

MISSION I :
LE MAGNETISME DE MARS

Peut-on utiliser les mêmes techniques sur Terre que sur Mars ?

Pour relever ce défi, les actions

Utiliser les documents mis à votre disposition pour comprendre ce qu'est le magnétisme, comment on le mesure, comment on le détecte et comment réussira-t-on à faire de même une fois sur Mars.

Vous devez être en mesure seul ou au sein de votre équipe de savoir extraire des informations, de savoir les utiliser pour réussir à produire ou reproduire une manipulation expérimentale.

Vous devez être en mesure, seul ou au sein d'une équipe de communiquer vos résultats d'expériences ou d'analyse.

A vous de jouer ! Il vous faudra réussir la production écrite d'un document relatant les différentes étapes de votre mission et la conclusion des différentes équipes face au défi à relever.

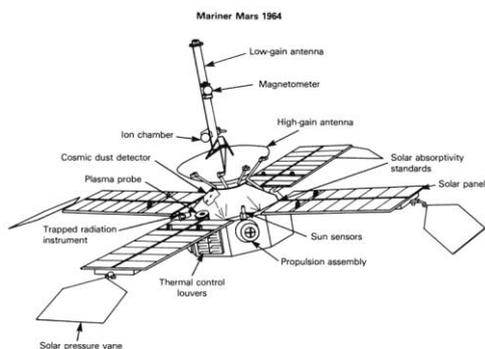
Chaque équipe de la mission présente ses résultats et les compétences qu'elle possède à présent.

Quelques documents

Document n°1 : le robot Sojourner : c'est le premier robot martien piloté sur Mars. Il possède 6 roues, mesure 65 x 48 x 30 cm et pèse 10,6 kg. Alimenté grâce à un panneau solaire, Sojourner se déplace à la vitesse d'1cm/s. Grâce à son spectromètre intégré, Sojourner peut irradier les roches qu'il rencontre en les bombardant de particules alpha, ce qui lui permet de détecter en retour plusieurs éléments chimiques constituant Mars et ses roches. Deux résultats d'importance sont découverts par Sojourner. Il existe des roches volcaniques et basaltiques sur Mars. Le premier indique que Mars a possédé des volcans et qu'il y a eu dans son passé des écoulements de lave. Le second, que ces roches se sont formées au contact de la présence d'eau. De l'eau ? Mais comment en être sûr ?

Panorama de Mars pris par la plateforme Pathfinder qui accueille le rover Sojourner

Document n°2 : Mariner 4 En 1962, le Jet Propulsion Laboratory est chargé d'élaborer un lanceur et une sonde à destination de Mars. Ce sera la première sonde spatiale américaine chargée de ce défi. La sonde pèse 260 kg et après son arrivée doit prendre des photos de la surface de la planète rouge. Elle emporte également un magnétomètre pour mesurer le champ magnétique martien. Après deux ans de préparation, les sondes Mariner 3 et Mariner 4 s'élancent vers Mars portées par des fusées à double moteur Atlas de 130 tonnes chacune et accusant 1700 kN de poussée. Si Mariner 3 se perd lors de l'éjection ratée depuis la coiffe de la fusée, Mariner 4 réussit quant à elle sa mission et permet en 1965 de prendre les premières photos « saisissantes » du sol martien.



A gauche la sonde Mariner 4. Au centre, les clichés pris lors des passages au-dessus de Mars. A droite la première photo de Mars.

ANALYSER les documents 1 et 2 :

1. Quelle mission spatiale américaine a survolé Mars ?
2. Avec quel appareil mesure-t-on un champ magnétique ?
3. Quel robot martien s'est, le premier, posé sur Mars ?
4. Quelle était sa vitesse maximale en mouvement ?
5. Combien de types de roche différents a-t-il mis en évidence ?
6. Quelles sont les deux informations capitales qu'il a alors rapportées ?

COMMUNIQUER :

Chaque groupe choisit un rapporteur pour répondre à une question devant la classe
Chaque élève dans chaque groupe rédige la réponse d'au moins une question.

VALIDER :

Mars possède un champ magnétique qu'il faut étudier en comparaison avec celui de la Terre.
Des expériences sur le magnétisme doivent être effectuées pour en comprendre l'action.

Document n°3 : électricité et magnétisme

Thalès, le savant philosophe qui découvrit le théorème qui portait son nom, s'intéressa à un étrange phénomène : en frottant une pierre d'origine mystérieuse, l'ambre, et en l'approchant ensuite de petits morceaux de papier, il réussit à montrer que l'ambre pouvait attirer ou repousser le papier ou la poussière. De son côté, Lucrèce, grand encyclopédiste de l'Antiquité (on disait à l'époque naturaliste), relatait les propriétés d'une pierre particulière trouvée dans une région de Grèce appelée Magnésie, capable d'attirer le fer et de l'aimanter.

Thalès et l'Ambre Jaune. C'est cette pierre nommée « elektron » qui peut électriser de petits corps. C'est son nom grec qui donnera plus tard les mots « électrique et électricité ». Lucrèce qui décrit une pierre de Magnésie, encore appelée pierre d'aimant ou magnétite contient quant à elle des particules d'oxyde de fer qui en font un aimant permanent...

REALISER une expérience d'électrisation (travail de groupe)

Protocole : Pour réaliser une électrisation, il faut utiliser une baguette de verre, de plastique ou d'ébonite que l'on frotte contre un tissu (laine, synthétique, peau de chamois) avant de l'approcher de petits bouts de papier ou d'une boule d'aluminium suspendue à un fil. La baguette doit attirer ou repousser l'objet électrisé.

Manipulation : le groupe cherche le matériel, le protocole et l'expérience à réaliser pour montrer ce qu'est l'électrisation d'un corps. Il la répète puis désigne un rapporteur qui présente l'expérience.

Document n° 4 : les travaux d'Ampère et d'Oersted vont permettre de commencer à comprendre ce que sont les phénomènes magnétiques mais il faudra deux savants et amis anglais, Michaël Faraday et James Clerk Maxwell pour donner au magnétisme une représentation claire et des équations mathématiques pour justifier son existence. Maxwell et Faraday développent notamment le concept de ligne de champ ou de ligne de force qui permettent de visualiser l'influence du champ magnétique sur les objets qui les entoure.

