

LIVRET ENSEIGNANT
DU CYCLE 3 À LA SECONDE,
DES ACTIVITÉS À MENER EN
CLASSE : SCIENCES, EXPRESSION
ORALE, HISTOIRE, LANGUES...

RENDEZ-VOUS AVEC LA LUNE

**FICHES
D'ACTIVITÉS**

Conception - Réalisation : Caroline Carissoni, Clément Debeir - Agence SapienSapienS.
Rédaction : Caroline Carissoni. **Graphisme** : Pôle multimédia du CNES - Conception :
Marine Sangouard, Réalisation : Karine Prisellkow. **Iconographie** : Agence SapienSapienS -
Claire Burgain, Caroline Carissoni, Clément Debeir, Société Photon - Marie-Claire Fontebasso.
Impression : Pôle multimédia du CNES. Imprimé en 2018.

Remerciements : Francis Rocard, responsable des programmes d'exploration du système solaire, CNES ; Serge Gracieux, Direction des Expositions, Cité de l'espace ; Pierre Ferrand, enseignant en Sciences de la Vie et de la Terre, chargé de mission auprès du CNES ; Jean-Paul Castro, enseignant en Physique-Chimie, chargé de mission auprès de la Cité de l'espace ; Karine Bichet-Ramon, chargée de mission pour la Culture Scientifique, Technique et Industrielle, Rectorat de l'académie de Toulouse, membre du groupe 'Science et média' de l'IRES.

Ce document est co-édité par le CNES, Direction de la Communication - Service Éducation Jeunesse - education.jeunesse@cnes.fr et la Cité de l'espace, Direction Éducation et Médiation scientifique. © CNES 2018



SOMMAIRE



4 - 5

FICHE 1

Homme ou robot,
qui pour explorer l'espace ?
Argumenter et débattre



6 - 7

FICHE 2

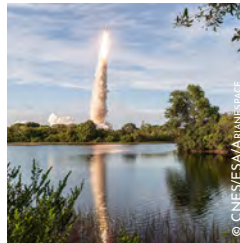
Les phases de la Lune
Expérimenter et se représenter



8 - 9

FICHE 3

Fake news et désinformation
Développer l'esprit critique



10 - 11

FICHE 4

Lanceurs
Concevoir, fabriquer et assimiler



12 - 13

FICHE 5

L'Homme en micropesanteur
Observer et comprendre



14 - 15

FICHE 6

Man on the Moon
Pratiquer l'anglais



16 - 17

FICHE 7

Habiter la Lune
Comparer et apprendre

Fiche 1

DÉBAT : HOMME OU ROBOT, QUI POUR EXPLORER L'ESPACE ?



OBJECTIFS

- Organiser sa réflexion, construire et exposer un argumentaire
- Développer sa capacité d'écoute et d'analyse
- Questionner la place de l'Homme dans son environnement proche et lointain
- Découvrir et questionner les évolutions technologiques
- Connaître le système solaire et l'environnement cosmique



INTRODUCTION

La robotique (conception et fabrication de machines autonomes) et l'intelligence artificielle (capacité donnée aux machines d'imiter une forme d'intelligence humaine, c'est-à-dire d'apprendre, de raisonner et de s'adapter) ne cessent de progresser, permettant des explorations plus lointaines, plus précises, moins dangereuses et moins coûteuses que l'exploration humaine. L'Homme a toutefois besoin d'explorer de nouveaux territoires extraterrestres pour développer ses connaissances, assouvir sa soif d'exploration et trouver des nouvelles ressources, voire de nouveaux lieux de vie. Dans ce contexte, quel type d'exploration spatiale faut-il privilégier ? Les vols automatiques ou les vols habités ?



DÉROULEMENT

PHASE 1

Mettre en place le débat

- › Donner les éléments préalables au débat par la lecture de textes ou de vidéos relatifs au rôle des robots dans l'exploration spatiale et aux contraintes des vols habités.

Par exemple :

- Dossier « Les robots à l'assaut de l'espace » <https://jeunes.cnes.fr/fr/web/CNES-Jeunes-fr/11812-les-robots-du-futur.php>
- Vidéo « Thomas Pesquet explique les dangers de l'ISS » <https://spacegate.cnes.fr/fr/video-thomas-pesquet-et-les-dangers-de-l-iss>

- › Poser les termes du débat « L'Homme ou le robot, qui doit explorer l'espace ? »

Organiser le dispositif :

Constituer 4 groupes défendant chacun un point de vue, puis demander à chacun des groupes de lister les arguments pour défendre sa position. Préparer, si nécessaire, des listes d'arguments à leur transmettre pour pallier certaines difficultés dues à un manque (attendu) de connaissances.

Groupe 1 : les experts en vols habités

Ils défendent l'exploration humaine qui répond à un besoin des Hommes de dépasser leurs frontières intellectuelles et physiques. Pour eux, l'intelligence artificielle ne peut ni remplacer ni surpasser l'intelligence humaine. Lors des missions Apollo par exemple, c'est le géologue Harrison Schmitt qui a rapporté les échantillons de roche les plus intéressants. Un robot est beaucoup plus lent qu'un humain pour accomplir les tâches programmées par l'Homme et, en cas de situation inattendue, l'être humain réagit beaucoup plus rapidement. L'exploration de l'Univers est indispensable à la compréhension de la Terre et à la colonisation d'autres mondes en prévision de la disparition de notre planète. Elle passe nécessairement par l'utilisation de robots, alliés complémentaires de l'humain.

Groupe 2 : les experts en robotique

Ils sont persuadés que les progrès techniques s'accroissent et donneront très rapidement naissance à une génération de robots capables d'évoluer de façon autonome. Peut-être parviendrons-nous à construire des robots-avatars dans lesquels projeter notre pensée, pour explorer des lieux qui nous sont inaccessibles ? Les robots sont en effet seuls capables d'atteindre des objets très lointains et d'opérer dans des environnements très hostiles. L'atterrisseur Philae a par exemple atterri sur une comète après un voyage de 10 ans. Les équipements devant assurer la sécurité d'êtres humains sont bien plus complexes et plus coûteux.

