- Formuler une hypothèse et une déduction à partir de résultats d'expériences

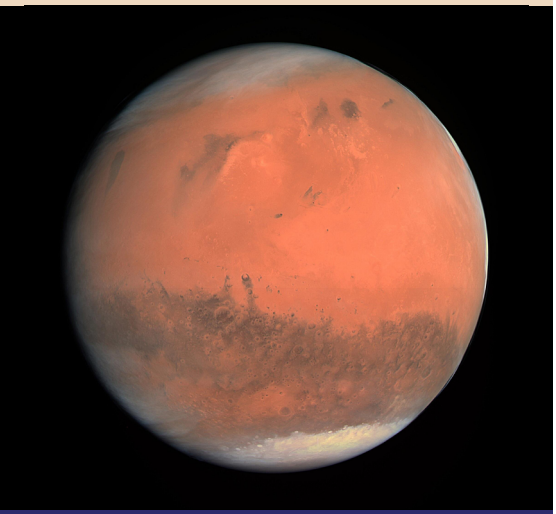


Figure 2 : Mars. *Source : ESA & MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/RSSD/INTA/UPM/DASP/IDA, CC BY-SA*

Figure 1 : Poussière martienne. *Source : Wikipédia/Benjah-bmm27*

Comme vous le voyez sur cette photo, la planète **MARS** se distingue notamment par sa couleur caractéristique : si elle est surnommée « **LA PLANÈTE ROUGE** », car, lorsqu'on l'observe à l'œil nu, au télescope ou sur des images prises par des engins spatiaux, elle apparaît de cette couleur.

Cette couleur rouge n'est en réalité due qu'à une couche superficielle, sèche, d'oxyde de fer qui s'est formée sur le sol martien : si on la retire, on obtient une roche « normale » (c'est-à-dire : pas rouge !).

Les scientifiques s'intéressent à cette couche de poussière de fer pour deux raisons

- d'une part, pour identifier la nature chimique des composés présents à la surface de **MARS**, et de fait en comprendre la couleur
- d'autre part, cette composition chimique et l'histoire de sa formation pourraient nous donner de précieux indices quant au passé de **MARS** et à ce qui se trouvait à sa surface.

À travers cette activité, nous allons réaliser des expériences qui nous permettront d'identifier quel composé chimique donne cette couleur à **MARS**. Nous verrons ensuite quelles informations pourraient être apportées sur le passé de **MARS**.

Couleur de mars et oxyde de fer

LISTE DU MATÉRIEL :

- 4 tubes à essais
- Filtres
- Bec électrique chauffant
- Pipette de 1mL
- Spatule
- Limaille de fer
- Acide chlorhydrique à 1 mol/L (il s'agit d'une solution de chlorure d'hydrogène)
- Solution d'hydroxyde de sodium (soude) à 1 mol/L
- Eau oxygénée

FICHE DE SÉCURITÉ DES COMPOSÉS MANIPULÉS :

À l'aide de ces pictogrammes, proposez une liste des équipements de protection individuelle à utiliser pour manipuler ces composés chimiques.

Questions théoriques préliminaires

Donnez la formule chimique de l'acide chlorhydrique et de l'hydroxyde de sodium.

Réaction 1 : La limaille de fer est du fer sous forme solide : ***Fe***. On envisage la réaction entre l'acide chlorhydrique et la limaille de fer.

- Sachant que les ions Cl^- sont spectateurs lors de cette réaction, écrivez l'équation de la réaction.

Réaction 2 : On ajoute de la soude (hydroxyde de sodium)aux produits que l'on a obtenu avec la réaction 1.

- Dans cette réaction interviennent les couples Fe^{2+}/Fe et H^+/H_2
- De la même façon que précédemment, écrivez l'équation de la réaction qui se produit, sachant qu'il se forme de l'hydroxyde de fer II : $Fe(OH)_2$.

Réaction 3 : On ajoute de l'eau oxygénée, qui un atome d'oxygène en plus que l'eau , aux produits obtenus avec la réaction 2.

- Donnez la formule chimique de l'eau oxygénée.

Entre l'eau oxygénée et les produits de la réaction 2, il se produit ce que l'on appelle une réaction d'oxydoréduction.

- Dans cette réaction interviennent les couples $Fe(OH)_3/Fe(OH)_2$ et H_2O_2/H_2O
- **Pour les élèves qui l'ont vu en cours :** écrivez l'équation de la réaction 3 en détaillant la méthode habituelle (demi-équations, multiplier pour « faire disparaître » les électrons, etc.)
- **Pour les élèves qui ne l'ont pas vu en cours :** la réaction qui se produit est alors :

$$2Fe(OH)_2 + H_2O_2 = 2Fe(OH_3)$$

Spontanément, ce produit $Fe(OH)_3$ se transforme en oxyde de fer hydraté :

$$2Fe(OH)_3 = Fe_2O_3 , 3H_2O$$

Réaction 4 : On veut récupérer uniquement le Fe_2O_3. Le but est donc d'éliminer H_2O du milieu réactionnel. Comment faire ?