Visualisation de lignes de champ. Soumis à l'influence d'un champ magnétique, les particules de fer s'organisent dans l'espace.

OBSERVER une expérience pour la reproduire

Observer les images du document 4. Le but est d'obtenir ce que l'on observe dans l'image 1 du document 4, en utilisant les informations fournies par les autres images.

1. Quelle est donc la poudre à utiliser avec l'aimant droit ?
2. Pourquoi ne pas mettre directement la poudre en contact avec l'aimant ?
3. Si l'on met la poudre dans une boîte de Petri (image 1), où se place l'aimant ?
4. Rédiger la liste de matériel, faire l'expérience, dessiner le résultat

ANALYSER les résultats obtenus

Il est possible d'identifier un corps magnétique

Il est possible de cartographier son champ

Mais comment le mesure-t-on ? A-t-il une direction ? un sens ? une valeur numérique ?

Quel rapport entre un aimant et une planète ?

Document n°5 : le magnétomètre « Pendant les années 1830, Carl Friedrich Gauss, alors directeur de l'Observatoire Géomagnétique de Göttingen, s'intéresse aux propriétés du champ magnétique terrestre. En 1833, il publia un article dans lequel il décrit un tout nouvel instrument constitué d'une barre métallique aimantée attachée à des fils d'or permettant, grâce à ses oscillations, de mesurer le champ magnétique terrestre. Il invente donc le premier magnétomètre. Le Gauss, unité de mesure du champ magnétique dans le système cgs, a ainsi été nommé en son honneur. Dans les années 1900, le physicien Nikola Tesla fait quelques améliorations sur le magnétomètre de Gauss afin de pouvoir déplacer le magnétomètre selon un mouvement circulaire. Les innovations de Tesla, y compris son magnétomètre, ont été amenées avec lui aux États-Unis, où il a collaboré, vendu et partagé beaucoup de ses idées avec l'industriel George Westinghouse. » Extrait Wikipedia, le magnétomètre.

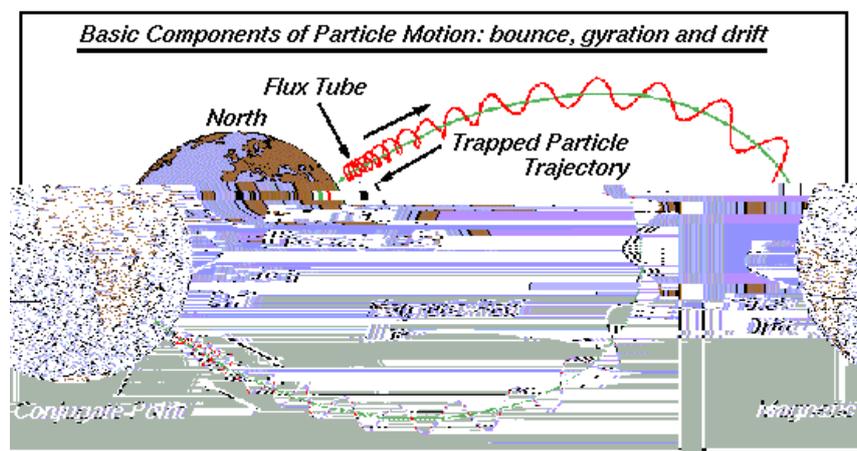
RECHERCHE : le magnétomètre s'inspire du principe de fonctionnement de la boussole. Après avoir fait une recherche sur le sujet expliquer par des schémas et des phrases le fonctionnement de la boussole face au champ magnétique terrestre et face à un aimant droit.

Document n°6 : les planètes telluriques

Andrija Mohorovicic, météorologue et sismologue, découvrit les irrégularités de la croûte terrestre qui portent aujourd'hui son nom : le Moho. Toutes les planètes telluriques du système solaire, la Terre, Mars, Venus ou encore Mercure ont une structure proche mais pas totalement identiques. Au centre de la Terre, une température avoisinant les 4 000 °C et un noyau. Liquide à l'extérieur, il contient du fer (80 %), du nickel (5 %) et un autre élément dont on ignore la nature exacte. D'une densité proche de 10, c'est ce noyau en fusion qui est en partie responsable de la création du champ magnétique terrestre. Au centre ultime de la terre, une graine composée de métaux solidifiés à cause de la pression énorme qui y règne malgré une température de 6 000°C (environ la température à la surface du soleil).

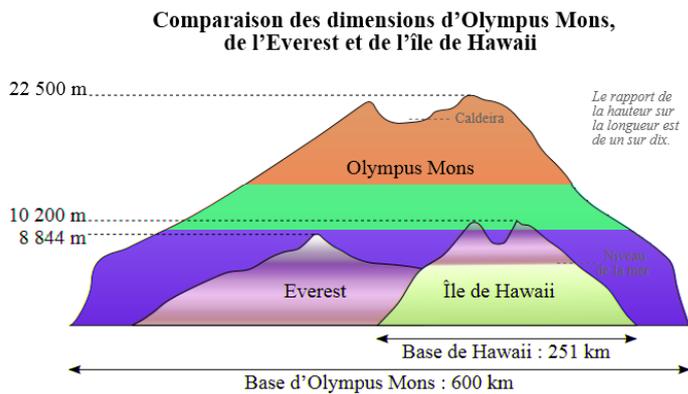
Si Mars possède encore un champ magnétique, il peut être dû à la présence d'un noyau solide et/ou liquide. Mais comment le savoir...?

Document n°7 : à quoi sert le magnétisme terrestre ?



