

Naufragés sur la Lune !

Informations générales

- ★ Niveau scolaire : Troisième cycle du primaire, Secondaire 1 à 5
- ★ Nombre d'élèves par groupe : Quatre ou cinq
- ★ Durée de l'activité : Une demi à une période de 60 minutes
- ★ Lieu : Salle de classe
- ★ Type d'activité : Résolution de problèmes
- ★ Mots clés : Lune — survivre sur la Lune — établir des priorités
- ★ Matières abordées : Science et technologie, français.

Questionnement

Imagine que tu es naufragé sur la Lune. Parmi une liste d'objets divers dont tu disposes, de quoi auras-tu besoin pour survivre ?

Conceptions fréquentes

Les élèves connaissent généralement assez bien les conditions qui règnent à la surface de la Lune (absence d'atmosphère, températures très froides, etc.). Ils ont tous déjà vu des images d'astronautes marcher sur la Lune vêtus de leurs scaphandres. Ils ont toutefois du mal à apprécier toutes les conséquences de ce type d'environnement, comme par exemple le fait que, sans air, le son ne peut voyager sur la Lune, ou que sans champ magnétique comme sur Terre, une boussole n'est d'aucune utilité sur la Lune.



Concepts de base

Seuls 12 êtres humains peuvent témoigner de ce qu'est la vie sur la Lune : il s'agit des douze astronautes américains des missions Apollo qui ont séjourné de quelques heures à quelques jours sur la surface de notre satellite. Vous trouverez à l'annexe 1 un document qui présente un compte-rendu de leurs témoignages, de même qu'une présentation des principales caractéristiques de l'environnement lunaire.

Objectifs de l'activité

À la fin de cette activité, les élèves seront en mesure de :

- Apprécier les besoins vitaux de base des êtres humains dans l'espace
- Réfléchir sur les caractéristiques physiques de l'environnement lunaire
- Établir des priorités basées sur des arguments scientifiques solides
- Communiquer leurs conclusions et en débattre avec les autres élèves

Déroulement de l'activité

Préparation

Faites suffisamment de copies de la fiche de l'élève intitulée « Naufragés sur la Lune ! », une pour chaque élève (ou chaque équipe).

Matériel nécessaire

- Une copie de la fiche de l'élève intitulée « Naufragés sur la Lune ! » (en annexe du présent guide).

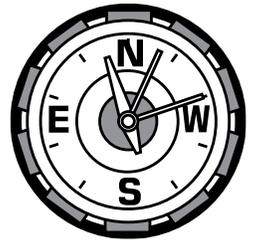
Réalisation

- ❶ Formez des équipes de quatre ou cinq élèves, et distribuez les copies de la fiche de l'élève. Laissez-les débattre entre eux de l'importance relative des articles qui y sont mentionnés. Insistez sur le fait que la liste contient des éléments indispensables, d'autres plus ou moins utiles, et d'autres qui sont carrément inutiles.
- ❷ Rappelez aux élèves qu'ils devront justifier leur évaluation de chaque article en expliquant pourquoi ils le jugent utile ou inutile. Par exemple, ils pourraient juger la boussole inutile parce qu'elle ne permettrait pas de s'orienter (la Lune ne possède pas de champ magnétique). Par contre, ses surfaces polies pourraient servir à signaler leur présence au loin en réfléchissant la lumière du Soleil. Résistez à la tentation de donner d'autres exemples d'articles utiles ou inutiles. La créativité de vos élèves vous surprendra.

Clôture

Copiez au tableau la liste des quinze objets. Demandez à un membre de chaque équipe de présenter aux autres élèves leur liste des objets qu'ils conserveraient sur la Lune. Notez vis à vis chaque item le rang accordé par chaque équipe. Discutez ensuite avec les élèves du bien fondé de leurs choix.

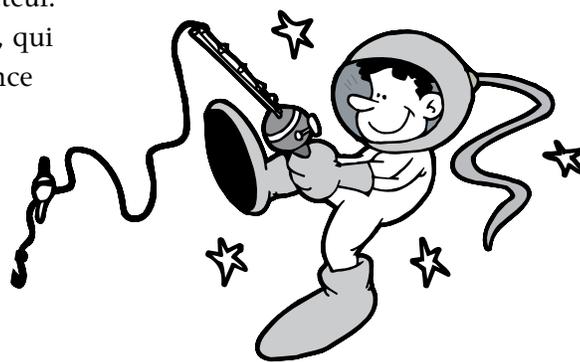
Assurez-vous qu'ils présentent le raisonnement qui les a amené à choisir ces objets plutôt que d'autres. Encouragez la discussion entre les élèves, et la remise en question de certaines de leurs conclusions.