Groupe 3 : les diplomates chargés des relations internationales

Ils mettent en avant la coopération spatiale à l'œuvre dans les missions spatiales, habitées ou non. Les pays européens ne peuvent pas financer seuls ces missions et les projets sont plus efficaces lorsqu'ils sont menés à plusieurs. Depuis 20 ans, la Station spatiale internationale (ISS), assemblée par les Américains, les Canadiens, les Européens, les Russes et les Japonais en fait la démonstration. Les missions habitées facilitent l'entente et il faut apprendre à travailler avec les nouveaux acteurs du spatial que sont l'Inde et la Chine notamment. Car il est important de conserver des acteurs publics engagés dans des projets d'intérêt général, face à l'émergence d'acteurs privés tels que le milliardaire Elon Musk et son projet de coloniser Mars, avec peut-être des intérêts commerciaux.

Groupe 4 : les astronautes

Pour eux, les missions habitées internationales sont garantes d'une exploration pacifique et

indépendante d'intérêts économiques individuels. Une qualité d'autant plus indispensable qu'un jour l'humanité devra trouver des nouvelles ressources ou s'installer ailleurs. En allant dans l'espace, l'Homme prend conscience de la richesse et de la fragilité de la Terre et de la nécessité de la protéger. Les robots, eux, ne peuvent pas témoigner d'une telle prise de conscience et privent l'humain de l'expérience physique et intellectuelle nécessaire à son adaptation dans un nouvel environnement. Les astronautes se prêtent en outre à des expériences scientifiques utiles au plus grand nombre (santé notamment).

PHASE 2

Lancer le débat

- **Donner à tour de rôle la parole à chaque groupe** (ou à son porte-parole le cas échéant) pour l'exposé de ses arguments.
- **Reprendre la parole entre chaque intervention et résumer les points-clés de chaque raisonnement.**
- **Une fois chaque exposé entendu, proposer de discuter des points clés relevés.**
Encourager chaque groupe à aller au-delà de ses propos initiaux, à les enrichir pour étayer une contre-argumentation. Apporter des notions complémentaires s'il y a lieu.
- **Conclure par un tour de table ou un compte-rendu écrit** : d'une part sur la façon dont s'est déroulé le débat (respect des prises de parole, attitude physique, richesse de l'argumentation, aisance ou difficultés rencontrées pour s'exprimer) et, d'autre part, sur les arguments retenus (quelle conclusion en tirer ? Les positions sont-elles figées ? De nouvelles avancées scientifiques et techniques pourraient-elles les faire évoluer ?...).

➡ ALLER PLUS LOIN

Le degré de complexité des arguments appris et exposés variera selon les niveaux et les compétences.

Il est possible d'approfondir certains thèmes en prolongeant le débat sur l'évolution et la place des machines, l'adaptabilité de l'Homme et son influence sur l'environnement ou la connaissance de notre système solaire, sur la coopération internationale ou les acteurs internationaux de la recherche spatiale.

Les questions d'éthique peuvent aussi être abordées, par exemple les questions liées au mélange de fonds publics et privés, à la création et à l'application des réglementations internationales sur l'espace.

On peut également débattre des évolutions de l'intelligence artificielle et les explorations qu'elles pourraient permettre (en prolongement ou en remplacement de l'humain ?), etc.

Fiche 2

LES PHASES DE LA LUNE



OBJECTIFS

- Visualiser les phases de la Lune et acquérir le vocabulaire lié aux phases lunaires
- Découvrir le système Soleil-Terre-Lune
- Découvrir le mouvement de rotation de la Lune
- Comprendre pourquoi une face de la Lune nous est toujours cachée



MATÉRIEL

- Une boule de polystyrène de 8 cm de diamètre (permet la comparaison à échelle de cette Lune avec un globe terrestre de 30 cm de diamètre)
- Une forte source de lumière (lampe de poche puissante ou appareil de projection)
- Pièce obscure



INTRODUCTION

Au fil des jours, différentes parties de la Lune sont visibles à nos yeux : elles croissent et décroissent dans le ciel. Ces différentes formes varient en fonction de la façon dont la Lune est éclairée.

Et donc de sa position par rapport à l'observateur sur Terre et par rapport au Soleil. Dans le cadre d'un jeu de rôle, inviter les élèves à jouer le rôle de la Terre et de la Lune pour se représenter les positions respectives des deux corps par rapport au Soleil et l'un par rapport à l'autre.

En dehors du jeu de rôle, il est également possible de se contenter de modélisations avec des objets (boules de polystyrène, globe).



DÉROULEMENT

ACTIVITÉ 1

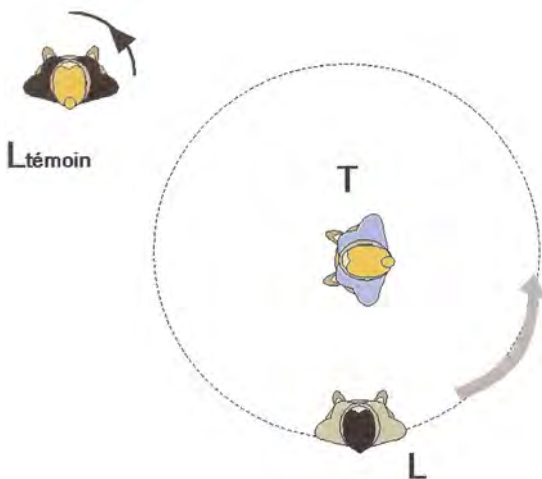
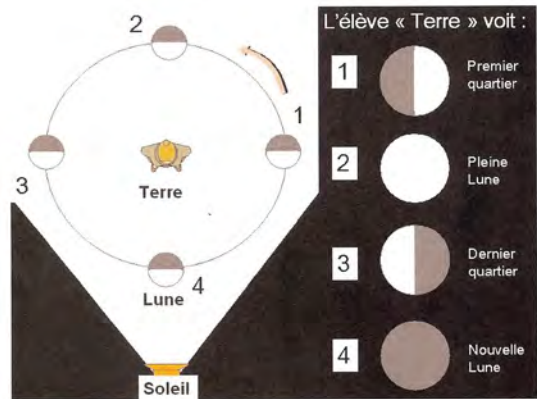
Visualiser et identifier les phases de la Lune

- › Le Soleil est modélisé par une source de lumière.
- › La Terre est modélisée par la tête d'un élève.
- › La Lune est représentée par la boule en polystyrène tenue par un autre élève (planter un crayon dans la boule pour la manipuler plus facilement et qu'elle soit bien visible par tous).