James Van Allen travailla sur diverses missions satellitaires américaines et fut également l'homme qui découvrit la ceinture magnétique quienserre la Terre et la protège des rayons cosmiques, la ceinture de Van Allen. Grâce à sa structure à noyau liquide, la Terre produit un champ magnétique capable de piéger les protons, les électrons et les neutrons venus de l'espace. Ces particules, concentrées près des pôles y engendrent notamment des phénomènes spectaculaires comme les aurores australes et boréales. Sans la ceinture de van Allen et le magnétisme terrestre, les radiations venus de l'espace aurait probablement empêché le développement des formes de vies primitives sur Terre il y a plus de 800 millions d'années...

Document n° 8 : le noyau de Mars



La structure interne de Mars : une écorce de 50 km et en-dessous, un manteau d'environ 1860 km avant d'atteindre un noyau de 1480 km de rayon, supposé entièrement liquide. Grâce à ce noyau, Mars a pu assurer une activité volcanique durant son passé, activité qui a été à l'origine de la création de son atmosphère. Mars possède d'ailleurs le volcan le plus grand du système solaire et pour l'instant connu : l'Olympus Mons ou Mont Olympe. Haut de 22 000 mètres, le mont Olympe s'étend sur une superficie à peu près équivalente à la France. Si le volcanisme martien n'est plus aussi actif que durant la jeunesse de la planète, son noyau assure encore un rôle magnétique. Suite aux mesures de Sojourner, il devint par la suite évident d'envoyer d'autres robots explorer l'atmosphère et le sol de Mars.

Document n° 9 : histoire des sondes martiennes

En 1957, les Soviétiques démontrèrent qu'il était possible d'envoyer un satellite artificiel dans l'espace et de le mettre en orbite autour de la Terre. Trois ans plus tard se déploie un programme de lancements de sonde à direction de Mars. Mais toutes les sondes russes de 1962 à 1964 échoueront dans leurs tentatives. Il faudra attendre 1964 et le tir de Mariner 4 (après l'échec de Mariner 3) pour que les Américains soient les premiers explorateurs de la planète Rouge.

Mariner 4 et Mariner 9	Pioneer 10	Viking 1 et 2
1965 et 1971	1972	1976
Survol de Mars et mise en orbite	Survol de Mars (orbiteur)	Survol et atterrissage sur Mars

Avec Mariner 9, les Américains réussissent non seulement un nouveau tir vers Mars mais aussi la satellisation de leur sonde en orbite autour de la planète, exploit qui sera réussi également par les sondes russes Mars 2 et Mars 3. Avec les sondes Viking, les Américains réussissent un exploit de plus puisque cette fois, la sonde se compose d'un module de mise en orbite et d'un module prêt à se poser sur le sol de Mars ! Viking pourra non seulement envoyer des photos de la surface de Mars depuis son atmosphère mais aussi depuis le sol. La suite de l'aventure de l'exploration de Mars se poursuit 20 ans plus tard...

CONCLUSION et FIN de MISSION

CONCLUSION et FIN de MISSION

Vous savez à présent :

- ce qu'est le magnétisme,
- comment fonctionne une boussole,
- comment naît le magnétisme terrestre et martien,
- comment on le mesure,
- comment on le met en évidence

Vous savez réaliser :

- une expérience d'électrisation
- une expérience d'aimantation
- faire se tracer des lignes de champ

Vous développez vos compétences :

- dans l'analyse d'un document pour en extraire une information
- dans l'observation d'un phénomène pour le reproduire
- dans la réalisation d'une expérience
- à savoir valider ou non un résultat
- dans le travail en équipe ou de manière autonome
- à savoir restituer vos connaissances

Savoir étudier le magnétisme

Décodage de la mission

Faire travailler les élèves en groupe ou de manière individuelle sur les différentes actions de la mission. Leur demander de savoir rédiger, dessiner, exposer leur résultats par équipe ou en solo. Etre en mesure de pouvoir les évaluer par compétence.

Le professeur choisit de faire travailler tous les élèves sur toutes les parties de la mission ou de répartir les élèves en groupe, chaque groupe travaillant sur une partie de la mission.

La durée de la mission est laissée au choix du professeur de 1 à 3 séances, surtout si l'on insiste sur une phase sérieuse de production.

Ce sont des manipulations classiques d'électrisation, d'aimantation et de fabrication de lignes de h ét! a de ssir

Matériel pour la réalisation de la mission I

TP n° 1 électrisation

Baguettes : verre, plastique, ébonite

Tissus : synthétique, laine, chamois

Potence + fil + boule d'aluminium

TP n° 2 aimantation

Aimant droit

Boussole

Aiguille aimantée + support

TP n° 3 : spectre magnétique

Aimant droit

Boite de Pétri

Poudre de fer

Fiche Questions aux élèves

ANALYSER les documents 1 et 2 :

7. Quelle mission spatiale américaine a survolé Mars ?
8. Avec quel appareil mesure-t-on un champ magnétique ?
9. Quel robot martien s'est, le premier, posé sur Mars ?
10. Quelle était sa vitesse maximale en mouvement ?
11. Combien de types de roche différents a-t-il mis en évidence ?
12. Quelles sont les deux informations capitales qu'il a alors rapportées ?

COMMUNIQUER :

Chaque groupe choisit un rapporteur pour répondre à une question devant la classe
Chaque élève dans chaque groupe rédige la réponse d'au moins une question.

VALIDER :

Mars possède un champ magnétique qu'il faut étudier en comparaison avec celui de la Terre.
Des expériences sur le magnétisme doivent être effectuées pour en comprendre l'action.

REALISER une expérience d'électrisation (travail de groupe)

Protocole : Pour réaliser une électrisation, il faut utiliser une baguette de verre, de plastique ou d'ébonite que l'on frotte contre un tissu (laine, synthétique, peau de chamois) avant de l'approcher de petits bouts de papier ou d'une boule d'aluminium suspendue à un fil. La baguette doit attirer ou repousser l'objet électrisé.

Manipulation : le groupe cherche le matériel, le protocole et l'expérience à réaliser pour montrer ce qu'est l'électrisation d'un corps. Il la répète puis désigne un rapporteur qui présente l'expérience.

OBSERVER une expérience pour la reproduire

Observer les images du document 4. Le but est d'obtenir ce que l'on observe dans l'image 1 du document 4, en utilisant les informations fournies par les autres images.