L'environnement lunaire

Les importantes différences environnementales qu'on observe entre la Terre et la Lune découlent principalement de la faible gravité de notre satellite (17% de la gravité terrestre), de même que de l'absence d'atmosphère et de champ magnétique autour de la Lune. Sans atmosphère, la Lune ne peut atténuer les importants écarts de température entre le jour et la nuit, ni redistribuer vers les hautes latitudes la chaleur reçue au niveau de l'équateur.

De plus, rien n'arrête les météoroïdes, petits ou gros, qui s'écrasent régulièrement sur la surface. Enfin, l'absence de champ magnétique laisse le champ libre aux radiations très pénétrantes en provenance du Soleil et d'autres sources situées à l'extérieur du système solaire. Ces radiations peuvent provoquer des mutations génétiques très dangereuses pour les êtres vivants.



L'expérience des astronautes sur la Lune

L'hostilité de l'environnement lunaire a obligé les astronautes à revêtir un lourd scaphandre qui reconstituait autour d'eux une atmosphère respirable, tout en les protégeant du vide ambiant, des écarts de température extrêmes, des micrométéoroïdes et des rayons ionisants.

Les scaphandres des missions Apollo, incluant tous les équipements de survie, étaient beaucoup plus lourds que les astronautes eux-mêmes. Heureusement, dans la faible gravité lunaire, l'expérience de se déplacer avec cette lourde armure était équivalente aux mouvements terrestres sans scaphandre. Seule exception, toutefois : même si son poids était six fois moindre que sur Terre, la masse du scaphandre, et donc son inertie, était la même. Les astronautes devaient donc redoubler d'efforts pour se mettre en mouvement ou s'arrêter.

Après un certain temps d'acclimatation, il est apparu que la meilleure façon de se mettre en mouvement sur la Lune consistait à se laisser pencher vers l'avant pour ensuite pousser légèrement avec ses orteils pour faire des petits bonds, comme un kangourou. Pour arrêter, il suffisait de lancer les pieds vers l'avant et de planter ses talons dans le sol. En cas de perte d'équilibre, il était assez facile de se redresser : la chute était si lente que l'astronaute avait le temps de plier les genoux et de ramener les jambes sous lui. Quant à la marche dans le faible champ gravitationnel de la Lune, elle se rapportait à une série de petits bonds, pieds joints, qui donnait aux astronautes l'impression de marcher sur un trampoline.

Une des tâches les plus importantes des astronautes consistait à déployer des équipements scientifiques sur la surface et ramasser des échantillons de sol. Mais comme le rapporte Edwin Aldrin (Apollo 11), les scaphandres une fois pressurisés devenaient presque aussi dur que des ballons de football. Impossible donc de se pencher pour ramasser des échantillons de sol, d'où la nécessité d'utiliser des râteaux, des pelles, etc. Heureusement, la faible gravité donnait aux astronautes l'impression que les objets étaient six fois plus légers que sur Terre. Comme l'ont rapporté les médecins qui suivaient l'évolution du métabolisme des astronautes, leur consommation d'énergie lors de ces travaux exigeants était élevée, mais pas excessive.

Sur la Lune, l'expérience sensorielle des astronautes était très limitée. Sans atmosphère, aucun son ne voyage sur la Lune. Les astronautes n'entendaient donc que les sons provenant de l'intérieur de leur propre scaphandre, en plus des communications radio. Leur odorat et leur goût ne leur était d'aucune utilité pour explorer l'environnement lunaire. Le sens du toucher était limité à la perception de la dureté des objets qu'ils tenaient à la main, à travers leurs gants épais. Leur seule source d'information était donc visuelle.

Mais l'éclairage fortement contrasté de la surface lunaire par le Soleil et la proximité de l'horizon ont joué de vilains tours aux explorateurs de la Lune. Ils ont eu tendance à fortement sous évaluer les distances, les objets apparaissant beaucoup plus proches qu'ils ne l'étaient en réalité (on constate le même phénomène en haute altitude sur Terre). Le contraste entre les zones éclairées et les ombres était très élevé, rendant difficile la reconnaissance d'objets ou de structures situées dans l'ombre. Il était très difficile de distinguer des objets situés dans la même direction que le Soleil à cause de l'éblouissement. Difficile également avec le Soleil dans le dos, à cause de l'absence de contraste. Visuellement, la meilleure situation était donc d'avoir le Soleil de côté.