- Faire l'obscurité dans la pièce.
- L'élève « Terre » se place face à la source de lumière « Soleil ».
- L'élève tenant la boule « Lune » tourne autour de l'élève « Terre » pour représenter la révolution

de la Lune autour de la Terre, qui dure un peu moins d'un mois, soit 29,5 jours.

- À chaque changement de position, l'élève « Terre » décrit la partie de la boule « Lune » qu'il voit éclairée par le Soleil. Il peut dessiner ces différentes phases au tableau. Elles seront ainsi visualisées par tous puis nommées par l'enseignant. Différents élèves peuvent jouer le rôle de la Terre (un par un ou par groupe).
- L'enseignant peut présenter la boule « Lune » à la place de l'élève et, en ce cas, la faire tourner sur elle-même au fur et à mesure qu'il tourne autour de l'élève « Terre ». Il fera ainsi observer qu'une face de la Lune (que l'on peut avoir colorée pour en faciliter le repérage) n'est jamais visible depuis la Terre. Il peut ensuite montrer des vraies images de phases de la Lune pour constater que ce sont bien les mêmes cratères qui restent visibles, quelle que soit la phase ■



ACTIVITÉ 2

La face cachée de la lune

- › Un élève figure la Lune.
- › Un autre élève joue le rôle de la Lune-témoin.
- › Un dernier élève représente la Terre.
- L'élève « Lune » tourne autour de l'élève « Terre » en lui montrant toujours son visage (la même face). Pendant ce temps, l'élève « Lune-témoin » reproduit le mouvement de celui qui figure la Lune, en tournant sur lui-même pour suivre la position de son camarade (regard et épaules orientés de la même façon).
- Au bout d'une révolution lunaire, on observe que la Lune-témoin a effectué un tour sur elle-même : c'est parce que la Lune fait un tour sur elle-même en même temps qu'elle tourne autour de la Terre qu'on ne voit qu'une seule face ■

ALLER PLUS LOIN

Comprendre le phénomène d'éclipse :

Positionner l'élève « Terre » entre le faisceau de lumière du Soleil et le tableau. L'ombre de sa tête, projetée sur le tableau, représente l'ombre de la Terre. En prenant la boule « Lune » dans sa main, il doit réaliser une éclipse de Lune en plaçant la Lune entre son visage et le tableau.

Les élèves visualisent ainsi la disposition relative des trois astres, la position de la Lune à ce moment-là (pleine Lune) et la partie de la Terre qui voit l'éclipse.

- **Pourquoi les éclipses de Lune n'ont-elles pas lieu tous les mois ?** En raison de l'inclinaison de la Lune, de 5° par rapport au plan de l'écliptique, la Lune passe le plus souvent au-dessus ou au-dessous de l'ombre de la Terre. Les 3 astres sont alignés deux fois par an (tous les 6 mois).
- **Combien de temps dure une éclipse ?** Environ 2 heures vue depuis la Terre, c'est le temps mis par la Lune pour traverser l'ombre de la Terre.



Ressources :

<http://www.cndp.fr/crdp-toulouse/spip.php?article21307>

<https://education.francetv.fr/matiere/sciences-de-la-vie-et-de-la-terre/cinquieme/jeu/les-eclipses-solaires-et-lunaires>

<http://nuit.mnhn.fr/fr/ressources/lune/>

Fiche 3

FAKE NEWS ET DÉSINFORMATION



OBJECTIFS

- Formuler un questionnement scientifique
- Identifier et rechercher des sources d'information fiables
- Décrypter un discours
- Appréhender la différence entre réalité et perception



INTRODUCTION

La désinformation consiste à déformer ou nier des faits pour présenter une théorie contraire à celle officiellement ou scientifiquement admise. L'exploration spatiale est un domaine dans lequel circulent de nombreuses informations fantaisistes. Pour débusquer les intox, il faut apprendre à discerner le questionnement scientifique des arguments de mauvaise foi, s'interroger sur ses propres perceptions et certitudes et accepter de douter.



DÉROULEMENT

ACTIVITÉ 1

- › En partant de l'image de l'astronaute saluant le drapeau américain (ci-dessus, mission Apollo 15), rappeler aux élèves que des personnes affirment que l'Homme n'est jamais allé sur la Lune. Selon eux, les missions Apollo n'ont pas eu lieu, les images diffusées auraient été tournées sur Terre en studio. Inviter les élèves à observer l'image et à imaginer les arguments de ces sceptiques. Pour chacune des affirmations censées démontrer le caractère artificiel de l'image, demander aux élèves de proposer une expérience ou une source d'information fiable de façon à construire un raisonnement structuré et argumenté qui réponde à l'hypothèse formulée.
- › Ci-dessous, quelques exemples d'arguments avancés pour nier la réalité des images d'Apollo, suivis d'éléments de réponse.

1/ Pourquoi le drapeau flotte-t-il alors qu'il n'y a pas d'air sur la Lune ?

Une barre horizontale le maintient déployé. Il est fait d'une toile traversée de fils de métal, ce qui lui donne cet aspect plissé. Les astronautes l'ont fait

bouger en le plantant, le mouvement s'est prolongé quelques secondes dans le vide du fait de l'inertie, puis il s'est arrêté.

2/ Les empreintes des astronautes sont trop nettes, comme faites dans du sable mouillé. Or sur la Lune, il n'y a pas d'eau !