5. Quelle est donc la poudre à utiliser avec l'aimant droit ?
6. Pourquoi ne pas mettre directement la poudre en contact avec l'aimant ?
7. Si l'on met la poudre dans une boîte de Petri (image 1), où se place l'aimant ?
8. Rédiger la liste de matériel, faire l'expérience, dessiner le résultat

ANALYSER les résultats obtenus

Il est possible d'identifier un corps magnétique

Il est possible de cartographier son champ

Mais comment le mesure-t-on ? A-t-il une direction ? un sens ? une valeur numérique ?

Quel rapport entre un aimant et une planète ?

Grille d'évaluation par élève

Questions	Compétence	évaluation	commentaires
Analyser les documents 1 et 2	ANA		
Communiquer	COM		
Réaliser une expérience d'électrisation	REA		
Réaliser un spectre magnétique	REA		
Savoir ce qu'est un magnétomètre	RCO		
Faire un schéma annoté d'expérience	REA		
Communiquer et conclure	COM		
Travailler en autonomie	AUT		

MISSION II :
LA LUMIERE SUR MARS

Peut-on utiliser les mêmes techniques sur Terre que sur Mars ?

Pour relever ce défi, les actions

- Utiliser les documents mis à votre disposition pour comprendre les propriétés de la lumière et comment elle pourra nous renseigner sur la nature de l'atmosphère de Mars.

- Vous devez être en mesure seul ou au sein de votre équipe de savoir extraire des informations, de savoir les utiliser pour réussir à produire ou reproduire une manipulation expérimentale.

- Vous devez être en mesure, seul ou au sein d'une équipe de communiquer vos résultats d'expériences ou d'analyse.

- A vous de jouer ! Il vous faudra réussir la production écrite d'un document relatant les différentes étapes de votre mission et la conclusion des différentes équipes face au défi à relever.

- Chaque équipe de la mission présente ses résultats et les compétences qu'elle possède à présent.

Quelques documents

Document n°1 : l'atterrisseur Phénix : Phénix se pose sur Mars en 2008 et sa mission n'est pas très différente de celle des autres engins envoyés sur Mars. Analyser « l'air » et le sol de Mars pour y détecter des traces de vie. Phénix pèse 350 kg pour une envergure de 1,5 mètre de diamètre. Ses appareillages sont alimentés à l'aide de batteries lithium-ion rechargées par deux panneaux solaires dont notamment le bras pour prélèvement capable de creuser sur 50 cm avec une force de 80 N ainsi qu'un analyseur de gaz et une station météo qui va fonctionner pendant 150 jours martiens, jusqu'à la venue de l'hiver. Les résultats d'analyse sont encourageants : il y a bien de l'eau sur Mars mais celle-ci n'est que rarement liquide. Phénix montre qu'avec les variations de température importante, l'eau peut se trouver à l'état solide avant de se sublimer dans l'atmosphère pour former des nuages de type cirrus. Des résultats similaires avaient été obtenus en observant les calottes glaciaires situées aux pôles où la question était de savoir si la glace observée n'était pas carbonique.

L'atterrisseur Phénix à la surface de Mars. A droite une photo du sol martien pris par le module avec à droite, son bras articulé pour le prélèvement d'échantillons.

Document n°2 : Mars Odyssey En 1998 – 1999, la NASA perd trois sondes d'exploration martienne : Mars 96, Mars Polar Lander et Mars Climate Orbiter, engins du programme Mars Surveyor 98. Les observations satellitaires avaient montré de l'activité dans l'atmosphère de Mars. Nuages de poussière, apparition et disparition de glace au niveau des calottes polaires. Les trois engins qui devaient faire la lumière sur la question ayant disparu, c'est en 2001 que la sonde Mars Odyssey doit réussir, après mise en orbite, là où ses prédécesseurs ont échoué. Initialement prévue pour fonctionner un peu plus de deux ans, Mars Odyssey fonctionnera jusqu'en 2012, assistant même les missions suivantes ! Mars Odyssey, grâce à ses instruments, indique la présence d'eau dans l'atmosphère et sur le sol de Mars. Mais pas de traces d'eau liquide. Cependant, il n'est pas impossible d'envisager qu'il y ait de l'eau sous la surface...

Rayon	3396 km
Températures	-133 à + 27 °C
Pression	636 Pa
Atmosphère	45 km (tropo)
CO ₂	95,4 %
N ₂	2,7 %
Ar	1,6 %
H ₂ O	0,03 %

A gauche la sonde Mars Odyssey. Au centre, une photographie montrant les calottes et la poussière à la surface de Mars. A droite, quelques caractéristiques de Mars. Pourquoi ne peut-il y avoir d'eau liquide à la surface de Mars ?

ANALYSER les documents 1 et 2 :

1. Après Sojourner, quelle sonde spatiale américaine s'est posée sur Mars ?
2. Quelle était la durée de vie de cet engin et son type d'alimentation ?
3. Quelle était la force de son bras articulé ? Quelle masse aurait-il soulevé sur Terre ?
4. Quels sont les deux états de la matière concernés par une sublimation ?
5. Sous quel état est le dioxyde de carbone dans la glace carbonique ?
6. Y-a-t-il de l'eau sur Mars ?

COMMUNIQUER :

- Chaque groupe choisit un rapporteur pour répondre à une question devant la classe
- Chaque élève dans chaque groupe rédige la réponse d'au moins une question.

VALIDER :

- Mars possède une atmosphère qu'il faut étudier en comparaison avec celle de la Terre
- Des expériences sur l'analyse chimique des gaz doivent être menées

Document n°3 : pression, dilatation et compressibilité d'un gaz

Les propriétés physiques d'un gaz sont mesurées en fonction de sa température (en degrés Celsius ou Kelvin) et en fonction de sa pression (en Pascal ou en bar). Plus la pression d'un gaz est élevée, plus celui-ci appuie sur l'objet avec lequel il est en contact. L'état gazeux est un état dispersé et non condensé. Le gaz qui occupe le maximum de place à disposition peut ainsi être dilaté (occuper un plus grand volume, ce qui fait baisser sa pression) ou comprimé (occuper un plus petit volume, ce qui fait augmenter sa pression).