- Réalisez les expériences et relever des observations quant à la couleur des produits obtenus.

Acide chlorhydrique
$(H^+ ; Cl^-)$

DANGER

H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
H335 : Peut irriter les voies respiratoires

HYDROXYDE DE SODIUM

Danger

H314 - Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux

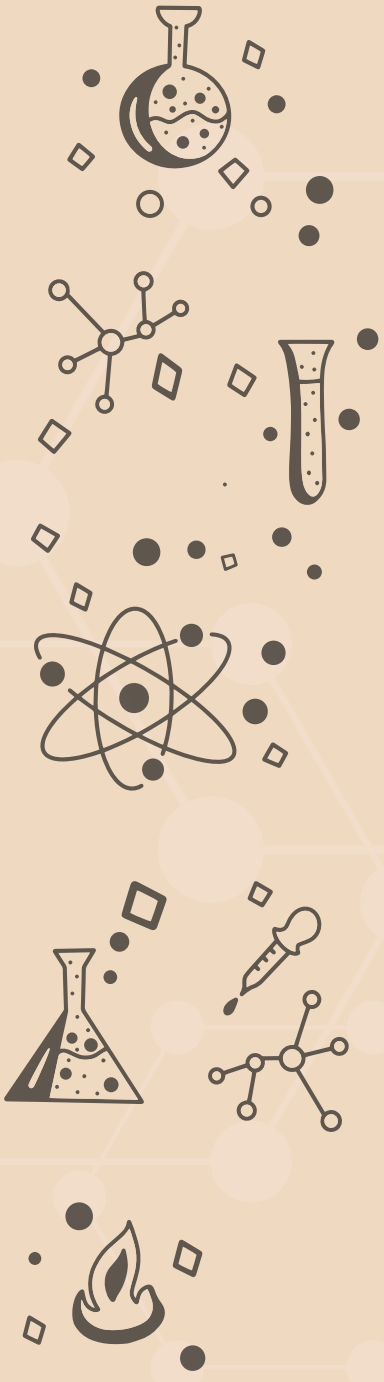
Nota : Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.

215-185-5

Figure 3 : Informations pour la manipulation des composés. *Source : inrs.fr*

Couleur de mars et oxyde de fer

▶ **MAINTENANT, ON VA METTRE TOUT ÇA EN PRATIQUE ET RELEVER DES OBSERVATIONS QUANT À LA COULEUR DES PRODUITS OBTENUS**



Expérimentation

Réaction 1 :

- À l'aide de la spatule, prélever un peu de limaille de fer et la placer dans un tube à essai.
- À l'aide de la pipette, prélever 1mL d'acide chlorhydrique et le placer dans le même tube à essai.

▶ Attendre que la réaction se produise, puis noter la couleur et la formule chimique de la solution obtenue. Indiquer l'espèce chimique responsable de cette couleur.

Réaction 2 :

- Transvaser les produits précédents dans un nouveau tube.
- À l'aide de la pipette, prélever 1mL de soude et le placer dans ce nouveau tube.

▶ Attendre que la réaction se produise, puis noter la couleur et la formule chimique de la solution obtenue.

Réaction 3 :

- Filtrer les produits précédents et transvaser le filtrat dans un nouveau tube.
- Ajouter un peu d'eau oxygénée dans ce nouveau tube.

▶ Attendre que la réaction se produise, puis noter la formule chimique et la couleur du produit obtenu.

Réaction 4 :

- Placer un peu du produit obtenu dans un nouveau tube.
- À l'aide du bec électrique, chauffer le contenu de ce nouveau tube.

▶ Attendre que la réaction se produise, puis noter la formule chimique et la couleur du produit obtenu.

Réaction 5 :

- Il existe une 5ème réaction pour « boucler la boucle », mais elle est dangereuse : elle consiste à réaliser l'aluminothermie du Fe_2O_3, c'est-à-dire à reformer du fer Fe grâce à une réaction faisant intervenir de l'aluminium et une très haute température (plus de 2800 °C).