La surface de la Lune est couverte de régolithe, une poudre compacte où les particules restent imbriquées les unes dans les autres et, de ce fait, conservent la forme des semelles des astronautes. L'absence d'air, donc de vent, préserve ces traces.

3/ Les ombres ne sont pas parallèles, comme s'il y avait plusieurs sources de lumière et donc des projecteurs tout autour de la scène !

Le relief très inégal dévie la lumière en différents endroits. L'objectif grand-angle utilisé fausse les perspectives et accentue cet effet distordu des ombres.

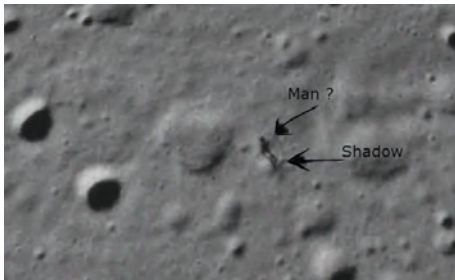
4/ Il n'y a pas d'étoiles !

Les appareils photo utilisés par les astronautes sont réglés pour capter la lumière de la Lune qui est très fortement éclairée par le Soleil. Pour éviter que les images ne soient surexposées, la vitesse d'obturation est rapide de façon à ne pas laisser entrer trop de lumière. En conséquence, la lumière des étoiles n'est pas captée et n'apparaît donc pas sur la photo ■

ACTIVITÉ 2

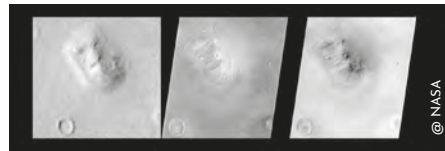
Un internaute a posté sur Youtube un film montrant la silhouette d'un homme sur la Lune, repérée sur Google Moon, un service qui permet de visualiser la surface de la Lune grâce à des images de la NASA.

- › Regarder la vidéo <https://www.youtube.com/watch?v=7QdYveIStn8> et/ou montrer aux élèves l'image extraite de cette vidéo.



- › Comparer avec l'image de Cydonia Mensae, une forme de visage détectée sur Mars, à l'origine d'une fameuse paréidolie, pour expliquer ce phénomène qui consiste à identifier des formes familières dans un paysage, un nuage, une tache d'encre, un objet, etc. Notre cerveau interprète en permanence les informations visuelles afin de leur donner du sens. Pour aller plus vite, il s'appuie sur des informations connues, « pré-enregistrées ».

La 1^{re} image de la frise ci-après, prise en 1976 par l'orbiteur américain Viking 1, rappelait un visage. Certains y ont vu une construction sculptée par une forme d'intelligence. D'autres sondes ont photographié par la suite le « visage » qui s'est révélé être une colline.



- › Demander aux élèves de rédiger un article pour un journal scientifique.

Consigne : exposer le phénomène et donner des explications scientifiques possibles. Ils s'appuieront pour cela sur les informations précédentes et sur leurs connaissances sur la propagation de la lumière et la formation des ombres, ainsi que sur les composantes géologiques et biologiques d'un paysage ■

ALLER PLUS LOIN

- Réaliser des recherches complémentaires sur des cas de paréidolie et d'illusion d'optique (<http://www.illusions-optique.fr/>).
- Proposer aux élèves d'imaginer une expérience qui reproduise le phénomène en s'appuyant sur leurs connaissances de la propagation de la lumière et la formation des ombres.
- Pour les plus jeunes, proposer de rechercher sur Google Moon d'autres cas de paréidolies et de les décrire.



Ressources :

<https://jeunes.cnes.fr/fr/spatiotheque/12-18-ans/diaporamas/t-reellement-marche-sur-la-lune>
https://ires.univ-tlse3.fr/esprit-critique-science-et-medias/?page_id=274 [Fiche d'activité de l'IREs sur les paréidolies]
http://www.film-documentaire.fr/4DACTION/w_fiche_film/11427_1 [Canular-documentaire "Opération Lune"]
<https://cnes.fr/fr/media/gpvignette-cheval1jpg> • <https://cnes.fr/fr/media/isalbertavisage20151023jpg> [Paréidolies terrestres]

Fiche 4

LANCEURS



OBJECTIFS

- Comprendre le principe de la propulsion par réaction
- Appréhender la notion de pression de l'air et pression atmosphérique
- Aborder les notions d'aérodynamisme, relation poussée/poids/résistance à l'air
- Travailler les techniques de dessin, de découpe et d'assemblage
- Savoir respecter les règles de sécurité



MATÉRIEL

- Des bouteilles d'eau en plastique rigide, type boisson gazeuse en PET (2 par fusée)
- Du carton (pour les ailerons)
- Du ruban adhésif
- Un bouchon en liège ou un bouchon de chimie pré-perforé
- Une valve de vélo
- Une pompe à vélo
- Une tige en métal
- Un peu de pâte à modeler

Ou, pour garantir les conditions de sécurité, acheter un kit auprès d'un fournisseur reconnu.



INTRODUCTION

La fusée à eau s'élève grâce à l'éjection de l'eau sous la pression de l'air comprimé. C'est le même principe de propulsion à réaction que pour un lanceur Ariane !

Sauf qu'un lanceur doit s'arracher à l'attraction terrestre et donc développer une poussée et une vitesse 100 fois supérieure à celle d'un TGV !

La fusée à eau peut toutefois s'élever jusqu'à 20 mètres de haut, ce qui permet de la lancer sur un terrain de sport ou dans une cour et de réaliser quelques mesures *in situ*. L'activité nécessite une attention particulière à la sécurité.



DÉROULEMENT

PHASE 1

Préparer la fusée

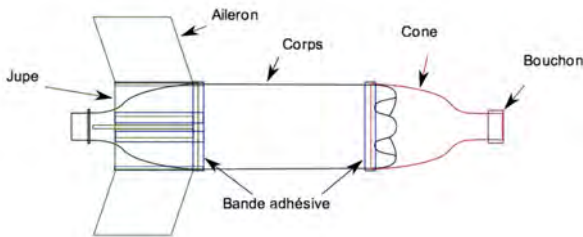
La fusée se compose de 3 parties : la jupe (partie basse sur laquelle sont collés les ailerons), le corps (partie centrale soumise à la pression), l'ogive ou cône (la tête, aérodynamique, qui sera taillée dans le haut d'une bouteille et/ou faite d'un cône en carton).