Pour analyser la nature d'un gaz, il faut pouvoir le mettre en contact avec un réactif chimique spécifique qui sert à son identification. Le dioxyde de carbone s'identifie de la sorte avec de l'eau de chaux, une solution saturée en hydroxyde de calcium qui a été filtrée avant usage. Cette solution limpide se trouble (elle blanchit) au contact du CO₂ :



REALISER une expérience de caractérisation d'un gaz (travail de groupe)

Protocole : placer de l'eau de chaux fraîchement préparée au fond d'un tube à essais. Coiffer le tube d'un bouchon percé dans lequel peut passer une tige en verre creux. L'autre bout de la tige descend au-dessus de la surface de plusieurs millilitres d'eau déminéralisée dans lesquels un cachet effervescent va être dissous. Ce tube aussi, est bouché par un bouchon creux.

Manipulation : le groupe cherche le matériel, le protocole et l'expérience à réaliser pour montrer que ce cachet contient une source de CO₂. Il la répète puis désigne un rapporteur qui présente l'expérience.

Document n° 4 : lumière et atmosphère

La couleur du ciel sur Mars est plutôt rouge orangé alors qu’il est généralement bleu sur Terre. Cette différence ne provient pas de la lumière mais de la manière dont elle est diffusée en entrant dans l’atmosphère. La lumière possède à la fois les moyens de se propager dans les milieux transparents qu’ils soient matériels ou non et également des moyens de déplacement différents : diffusion, réflexion, réfraction.

Le ciel de Mars et un coucher de soleil sur la Planète rouge. A droite, un des phénomènes de propagation de la lumière, la réfraction.

Pour mettre en évidence un phénomène de réfraction, il faut disposer d’une source lumineuse produisant des rayons et de deux milieux transparents.

OBSERVER une expérience pour la reproduire

Observer l’image 3 du document 4. L’idée est de mesurer l’angle d’entrée sur le plexiglas et l’angle de sortie dans le plexiglas à l’aide du disque de Péchard.

1. Quelle lumière utilise-t-on ?
2. En quelles unités et comment va-t-on mesurer les angles ?
3. Peut-on voir qu’une partie du faisceau de lumière est perdue à la transmission ?
4. Rédiger la liste de matériel, faire l’expérience, dessiner le résultat sur une mesure

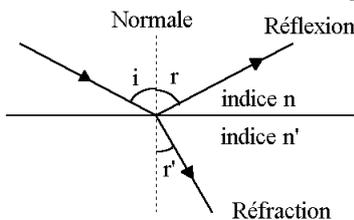
REALISER l’expérience et les mesures pour compléter le tableau suivant :

$i_1(^{\circ})$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
$i_2(^{\circ})$																	

ANALYSER les résultats obtenus

- Il est possible d’obtenir une loi du type $i_1 = k \cdot i_2$ en traçant la courbe $i_2 = f(i_1)$ en radians
- Il est possible d’obtenir une loi du type $\sin i_1 = k \cdot \sin i_2$ en traçant la courbe $\sin i_2 = f(\sin i_1)$
- Il est alors possible d’obtenir une valeur graphique de k
- Ce type de mesure permet de déterminer l’indice de réfraction d’un milieu à l’aide de la loi de Descartes !

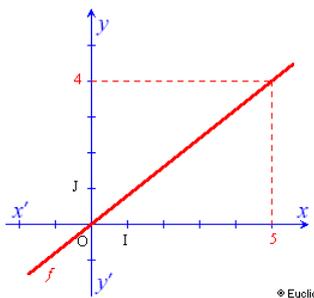
Document n°5 : la seconde loi de Descartes relative à la réfraction de la lumière indique comment lorsque la lumière change de milieu transparent, celle-ci va changer de direction. Ceci est en fait dû à la modification d’indice noté n qui caractérise la vitesse de propagation de la lumière dans la formule $n \cdot \sin(i_1) = n' \cdot \sin(r')$.



Vide	1,00000
Air	1,00029
Eau	1,33336
Verre	1,47869

RECHERCHE : la loi de Descartes utilise l'indice de réfraction qui compare la vitesse de la lumière dans un milieu transparent à sa valeur *la plus rapide* dans le vide. Trouvez la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide. Trouvez également l'expression de cette formule de l'indice. Comment s'appelle un appareil qui mesure la réfraction d'un milieu ?

Document n°6 : les fonctions mathématiques linéaires



René Descartes est le premier à penser à relier une représentation graphique à une équation mathématique. Il utilise les lettres a, b, c pour les grandeurs connues et les lettres x, y et z pour les inconnues. S'il veut ainsi décrire l'ensemble des nombres obtenus une fois qu'ils ont été multipliés par 2, Descartes appelle alors x le nombre initial et y le nombre final obtenu après multiplication :

x	0	1	2	3	4	5	...	y = 2.x
y	0	2	4	6	8	10	...	

Si l'on trace cette droite, elle sera dite linéaire, parce qu'elle passe par le point de coordonnées (0 ; 0). En effet, l'idée de Descartes vient de lui permettre de définir la position d'un point en fonction de son abscisse et de son ordonnée. Conséquence directe de cette découverte, Descartes peut imaginer appliquer une multiplication et une addition sur un nombre et se poser la question de l'allure de la droite obtenue.

x	0	1	2	3	4	5	...	y = 2.x+3
y	3	5	7	9	11	13	...	

On obtient la droite d'équation $2x+3$ qui est donc une droite parallèle à la droite d'équation $2x$ mais décalée de 3. Descartes appelle ces droites « qui ne passent pas par zéro » des droites affines, du fait de leur affinité à ressembler à des droites linéaires.