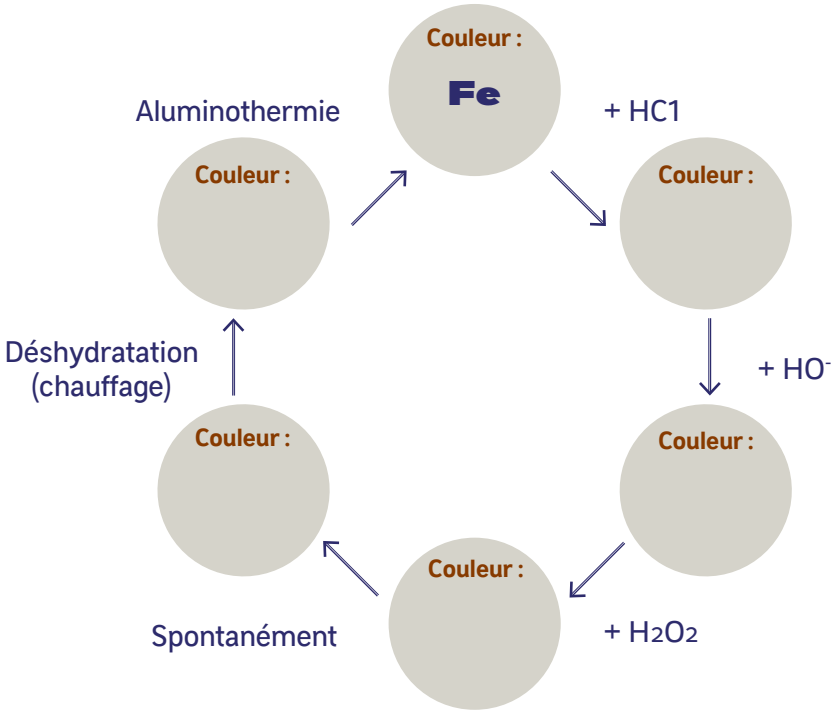
▶ Regarder cette vidéo, dans laquelle on réalise cette manipulation :

https://youtu.be/sWR5aiej6-Q

Couleur de mars et oxyde de fer

▶ **VOUS POUVEZ DONC MAINTENANT AVOIR UNE VUE D'ENSEMBLE DES TRANSFORMATIONS QUI SE SONT PRODUITES, EN COMPLÉTANT LE SCHÉMA SUIVANT :**

Figure 4 : Sol Martien. *Source : http://www.ac-grenoble.fr/loubet.valence/userfiles/file/Disciplines/Sciences/SPC/2d/etude_documentaire/sol_martien.pdf*



Interprétations

1. En comparaison avec cette image du sol martien, quel est donc la formule chimique du composé de fer responsable de la couleur de **MARS** ?
2. Vous avez vu, grâce aux expériences et au schéma de cycle de cette page, le processus de formation de l'oxyde de fer III Fe_2O_3.
   - ▶ De quoi d'autre a-t-on besoin pour former cet oxyde ?
   - ▶ Qu'en déduire sur les éléments chimiques qui auraient pu se trouver sur **MARS** dans le passé, et de fait participer à la formation de l'oxyde de fer qui lui donne sa couleur ?

Bilan

A travers ces manipulations, on a donc pu découvrir le « *cycle du fer* », qui est représenté par le schéma. En observant les couleurs des produits obtenus à chaque fois, on a donc pu remonter à la composition de la poussière de fer qui donne sa couleur à **MARS** : il s'agit de l'oxyde de fer III, Fe_2O_3.

De plus, en remarquant que, pour former de la rouille, il faut aussi de l'eau et du dioxygène, on a donc pu émettre l'hypothèse suivante : « Dans le passé, de l'eau liquide et du dioxygène se trouvaient sur **MARS** ». Essayer de valider ou d'infirmer cette hypothèse est une des raisons clefs de l'exploration martienne ! Ainsi, si de l'eau a effectivement existé sur **MARS** dans le passé, il existerait une probabilité pour que la vie y ait également vu le jour : sans doute pas comme nous la connaissons actuellement sur Terre avec les animaux ou les humains, mais plutôt sous forme de bactéries ou d'organismes unicellulaires. En tout cas, étudier les causes et les conséquences d'une telle possibilité intéressent grandement les scientifiques dans leur poursuite d'explications sur le mystère de la vie, de son apparition, et de son extinction.

De fait, **MARS** peut être vue comme une « Terre dans le passé », et y mener des recherches pourrait nous aider à élucider le mystère de son évolution.

Source principale : *http://siohanphy.free.fr/IMG/pdf/TPC7_Fer_sur_Mars.pdf* (consulté le 03/02/21)

Couleur de mars et oxyde de fer

Pour aller plus loin...