- › Prendre 2 bouteilles et découper l'une d'elles en 3 tiers.

Sur le tiers central, coller des ailerons découpés dans du carton fort. Enfiler cette jupe sur la partie supérieure de la bouteille entière,

en laissant dépasser le goulot (il servira d'embout pour le lancement). Consolidez le tout avec du ruban adhésif.

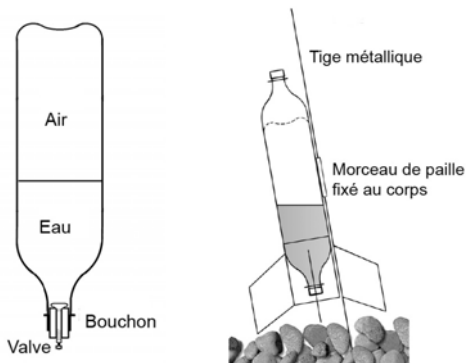
- La partie supérieure découpée constitue l'ogive : enflez-la sur la partie inférieure de la bouteille intacte et maintenez le tout avec du ruban adhésif. Vous pouvez lester cette partie en collant un peu de pâte à modeler sous le bouchon. On peut aussi ajouter un parachute attaché par une ficelle, sur le cône ou à l'intérieur du cône.



PHASE 2

Préparer l'embout de gonflage et la rampe de lancement

- Placer le bouchon de chimie pré-perforé sur le goulot de la bouteille intacte ou découper un bouchon de liège (percé dans toute sa longueur) de façon à le faire parfaitement et hermétiquement correspondre au goulot et y insérer une valve de vélo.
- Planter dans le sol une tige métallique sur laquelle la bouteille sera fixée à l'aide d'une paille attachée à la bouteille par un peu de ruban adhésif.



PHASE 3

Le lancement

- Veiller à installer la « rampe de lancement » dans un endroit dégagé, loin de toute route ou habitation, idéalement au milieu d'un stade, et à placer les élèves à une distance d'au moins 5 mètres derrière la fusée. La fusée peut en effet s'élever très brutalement, assez haut (20-30 mètres), retomber tout aussi violemment (à une vitesse proche de 100km/h) et ne pas nécessairement suivre une trajectoire verticale.
- S'assurer du bon état de la bouteille et de sa résistance, afin d'éviter tout risque d'explosion. (On peut également prévenir du risque d'arrosage en dosant la pression de sortie de l'eau en enfonçant plus ou moins le bouchon. Dans tous les cas, faire des tests préalables.)
- Remplir le corps de la fusée d'un tiers d'eau (s'il y a trop d'eau, la pression de l'air va diminuer et la poussée sur l'eau sera insuffisante pour l'éjecter de la bouteille dans sa totalité. S'il y a trop d'air, la poussée sera forte et la fusée s'élèvera, mais brièvement car le volume de poussée sera faible).
- Positionner la bouteille sur la tige et raccorder la valve de gonflage à l'embout de la pompe.
- Actionner la pompe jusqu'à ce que la pression éjecte le bouchon et la masse d'eau contenue dans la bouteille. La bouteille s'élève !

👉 ALLER PLUS LOIN (3^e et plus)

- **Calcul de la hauteur de vol utilisant un point de visée (théorème de Thalès).**
Il faut pour cela un instrument de visée, un théodolite, permettant de mesurer un angle dans le plan vertical, ici l'angle entre l'horizontale et la hauteur maximale de la fusée (apogée).
[Le théodolite peut-être fabriqué avec un bâton droit, un rapporteur et un fil à plomb]
Mesurer la distance à laquelle l'observateur se trouve du lanceur puis déduire la hauteur h par la relation : $h = \text{distance} \times \tan(\text{angle})$.
Plus l'angle est petit, meilleure est la précision, aussi mieux vaut se placer à une centaine de mètres du lanceur.
- **Pour construire une mini-fusée ou une fusée expérimentale avec le CNES, contacter :**
education.jeunesse@cnes.fr



Ressources :

<https://jeunes.cnes.fr/fr/web/CNES-Jeunes-fr/8112-la-fusee-a-eau.php> [Découverte des fusées à eau]
<http://www.planete-sciences.org/espace/Activites/Fusee-a-eau/> [Fabrication et applications]
<http://www.planete-sciences.org/espace/Activites/Fusee-a-eau/Fusee-a-eau-en-toute-securite>

Fiche 5

L'HOMME EN MICROPESANTEUR



OBJECTIFS

- Prendre conscience de l'impact de la micropesanteur sur le corps humain (répartition des fluides dans l'organisme, impact sur le squelette...)
- Acquérir des connaissances sur la physiologie humaine



MATÉRIEL

- Un banc
- Des livres
- Deux éponges



INTRODUCTION

Tous les objets de l'Univers possédant une masse s'attirent entre eux. Cette force gravitationnelle dépend des masses de ces corps et de la distance qui les séparent. Sur Terre, cette force d'attraction, appelée pesanteur, ou force de gravitation, fait que nous tenons debout. Elle conditionne aussi tout l'organisme humain adapté à la vie en bipédie, sous l'influence de la gravité. Dans l'espace, l'attraction terrestre diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la Terre. Dans la Station spatiale internationale (ISS), à 400 km de la Terre, l'attraction terrestre a diminué de 10 %. Une fois les moteurs coupés à bord d'une fusée, ou lors d'un séjour dans l'ISS (qui est aussi en orbite autour de la Terre), les astronautes vivent donc en micropesanteur.



DÉROULEMENT

ACTIVITÉ 1

Observer le changement de répartition des fluides corporels

Sur Terre, les fluides de notre corps sont attirés vers nos pieds. En micropesanteur, la répartition des fluides est modifiée. Par exemple, la quantité de sang dans le haut du corps augmente, notamment parce que le cœur a l'habitude de « pomper » le sang vers le haut du corps pour contrer la gravité terrestre.