VALIDER les résultats obtenus

- Tracer la droite qui permet de calculer l'indice du plexiglas
- Comparer la valeur expérimentale obtenue à la valeur théorique de 1,49
- Montrer que la valeur de l'indice peut-être trouvée à l'aide d'un calcul
- Montrer que l'on peut valider ce calcul à l'aide d'une moyenne

AUTONOMIE : en reprenant le matériel d'expérience précédent et à l'aide d'un milieu transparent donc vous connaissez précisément l'indice, monter un protocole qui permet de mesurer la valeur de l'indice de l'air. Faire l'expérience, les mesures, produire un résultat chiffré et le valider ou l'invalider si nécessaire.

COMMUNIQUER : comment mesurer l'indice de réfraction de l'air martien ?

Document n° 7 : l'atmosphère terrestre

L'atmosphère représente la zone qui entoure la Terre dans laquelle se trouvent les gaz qui la compose. Avec l'altitude l'atmosphère change de composition, de température et de pression. On la sépare donc en différentes zones. La troposphère est la couche d'air dans laquelle nous vivons, respirons, se trouvent les nuages et où volent tous les oiseaux et les ballons. Au-delà se trouve la stratosphère où volent les avions et où se trouve la couche d'ozone. L'air y est plus rare, la pression plus faible et la température plus basse (jusqu'à -60 °C à 12 km). Au-delà se trouvent la mésosphère puis la thermosphère où l'air est ionisé et la température plus élevée. En tout, l'atmosphère terrestre s'élève à 50 km pour les couches internes et plus de 400 km pour atteindre sa limite extérieure...

Document n° 8 : les nuages de Mars

Grâce aux analyses réalisées par les sondes martiennes, les scientifiques ont pu établir la taille des couches de l'atmosphère de Mars et distinguer notamment la formation de nuages de deux natures différentes du fait de la température. Sur Terre, il existe des nuages d'eau liquide comme les cumulus et des nuages de hautes altitudes, composés de particules de glace comme les cirrus. Mars possède elle aussi ses phénomènes atmosphériques, notamment la condensation solide et la sublimation de la glace qui est responsable d'une partie des nuages que l'on peut voir sur Mars. S'il n'existe pas d'eau liquide encore détectée, on sait à présent qu'il y a de la glace dans l'air de Mars mais pas seulement. Principal constituant de sa faible atmosphère, le CO₂ est aussi capable d'exister sous deux états bien singuliers sur Mars : soit à l'état de gaz soit à l'état solide, ce qu'on appelle la carboglace. Dans la mésosphère martienne, la température et la pression sont telles, que des cirrus de carboglace sont alors visibles, phénomène impensable sur Terre.

Document n° 9 : histoire des sondes martiennes vol.2

A la fin des années 70, la NASA subit des restrictions budgétaires. Le programme Apollo initié en 1969 est arrêté en 1972. Le programme Mariner chargé d'explorer le système solaire extérieur est lui aussi revu à la baisse et les deux dernières sondes, rebaptisées Voyager, doubleront leur mission d'un défi de taille : après avoir survolé Jupiter, Uranus, Neptune et Pluton, quitter le système solaire. Avec le programme Viking, c'est la fin de l'exploration de Mars. Dans les années 80, tant la NASA que l'agence spatiale russe, s'occupent de programmes plus ambitieux et très coûteux : la construction d'un engin réutilisable et mission en mission, la navette spatiale mais aussi la construction d'une base orbitale servant de relai aux missions entre la Terre et l'espace. En 1988, les Russes tentent d'atteindre une nouvelle fois Mars avec le programme Phobos. Direction la planète rouge et ses deux lunes mais c'est un échec. Pareil avec Mars 96 piégé dans l'orbite terrestre et incapable d'atteindre Mars !

Mars Observer	Mars Global Surveyor	Mars Climate Orbiter Mars Polar Lander
1993	1996	1998 - 1999
Survol de Mars	Survol de Mars (orbiteur)	Survol et atterrissage sur Mars

La NASA n'a pas vraiment plus de succès. Le cuisant et surtout très coûteux échec de Mars Observer, une sonde à 813 millions de dollars incline les ingénieurs à faire plus simple et moins cher, une formule qui réussira aux deux missions de 1996, Mars Global Surveyor (154 millions de dollars) et Mars Pathfinder (280 millions de dollars). Forts des résultats de ces deux sondes, la NASA programme le lancement du programme Global Surveyor 98 composé d'un orbiteur (Mars Climate Observer) et d'un atterrisseur (Mars Polar Lander) chargé de détecter les traces de vie sur Mars et d'étudier en profondeur le sol des calottes glaciaires. Pour un coût total de l'ordre de 315 millions de dollars, l'ambitieux programme sera lui aussi un échec avec la perte des deux sondes. Parallèlement, une autre sonde, Deep Space 2 est lancée sur Mars. Mais elle s'écrase elle aussi. Il faudra attendre les années 2000 pour que Russes et Américains renouent avec le succès de pouvoir aller de nouveau sur Mars...

CONCLUSION et FIN de MISSION

Vous savez à présent :

- ce qu'est la diffusion et la réfraction de la lumière,
- comment les particules et les molécules modifient la couleur du ciel,
- ce qu'est une loi de réfraction,
- comment on mesure un indice de réfraction,
- comment piéger le dioxyde de carbone et le mettre en évidence

Vous savez réaliser :

- une expérience d'identification du CO₂
- une expérience de mise en évidence de la réfraction de la lumière
- tracer une droite mathématique répondant à une loi de proportionnalité

Savoir étudier la lumière magnétisme

Décodage de la mission

Faire travailler les élèves en groupe ou de manière individuelle sur les différentes actions de la mission. Leur demander de savoir rédiger, dessiner, exposer leur résultats par équipe ou en solo. Etre en mesure de pouvoir les évaluer par compétence.

Le professeur choisit de faire travailler tous les élèves sur toutes les parties de la mission ou de répartir les élèves en groupe, chaque groupe travaillant sur une partie de la mission.

La durée de la mission est laissée au choix du professeur de 1 à 3 séances, surtout si l'on insiste sur une phase sérieuse de production.

Ce sont des manipulations classiques de réfraction, de diffusion et d'usage de l'outil informatique. La liste de matériel est fournie en annexe de la mission.