Les couleurs étaient également très variables selon la hauteur et la direction du Soleil. Les astronautes ont rapporté avoir constaté des changements dans la coloration d'une même surface, du gris au brun roux, puis au brun foncé, en quelques heures seulement. On peut difficilement imaginer quelles seraient les conditions d'éclairage pour des colons lunaires qui, aux environs de la Nouvelle Lune (face visible de la Lune dans l'ombre), n'auraient que la lumière réfléchie par la Terre comme source d'éclairage.

Partout où ils sont passés, les astronautes et leurs instruments ont laissé des traces dans le sol. Sans atmosphère ni eau, l'érosion sur la Lune est très lente, et uniquement due au bombardement de la surface par les météoroïdes. Il faudra donc quelques centaines de milliers d'années au moins pour effacer complètement les traces au sol. Quant aux instruments et aux véhicules demeurés sur la surface, ils subsisteront sur la Lune pendant encore plusieurs millions d'années.

Les températures

Sur la Lune, près de l'équateur, l'écart de température entre l'aube, juste avant le lever du Soleil, et midi alors que le Soleil passe près du zénith, approche 280° C. Cet important écart s'explique par l'absence d'atmosphère, qui sur Terre joue un rôle de régulation des températures. De plus, sur la Lune, la chaleur accumulée durant le jour s'échappe rapidement dans l'espace une fois la nuit venue. Le tableau no 1 regroupe les températures estimées pour diverses régions lunaires.

Tableau no 1 — Températures de surface de la Lune (estimées)

Région de la Lune	Température moyenne (° C)	Écart mensuel (° C)
Cratères polaires perpétuellement dans l'ombre	- 233	Aucun
Autres régions polaires	- 53 ⁽¹⁾	± 10
Équatoriale	- 19	± 140
Latitudes moyennes (typique)	- 53 < T < - 18	± 110

(1) Des variations annuelles font descendre la température moyenne sous -73° C pendant plusieurs semaines.

Les régions polaires

À cause de la faible inclinaison de l'équateur de la Lune par rapport au plan de son orbite autour de la Terre, le Soleil ne brille jamais au fond de certains cratères et vallées profondes situés près des pôles nord et sud de la Lune. La température y est donc constamment maintenue à environ - 233° C.

On a longtemps cru qu'il pourrait y avoir de la glace au fond de ces bassins, glace qui y aurait été déposée suite à l'impact de comètes ou d'astéroïdes sur la surface lunaire. Dans le vide, l'eau ne peut exister sous forme liquide. Un verre d'eau exposé au vide de la surface lunaire s'évaporerait rapidement en bouillonnant. Un cube de glace exposé aux rayons du Soleil se sublimerait, c'est à

dire qu'il passera directement de l'état solide à l'état gazeux sans passer par l'état liquide : le cube fondra sans qu'une seule goutte d'eau apparaisse à sa surface ! Mais si le même cube de glace est maintenu dans l'ombre, à -233°C , il ne se sublimerait pas et demeurerait intact pendant des millions d'années. Si des comètes ou des astéroïdes se sont effectivement écrasés près des pôles de la Lune, au fond de cratères profonds, il est possible que leurs glaces aient été préservées depuis tout ce temps.

Au printemps 1994, la sonde Clementine nous a fourni la première indication qu'il pourrait peut-être y avoir de la glace au fond de cratères situés près des pôles nord et sud de la Lune. Cette découverte a été confirmée récemment par la sonde Lunar Prospector, qui emportait à son bord un appareil conçu spécialement pour détecter la présence de grandes quantités d'hydrogène (comme dans H_2O) dans le sol lunaire.

De la même manière qu'il existe aux pôles de la Lune des régions perpétuellement dans l'ombre, il existe également des montagnes et des pics perpétuellement éclairés par le Soleil. Des capteurs solaires pourraient commodément y être installés, afin de fournir aux colonies lunaires une source constante d'énergie tout au long du jour lunaire.



Naufragés sur la Lune !