Explication de la couleur de Mars par Francis Rocard, le responsable des programmes du Système solaire au CNES
Vidéo de 1min20 sur la chaîne Dailymotion du CNES
https://www.dailymotion.com/video/xbcal6

Bonne explication vulgarisée sur « pourquoi Mars est-elle rouge? »
Réponse sur pourquois.com, consulté le 05/02/21
https://www.pourquois.com/astronomie/pourquoi-mars-est-appelee-planete-rouge-.html

---

Page d'informations et calendrier pour observer Mars, au télescope ou à l'œil nu (permet d'observer soi-même sa couleur)
Article sur le très bon site Stelvision.com, consulé le 05/02/21
https://www.stelvision.com/astro/observer-mars/

Explication rapide des équations d'oxydoréduction
Vidéo de 3min sur la chaîne youtube de e-profs Physique-Chimie
https://youtu.be/nGpgJsyU2j0

Page Wikipédia de l'aluminothermie‡
Article Wikipédia sur l'aluminothermie
https://fr.wikipedia.org/wiki/Aluminothermie#:~:text=L'aluminothermie%20est%20un%20proc%C3%A9d%C3%A9,de%202%20800%20%C2%B0C%20

Page Wikipédia du fer
Article Wikipédia sur le fer
https://fr.wikipedia.org/wiki/FerÂÂ

Couleur de mars et oxyde de fer

Quizz
de fin d'activité

➔ **Il peut y avoir plusieurs réponses par question**

1) Quelle est la couleur de Mars ?
A) Jaune B) Bleu C) Rouge D) Vert

2) À quoi est dû cette couleur ?
A) À de la poussière qui s'est déposée ou formée à sa surface
B) À l'atmosphère martienne qui modifie la couleur du sol
C) Aux roches de Mars qui sont de cette couleur depuis la création de la planète
D) On ne sait pas

3) Quelle précaution doit-on prendre lorsque l'on manipule de l'acide chlorhydrique ?
A) Aucune, c'est sans danger
B) Porter des gants
C) Porter un chapeau
D) Porter des lunettes de protection

4) Sous combien de forme différentes le fer se présente-t-il dans le cycle d'expériences réalisées ?
A) 5 B) 4 C) 8 D) 6

5) Quelle est la couleur de l'oxyde de fer (III) ?
A) Vert/Jaune B) Bleu C) Transparent D) Rouge

6) Après réaction avec de l'eau oxygénée, qu'a-t-on obtenu ?
A) Du $Fe(OH)_2$
B) Du Fe^{2+}
C) Du $Fe(OH)_3$ qui se transforme spontanément en Fe_2O_3, H_2O
D) Du Fe_2O_3

7) Quelle est la formule de l'oxyde de fer (III) ?
A) $Fe(OH)_2$ B) Fe_2O_3 C) Fe_3O_4, H_2O D) Fe^{2+}

8) De fait, est-ce cette espèce qui donne sa couleur à Mars ?
A) Oui B) Non

9) Pour créer de l'oxyde de fer (III), il faut de l'eau et du dioxygène :
A) Vrai B) Faux

10) Donc dans le passé, que s'est-il peut-être trouvé à la surface de Mars ?
A) Des extraterrestres
B) De l'eau liquide
C) Du cyclohexane solide
D) Du dioxygène

Couleur de mars et oxyde de fer

Synthèse

OBJECTIFS

- Découvrir le « cycle du fer »
- Comprendre pourquoi la couleur caractéristique de Mars est rouge
- Comprendre quelles informations sur le passé de Mars peut-on déduire de l'étude chimique de la planète

COMPÉTENCES ACQUISES

- Mener quelques expériences simples en respectant les consignes de sécurité
- Écrire des équations bilans simples
- Formuler une hypothèse et une déduction à partir de résultats d'expériences

Au cours de cette activité, nous avons pu :

- Réaliser des expérimentations chimiques simples
- Rappeler les précautions à prendre lors d'utilisation de produits toxiques ou corrosifs
- Découvrir le « cycle du fer » : suite de transformations qu'on peut lui faire subir et qui aboutit à nouveau à du fer Fe(s)
- Écrire des équations bilans simples
- Comprendre comment le fer, présent à la surface de Mars sous forme de poussière, donne sa couleur à la planète
- Comprendre, en considérant les éléments nécessaires à une certaine transformation, pourquoi du dioxygène et de l'eau liquide auraient pu se trouver sur Mars dans le passé.

À travers ces manipulations, on a pu découvrir le « cycle du fer », qui est représenté par le schéma. En observant les couleurs des produits obtenus à chaque fois, on a pu remonter à la composition de la poussière de fer qui donne sa couleur à Mars : il s'agit de l'oxyde de fer III, Fe_2O_3.

De plus, en remarquant que, pour former de la rouille, il faut aussi de l'eau et du dioxygène, on a pu émettre l'hypothèse suivante : « Dans le passé, de l'eau liquide et du dioxygène se trouvaient sur Mars ». Essayer de valider ou d'infirmer cette hypothèse est une des raisons clefs de l'exploration martienne ! Mars peut être vue comme une « Terre dans le passé », et y mener des recherches pourrait donc grandement nous aider à comprendre l'apparition et la disparition de la vie…

Maquette et mise en page : Pôle multimédia CNES - 2021-216