'évaluation proposée

Les élèves sont évalués selon les choix du professeur sur une production demandée. L'évaluation peut se faire par compétence, directement dans la compétence choisie avec une note sur 5 ou une note A,B,C,D. Les professeurs pourront utiliser la grille de notation fournie en annexe de la mission.

Questions	Compétence	évaluation	commentaires
Analyser les documents	ANA		
Communiquer	COM		
Réaliser une expérience d'identification	REA		
Réaliser une série de mesure et tracer une courbe	REA		
Savoir ce qu'est un indice de réfraction	RCO		
Faire un schéma annoté d'expérience	REA		
Communiquer et conclure	COM		
Travailler en autonomie	AUT		

Matériel pour la réalisation de la mission II

TP n° 1 piège à CO₂

2 tubes à essai + bouchon + tube coudé pour relier les deux tubes + support + pince en bois
Eau déminéralisée en pissette + bécher + cachet effervescent + eau de chaux

TP n° 2 réfraction de la lumière

Lanterne + disque de Péchard + demi-lune en plexiglas + demi-lune creuse pour recevoir un liquide

TP n° 3 : mise en évidence des propriétés de la lumière

Atelier professeur.

Mise en évidence 1 : laser + support + chiffon + poussière de craie
Mise en évidence 2 : bac longiligne rempli d'eau + morceau de sucre
Mise en évidence 3 : rétroprojecteur + diapositive réseau

Fiche Questions aux élèves

REALISER une expérience de caractérisation d'un gaz (travail de groupe)

Protocole : placer de l'eau de chaux fraîchement préparée au fond d'un tube à essais. Coiffer le tube d'un bouchon percé dans lequel peut passer une tige en verre creux. L'autre bout de la tige descend au-dessus de la surface de plusieurs millilitres d'eau déminéralisée dans lesquels un cachet effervescent va être dissous. Ce tube aussi, est bouché par un bouchon creux.

Manipulation : le groupe cherche le matériel, le protocole et l'expérience à réaliser pour montrer que ce cachet contient une source de CO_2 . Il la répète puis désigne un rapporteur qui présente l'expérience.

OBSERVER une expérience pour la reproduire

Observer l'image 3 du document 4. L'idée est de mesurer l'angle d'entrée sur le plexiglas et l'angle de sortie dans le plexiglas à l'aide du disque de Péchard.

5. Quelle lumière utilise-t-on ?
6. En quelles unités et comment va-t-on mesurer les angles ?
7. Peut-on voir qu'une partie du faisceau de lumière est perdue à la transmission ?
8. Rédiger la liste de matériel, faire l'expérience, dessiner le résultat sur une mesure

REALISER l'expérience et les mesures pour compléter le tableau suivant :

$i_1(^{\circ})$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
$i_2(^{\circ})$																	

ANALYSER les résultats obtenus

- Il est possible d'obtenir une loi du type $i_1 = k \cdot i_2$ en traçant la courbe $i_2 = f(i_1)$ en radians
- Il est possible d'obtenir une loi du type $\sin i_1 = k \cdot \sin i_2$ en traçant la courbe $\sin i_2 = f(\sin i_1)$
- Il est alors possible d'obtenir une valeur graphique de k
- Ce type de mesure permet de déterminer l'indice de réfraction d'un milieu à l'aide de la loi de Descartes !

VALIDER les résultats obtenus

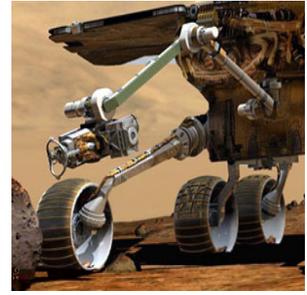
- Tracer la droite qui permet de calculer l'indice du plexiglas
- Comparer la valeur expérimentale obtenue à la valeur théorique de 1,49
- Montrer que la valeur de l'indice peut-être trouvée à l'aide d'un calcul
- Montrer que l'on peut valider ce calcul à l'aide d'une moyenne

AUTONOMIE : en reprenant le matériel d'expérience précédent et à l'aide d'un milieu transparent donc vous connaissez précisément l'indice, monter un protocole qui permet de mesurer la valeur de l'indice de l'air. Faire l'expérience, les mesures, produire un résultat chiffré et le valider ou l'invalider si nécessaire.

COMMUNIQUER : comment mesurer l'indice de réfraction de l'air martien ?

Grille d'évaluation par élève

Questions	Compétence	évaluation	commentaires
Analyser les documents 1 et 2	ANA		
Communiquer	COM		
Réaliser une expérience de caractérisation d'un gaz	REA		
Réaliser une mesure d'angle de réfraction	REA		
Savoir ce qu'est un indice de réfraction	RCO		
Faire un schéma annoté d'expérience	REA		
Communiquer et conclure	COM		
Travailler en autonomie	AUT		



LA MISSION :
Saurez-vous étudier le sol de Mars ?

Pour relever ce défi, les actions suivantes vous attendent...

Première action : connaître le domaine de compétence



Seconde action : analyser, rechercher, réaliser, communiquer



Troisième action : valider sa méthode, acquérir des compétences



Fin de Mission : débriefing de chaque équipe, conclusion, ouverture



Quelques documents

Document n°1 : Mars Exploration Rover



Le de a NASA de de de MER. A d e, e e e a de e d e a d de Ma .