Pour préparer les astronautes et mesurer ces effets, on utilise un « banc tilt » : un lit incliné à 6 degrés. Ce dispositif permet de recréer des conditions proches de la micropesanteur.

- › Proposer aux élèves (en bonne santé) de réaliser cet entraînement :
- Incliner un banc à 6° par rapport à l'horizontale et demander à un élève de s'y allonger, la tête vers le bas (sa tête doit être entre 15 et 20 cm plus bas que ses pieds).
- Au bout de 8 à 10 minutes, faire observer par les autres élèves les changements survenus :
 - le visage gonfle et devient rouge en raison de l'afflux de sang, les veines des bras se dilatent (on peut mesurer le diamètre du cou, faire une photo avant/après),

- le rythme cardiaque diminue (mesurer avant/après le rythme cardiaque à l'aide d'un chronomètre, d'un cardiofréquencemètre ou d'une application Smartphone),
- le volume des jambes diminue en raison d'une perte d'eau. En outre, lors d'un séjour prolongé en micropesanteur, les muscles des astronautes fondent car ils ne sont plus sollicités (mesurer la circonférence des mollets avant/après à l'aide d'un mètre souple) ■

ACTIVITÉ 2

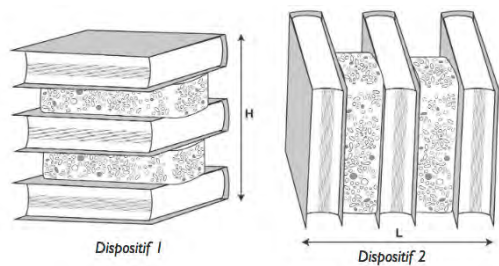
Modéliser la colonne vertébrale en micropesanteur

Lorsque les astronautes séjournent longtemps dans l'espace, ils grandissent ! Ils peuvent gagner jusqu'à 7 cm en 6 mois.

- › Demander aux élèves de formuler des hypothèses sur ce phénomène.
- Rappeler la structure du squelette (on abordera, selon les niveaux, le processus de la croissance qui stoppe au bout d'une vingtaine d'années : les astronautes sont trop vieux pour grandir !). Rappeler l'effet de la pesanteur qui agit également sur notre squelette : cette force s'exerce en suivant l'axe de la colonne comme si un poids appuyait sur notre colonne et la tassait. En micropesanteur, cette pression diminue, ce qui a pour effet d'étirer la colonne.

- › Modéliser la colonne avec des livres et des éponges :

Les livres représentent les vertèbres, les éponges les disques intervertébraux.



Empilés verticalement (**dispositif 1**) les livres pèsent sur les éponges et les tassent.

Disposés horizontalement (**dispositif 2**), la pression des livres disparaît, les éponges se dilatent.

Le **dispositif 1** représente la colonne vertébrale soumise à la pesanteur ; le **dispositif 2** représente la colonne vertébrale en micropesanteur ■

👉 ALLER PLUS LOIN

- Pour constater l'étirement des vertèbres libérées de la pesanteur, les élèves peuvent être invités à se mesurer individuellement le soir au coucher et le matin au réveil, durant 4 à 5 jours, pour constater et comparer les écarts.
- Compléter par une recherche sur la fonte musculaire des astronautes dont la masse musculaire diminuerait en moyenne de 10 % durant un séjour de 6 mois s'ils ne faisaient pas 2 heures de sport par jour, et jusqu'à 30 % ou 50 % sur les muscles du dos et des jambes.
- Pourquoi ces muscles ? Travail en sciences sur les muscles posturaux, en EPS sur des exercices spécifiques à ces zones.
- Tous les ans, le CNES propose aux lycéens et aux étudiants de tester une de leurs expériences en micropesanteur : c'est le projet **Parabole**.
Contact : education.jeunesse@cnes.fr



Ressources :

<https://corporate.cnes.fr/enmicropesanteur> [Webdocumentaire CNES]
https://www.esa.int/Education/ISS_Education_Kit_-_Lower_Secondary [Kit éducation ESA - collège]
https://www.esa.int/Education/ISS_Education_Kit_-_Primary [Kit éducation ESA - primaire]

Fiche 6

MAN ON THE MOON



OBJECTIFS

- Compréhension et expression orale
- Analyser et communiquer
- Apprendre des termes techniques (journalistiques et scientifiques)



INTRODUCTION

Quand le 21 juillet 1969, Neil Armstrong et Buzz Aldrin se posent sur la Lune, l'événement est enregistré, filmé et diffusé en direct à la télévision et à la radio dans le monde entier. Les archives écrites, vidéo et sonores sont accessibles (sur les sites de presse ou de la NASA) et représentent une base de travail vivante, propice aux échanges. La lecture des journaux sensibilisera au thème et au vocabulaire spatial et permettra éventuellement d'aborder ensuite le contexte historique de l'époque. Le support utilisé ici est un article du New-York Times, consultable sur : https://archive.nytimes.com/www.nytimes.com/learning/general/onthisday/990720onthisday_big.html#article



DÉROULEMENT

ACTIVITÉ 1

Expression orale

- > Commencer par observer la Une du journal (ci-dessus) puis demander aux élèves de la décrire (selon les niveaux, les questions seront posées en français ou en anglais, et leur nombre ajusté).
 - What does the picture represent?
 - Who is the person on the picture? How is he dressed? (astronaut wearing a spacesuit)
 - Where is he? How do you know that? (image + text : "astronaut", "moon...")
 - What are the astronauts doing on the Moon? (cf headline : "collect rocks, plant flag")
 - Do you know about this event? When did it take place? Who where the astronauts?