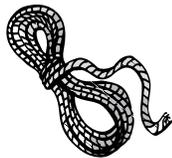
Nom : _____

Groupe : _____ Date : _____

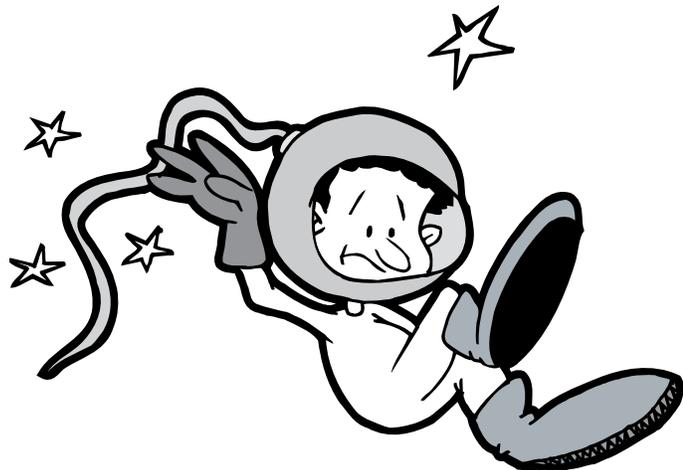
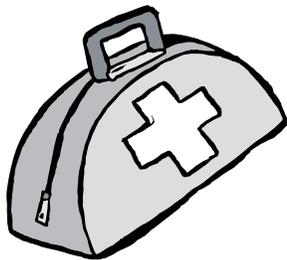
Il n'existe pas de bon ni de mauvais classement en ce qui concerne cette activité. Un très grand nombre de personnes et de groupes, des vendeurs d'assurance jusqu'aux ingénieurs de la NASA, ont participé à cette activité et sont arrivés à des conclusions légèrement différentes les unes des autres. Le raisonnement qui les a conduit à ces conclusions est plus important que le classement lui-même. Le tableau ci-dessous représente le classement le plus fréquent, et les raisons invoquées par les experts.



Rang	Article	Raisonnement
(1)	Oxygène	Élément essentiel à la survie des astronautes
(2)	Eau	Essentiel pour remplacer l'énorme quantité de liquide que les astronautes perdent par la respiration et la transpiration
(3)	Carte des Constellations	Outil essentiel pour s'orienter sur la Lune
(4)	Nourriture	Essentiel pour subvenir aux besoins énergétiques des êtres humains
(5)	Émetteur-récepteur	Essentiel pour communiquer avec le vaisseau de secours une fois que celui-ci s'élève au-dessus de l'horizon
(6)	Corde	Utile pour escalader les falaises ou en cas d'urgence



Rang	Article	Raisonnement
(7)	Trousse de premiers soins	Seringues et aiguilles pratiques pour injecter des médicaments et des vitamines à travers les ouvertures spéciales des scaphandres
(8)	Parachute	Pourrait servir à se protéger du Soleil, mais inutile comme parachute, puisqu'il n'y a pas d'air sur la Lune
(9)	Radeau	Bombonnes de dioxyde de carbone (pour le gonflage) utiles comme moyen de propulsion
(10)	Fusées éclairantes	Utiles comme signal de détresse visible de loin lorsque les secours arriveront
(11)	Pistolet à air comprimé	Possibilité de l'utiliser comme moyen de propulsion (en tirant dans une direction, l'astronaute qui le tient dans ses mains sera propulsé dans la direction opposée)
(12)	Lait	Aliment très énergétique, mais lourd et encombrant
(13)	Sifflet	Inutile; sans air, le son ne se propage pas sur la Lune
(14)	Boussole	Inutile; la Lune ne possède pas de champ magnétique comme la Terre
(15)	Allumettes 	Inutiles; sans atmosphère sur la Lune, les allumettes ne brûleront pas





Naufragés sur la Lune !

Nom : _____

Groupe : _____ Date : _____

Tu fais partie d'une expédition lunaire. Votre vaisseau spatial s'est écrasé sur la Lune. Un vaisseau de secours se dirige vers vous, mais il prendra plusieurs jours avant de vous atteindre. En attendant, tes camarades et toi devez vous rendre jusqu'à un point de rencontre situé à plusieurs kilomètres du lieu de votre accident.

Les articles ci-dessous sont les seuls que vous avez pu récupérer de l'épave de votre vaisseau. Quelle est l'importance relative de chacun de ces articles pour assurer votre survie et vous permettre d'atteindre votre point de rencontre ? Classez ces articles de 1 à 15, 1 étant le plus important et 15 le moins important. N'oubliez pas d'expliquer votre raisonnement.



Rang	Article	Raisonnement
<input type="checkbox"/>	Boîte d'allumettes 	_____
<input type="checkbox"/>	Nourriture concentrée	_____
<input type="checkbox"/>	Corde en nylon de 15 mètres	_____
<input type="checkbox"/>	Parachute	_____
<input type="checkbox"/>	Sifflet 	_____

Rang

Article



Raisonnement

Boîte de lait déshydraté

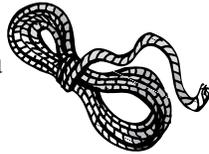
2 bombonnes d'oxygène
de 10 litres

Carte des constellations

Radeau gonflable
avec bombonne
de dioxyde de carbone

Boussole magnétique

22 litres d'eau



Pistolet à air comprimé
avec 6 balles

Fusées éclairantes
à allumage automatique

Trousse de premiers soins
avec des seringues

Émetteur-récepteur
FM fonctionnant
à l'énergie solaire