ANALYSER les documents 1 et 2 :

COMMUNIQUER :

-
-

VALIDER :

-
-

Document n°3 : test d'identification des ions

	Vert	Rouille	Bleu	Blanc	Blanc	

REALISER

P c e

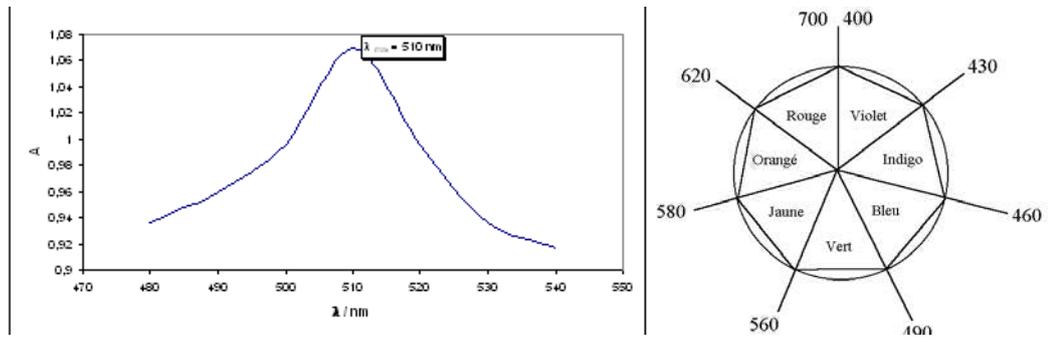
Ma a

ANALYSER

ANALYSER



Document n°5 : un spectre de lumière :



RECHERCHE :

Document n°6 : tracer le spectre d'absorbance d'une solution en fonction de sa longueur d'onde

λ								

Spectre d'une solution de sulfate de cuivre

Spectre d'une solution d'azurite

VALIDER

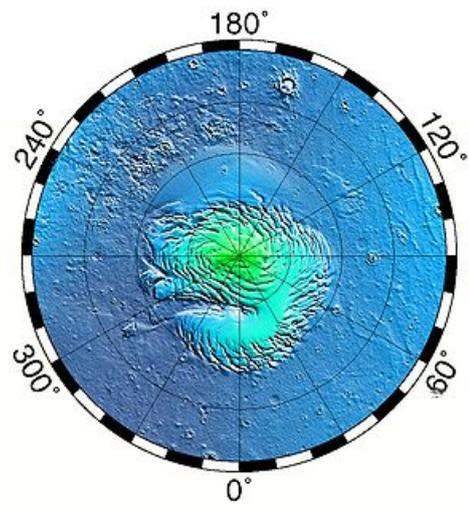
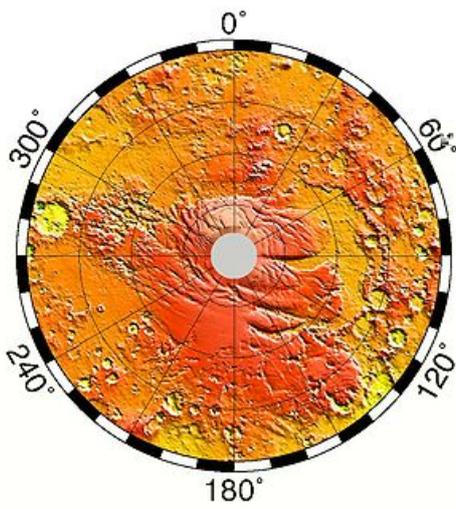
-
-
-
-

AUTONOMIE

COMMUNIQUER

Document n° 7 : les roches cristallines et opaques sur Terre

Document n° 8 : les roches de Mars



Document n° 9 : histoire des sondes martiennes vol.3

-
-
-
-
-

-
-
-

TP n° 1 identification d'ions simples (2 semaines)

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

TP n° 2 dosage pH-métrique x9

Toutes les solutions en flacon de 100 mL

TP n° 3 : spectroscopie et échelle de teinte (2 semaines)

REALISER

P c e

Ma a

ANALYSER

ANALYSER

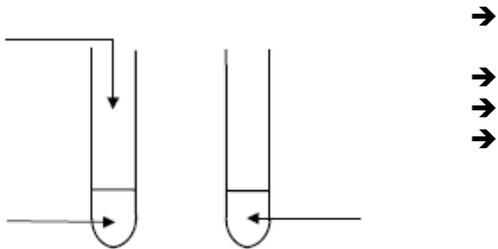
REALISER en AUTONOMIE

ANALYSER

-
-

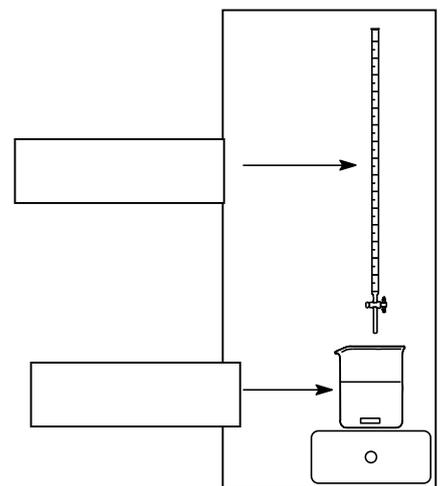
TP TEST D'IDENTIFICATION REACTION DE PRECIPITATION

Protocole de la manipulation (G+L)



TP COURBE DE DOSAGE pH-métrique

Protocole de la manipulation

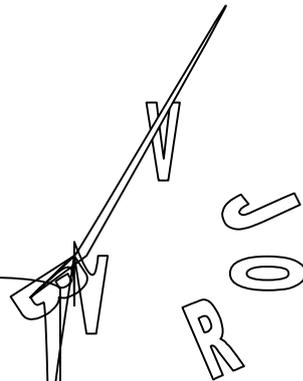
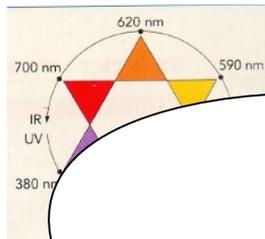
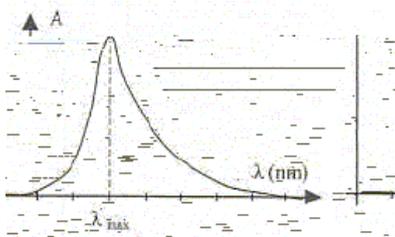


TP DETERMINATION DE LA LONGUEUR d'ONDE MAXIMALE D'ABSORPTION

-
-
-
-
-

λ

λ



TP DILUTION d'une SOLUTION

1/10

- Un bécher de 50 mL
- Une poire d'aspiration
- Une pipette de 10 mL
- Une fiole de 100 mL et son bouchon