- Which tasks did the 2 astronauts perform during their moonwalk? (filming, deploying scientific experiments, collecting samples...).
- Was the landing easy? (*"steered their [...] lunar module safely and smoothly", "brought their ship to rest"...*).
- › **Select some words expressing this is an extraordinary event.**
(*"the historic landing / the first human footprint on the lunar crust / excited audience of hundreds of millions of people on Earth / the most daring and far-reaching expedition thus far undertaken"*).
- › **Explain Armstrong sentence "That's one small step for man, one giant leap for mankind".**
- Why is this an historical moment? ■

ACTIVITÉ 3

Lire un texte, repérer les informations clés

- › **Demander aux élèves de lire l'article du journal et d'en résumer les principales informations** (à l'oral ou par écrit, questions sur les 2 premières sections de l'article – jusqu'à l'intertitre *"Nixon Telephones Congratulations"*).
- What happened on July 21, 1969?
- Who was the first man to step on the Moon?
- How did he reach the moon surface? Did he jump out of the lunar module? (cf *"ladder"*).
- What is the Moon's surface made of?
- Is it difficult to move on the Moon? (*"his ability to move about easily in his bulky white spacesuit", "lunar gravity, which is one-sixth that of the Earth", "hopping and loping about"*) ■

ACTIVITÉ 2

Relier les mots à leur traduction, puis repérer ces éléments sur la Une du journal

Subtitle	Gros titre
Caption	Sous-titre
Headline	Citation
Quote	Accroche
Teaser	Légende

(subtitle : sous-titre, caption : légende, headline : gros titre, quote : citation, teaser : accroche) ■

ACTIVITÉ 4

Repérer les noms propres et les relier aux éléments correspondants

Houston	Le nom du journaliste
Apollo 11	Le site d'atterrissage
Eagle	Le nom de la mission
Tranquility base	Le nom du module lunaire
John Noble Wilford	La ville où se situe le centre de contrôle

(Houston : la ville où se situe le centre de contrôle, Apollo 11 : le nom de la mission, Eagle : le nom du module lunaire, Tranquility base : le site d'alunissage, John Noble Wilford : le nom du journaliste) ■

👉 ALLER PLUS LOIN

- En s'appuyant sur l'article, **rédigier un court dialogue** entre Buzz Aldrin et Neil Armstrong échangeant sur leurs premières impressions (sensations, description du paysage lunaire qu'ils découvrent...).
- **Repérer les verbes au prétérit** et les classer en deux catégories : verbes réguliers et irréguliers.
- **Repérer les occurrences du présent perfect** : simple repérage pour élèves de niveau 1 ; niveau 2 : justification de

l'emploi du présent perfect par opposition au prétérit (prétérit factuel / present perfect aboutissement d'une action passée, lien fort avec le présent qui renforce l'idée de grande avancée pour l'humanité –cf. échange avec le président Nixon).

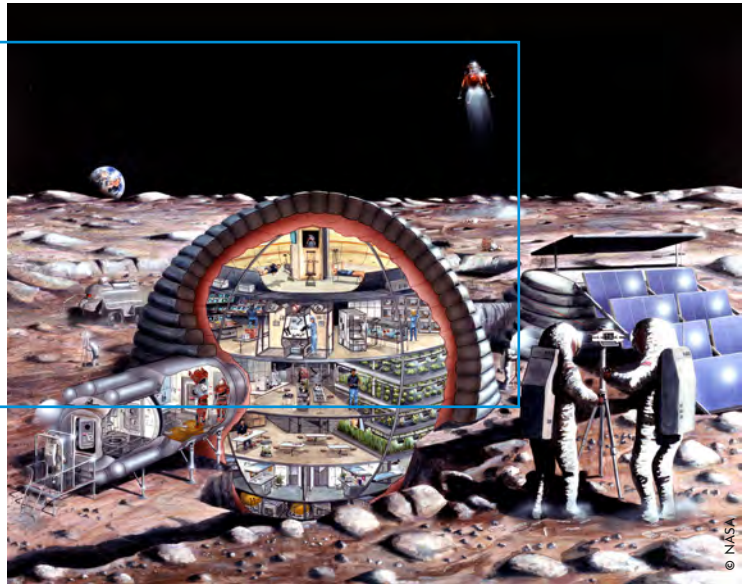
- **Prolonger la lecture** du texte jusqu'à *"the two moon explorers settled down to sleep"* : **aborder le contexte historique** en s'appuyant sur l'échange téléphonique avec le président Nixon (exploration spatiale et Guerre froide).



Resources : https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/index.html [le site Apollo de la NASA]
https://www.esa.int/esaKIDSen/SEM XR6WJDIE_OurUniverse_0.html [ESA Moon page for kids]
<https://www.hq.nasa.gov/alsj/a11/a11step.html> [transcription écrite et audio du dialogue entre Apollo 11 et Houston]

Fiche 7

HABITER LA LUNE



OBJECTIFS

- Comprendre son environnement, découvrir l'environnement lunaire
- Analyser et comparer des données scientifiques
- Imaginer et représenter



INTRODUCTION

Une journée lunaire dure environ 14 jours terrestres, avec une température pouvant atteindre +120°C. La nuit, un froid glacial de -150°C en moyenne s'installe, pour une durée équivalente de 14 jours terrestres (cf. rotation de la Lune). Il peut atteindre jusqu'à -230°C dans les zones les plus froides, au fond des cratères des pôles. Le pôle Sud abrite aussi des réserves d'eau sous forme de glace. Enfin, le vide règne sur la Lune du fait de la quasi-absence de gravité qui empêche les particules de rester à sa surface et donc la formation d'une atmosphère pour protéger des rayonnements ou des chutes de météorites... Un environnement peu propice à la vie ! Et pourtant, l'Homme envisage de s'y installer.



DÉROULEMENT

ACTIVITÉ 1

Recherches et élaborations d'un tableau comparatif Terre/Lune

En vous inspirant du modèle ci-contre, demander aux élèves de dresser un tableau comparatif des caractéristiques terrestres et lunaires et de leurs conséquences pour l'humain.

	Sur Terre	Sur la Lune	Explication	Conséquences
Température				
Atmosphère				
Gravitation				
Climat				

Température

Sur Terre : températures extrêmes de +50°C à -80°C.

Sur la Lune : températures extrêmes de +120°C à -230°C.

Explication : absence d'atmosphère protectrice et créatrice d'effet de serre régulateur.

Conséquences : des températures extrêmes avec des variations de trop forte amplitude pour le corps humain !

Atmosphère

Sur Terre : mélange de gaz dont la présence et la concentration diminue peu à peu lorsqu'on s'élève en altitude.

Sur la Lune : vide.

Explication : absence d'atmosphère, sur la Lune on est dans le vide spatial.

Conséquences : absence de pression et d'oxygène. Impossibilité de respirer, l'air contenu dans le corps s'échappe, la pression à l'intérieur du corps augmente car elle n'est pas contrée par une pression extérieure.

Gravitation

Sur Terre : si gravité terrestre = 1.

Sur la Lune : 6 fois plus faible que sur Terre.

Explication : la masse de la Terre est bien supérieure à celle de la Lune. La force de gravitation étant notamment proportionnelle à la masse, l'attraction terrestre sur un humain est plus puissante.

Conséquences : un humain pèse 6 fois moins sur la Lune. 100 kg sur la Lune sont aussi faciles à porter que 16 kg sur Terre.

Durée du jour

Sur Terre : 24 heures terrestres, dont environ 12 dans la nuit et 12 dans le jour.

Sur la Lune : 29 jours terrestres (29j, 12h, 44min).

Explication : la Lune met 29,53 jours pour se retrouver à la même position face au Soleil. Comme elle met à peu près le même temps pour tourner sur elle-même, environ la moitié de ce temps est le jour, l'autre la nuit.

Conséquences : la durée d'illumination est bien plus grande que sur Terre (à part aux pôles terrestres). Et inversement, les périodes d'absence de lumière durent plus longtemps.

L'eau

Sur Terre : présente sur Terre sous ses 3 états (solide, gazeux, liquide) et permet donc la vie.

Sur la Lune : a priori uniquement présente sous l'état solide avec des réserves d'eau glacée sous les pôles.

Explication : les états de l'eau dépendent de la pression et de la température. La pression à la surface de la Lune est nulle et les températures connaissent des variations extrêmes. Ces conditions ne permettent pas à l'eau de rester présente sous forme liquide ou gazeuse.

Conséquences : pas de vie possible, car pas de dioxygène ni d'eau liquide ■

ACTIVITÉ 2

Imaginer les activités quotidiennes sur la Lune

En s'appuyant sur les différences listées ci-dessus, imaginer à quoi ressembleraient sur la Lune les activités pratiquées sur Terre. Quelques pistes :

Séance de sport

En raison de la faible gravité, faire du sport serait très amusant : un sauteur bondirait 6 fois plus loin et plus haut que sur Terre, même chose pour une balle ! Ce qui signifie qu'il faudrait par exemple des terrains de foot 6 fois plus grands que sur la Terre !

Pause récréative

Pas de vie possible en extérieur sans équipements protecteurs. À quoi ressemblerait un espace de récréation : une cour avec un jardin artificiel ?

Alimentation

Est-il possible de fabriquer un sol et de cultiver des aliments, ou de faire des cultures hors-sol avec de l'eau extraite du sous-sol lunaire ? ■

ALLER PLUS LOIN

Comparer l'attraction des deux astres :

Pour comparer simplement la gravité lunaire et terrestre on utilise le poids. Le poids d'un objet de masse m , situé à la surface d'un astre a pour expression :

$$P_{\text{astre}} = m \times g_{\text{astre}}$$

Avec g_{Astre} l'intensité de pesanteur de l'Astre en $N \cdot Kg^{-1}$

Par exemple $g_{\text{Lune}} = 1,6 N \cdot kg^{-1}$ et $g_{\text{Terre}} = 9,8 N \cdot kg^{-1}$

On peut dès lors calculer le poids d'un objet de masse 80 kg comme la masse d'un Homme, sur la Lune ou sur la Terre.



Ressources :

http://ufe.obspm.fr/IMG/pdf/tp_Lune_crash.pdf [Survivre sur la Lune, activité Observatoire de Paris]

<https://cnes.fr/fr/la-terre> [Cartes d'identités de la Terre et de la Lune]

EXPOSITION LUNE ÉPISODE II

50 ans après le premier pas sur la Lune, le 20 juillet 1969, les projets d'un retour vers la Lune reviennent dans l'actualité. Relevons ensemble le challenge du retour de l'Homme vers la Lune !

Avec « LUNE - Épisode II », l'exposition temporaire de la Cité de l'espace, revivez l'exploit Apollo, et préparez ce nouveau défi en découvrant la réalité de l'environnement lunaire et les contraintes des futures missions, expériences à l'appui !

À partir d'avril 2019

à la Cité de l'espace



www.cite-espace.com



// **PROJET PARABOLE :**
AVEC LE CNES, FAITES VOLER
DES EXPÉRIENCES DE LYCÉENS
OU D'ÉTUDIANTS À BORD DE
L'AIRBUS A310 ZERO-G.



L'ESPACE EN TÊTE

Le CNES (Centre National d'Études Spatiales) est au carrefour de la recherche et de l'industrie. Il élabore la politique spatiale de la France conduite dans un cadre national, européen ou international.

Fort de ses 4 centres et de ses 2 500 employés, le CNES conçoit, développe et exploite des projets spatiaux : lanceurs, satellites, sondes spatiales et segments sols associés. L'action du CNES est structurée autour de cinq grands domaines d'intervention : **Ariane, Sciences, Observation, Télécommunications et Défense.**

Depuis sa création, en 1961, le CNES mène une politique active de diffusion de la culture spatiale et scientifique auprès des jeunes et des enseignants. La conception et la diffusion de supports d'information est une des illustrations de son action, à côté de la formation d'enseignants et de la mise à disposition de données spatiales et de cahiers des charges pour des projets éducatifs à mener en classe ou en clubs. Les contenus de ce livret documentaire et des fiches d'activités associées sont téléchargeables sur le profil enseignants-médiateurs du site du CNES. Bonne lecture !

cnes.fr
<https://jeunes.cnes.fr/>



