

Construis une colonie sur la Lune



Informations générales

- ★ Niveau scolaire : Tous niveaux
- ★ Nombre d'élèves par groupe : Quatre ou cinq
- ★ Durée de l'activité : Environ une journée de travail répartie sur une semaine
- ★ Lieu : Salle de classe
- ★ Type d'activité : Résolution de problèmes, construction d'une maquette
- ★ Mots clés : Lune — colonie lunaire — autosuffisance — vie — modèle et simulation
- ★ Domaines disciplinaires : Science et technologie, français, mathématiques, arts plastiques

Questionnement

Si je devais concevoir et construire une colonie autosuffisante sur la Lune, de quel genre d'équipements et de bâtiments je la doterais ? Comment assurerais-je l'approvisionnement des colons en eau, en oxygène et en nourriture ? Quelle source d'énergie utiliserais-je ? Comment est-ce que je protégerais les colons et les équipements de survie des conditions inhospitalières qui règnent à la surface de la Lune ?

Conceptions fréquentes

Les élèves connaissent généralement assez bien les conditions qui règnent à la surface de la Lune (absence d'atmosphère, températures très froides, gravité réduite, etc.). Ils ont tous déjà vu des images d'astronautes marchant sur la Lune vêtus de leurs scaphandres. Ils ont toutefois du mal à apprécier toutes les conséquences de ce type d'environnement sur la vie humaine. Ils s'imaginent par exemple qu'il s'agit de retenir son souffle pour pouvoir marcher quelques secondes sur la Lune sans scaphandre, ou encore que de grandes quantités d'eau sont enfouies sous la surface.

Concepts de base

De nombreuses personnes ont déjà envisagé de façon très sérieuse et très concrète les étapes qui pourraient nous mener un jour à coloniser la Lune. L'agence spatiale américaine (NASA) prépare d'ailleurs activement le retour d'astronautes sur la Lune, prévu vers l'an 2020. Vous trouverez à l'annexe 1 du présent document un résumé des travaux de nombreuses équipes d'ingénieurs qui se sont penché sur ces questions de même qu'une présentation des nombreux avantages que ces visionnaires invoquent pour motiver leur rêve.

Objectifs de l'activité

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

- identifier les besoins de base des êtres humains (eau, air, nourriture, protection) que ce soit sur Terre, sur la Lune ou dans l'espace
- réfléchir sur les caractéristiques physiques de l'environnement lunaire
- concevoir et construire un modèle d'une colonie lunaire
- communiquer leur concept et leurs idées aux autres étudiants

Cette activité peut facilement être adaptée en fonction de l'âge des élèves. Les élèves plus âgés sont en mesure de réfléchir aux problèmes posés par les conditions inhospitalières de la surface de la Lune, et concevoir des solutions réalistes. Pour les élèves plus jeunes (préscolaire, 1^{er} et 2^e cycles du primaire) l'activité peut se transformer en un processus créatif plus ouvert, leur permettant d'imaginer, dessiner puis construire un structure sur la lune.

Déroulement de l'activité

Préparation

Rassemblez la plus grande diversité possible de matériaux de bricolage en vous inspirant de la liste de la page 3. Mettez vos élèves à contribution en dressant avec eux une liste des choses qu'ils pourraient apporter de la maison. Laissez toutes vos trouvailles bien en vue dans un coin de la classe, afin que les élèves se familiarisent avec les matériaux qu'ils utiliseront. Encouragez-les à ramasser tout objet qui, avec un peu d'imagination, pourrait devenir du « matériel de construction spatial ». Évitez toutefois tout matériel d'origine organique qui risque de se gâter avec le temps.

Assurez vous que chaque équipe ait accès à une surface de travail rigide suffisamment grande sur laquelle construire sa colonie. Rassemblez le matériel de bricolage pour chaque groupe (colle, ciseaux, crayons et ruban adhésif) dans un contenant ou sur un plateau pour une distribution rapide. Assurez-vous d'avoir à portée de la main tous les outils à circulation restreinte (pinces, couteau, etc.) dont les élèves pourraient avoir besoin en cours de réalisation.

Matériel nécessaire

Pour toute la classe :

Rassemblez divers matériaux qui serviront à la construction des colonies lunaires. Voici quelques suggestions : boîtes de lait de divers formats, verres en plastique, en papier ou en styromousse, petits contenants de plastique (contenants vides de yogourt ou de jus de fruit), matériaux d'emballage (moules de styromousse, emballage « à bulles », cacahuètes en styromousse, etc.), cartons d'œufs vides, assiettes de carton ou de styromousse, tubes de carton, bouchons de liège, pailles, boîtes de pellicule photographique, bâtons à café, papier construction de couleurs diverses, ruban adhésif, corde, fil coloré, brins de laine, fil de fer, cintres de métal, papier aluminium, feuilles ou rouleau de plastique transparent, cure-dents, étiquettes vierges ou papier-cache, etc.



Mettez également à la disposition des élèves des outils qu'ils pourront utiliser sous votre supervision : pinces pour couper et plier le fil de fer, un couteau tout-usage pour découper les tubes ou le styromousse, scie, marteau, agrafeuse, etc. Si vous possédez une ceinture à outil, mettez-y vos outils et portez-la lorsque vous irez d'un groupe à l'autre en classe.

Pour chaque équipe :

- Un plan de travail rigide de 60 cm x 60 cm (grand morceau de carton gaufré, style boîte de carton d'emballage, ou un morceau de styromousse rigide) qui servira de base pour la construction de la colonie
- Une ou deux bouteilles ou bâtons de colle
- Une ou deux paires de ciseaux
- Crayons feutres de couleurs assorties

Réalisation

Première partie : Planification d'une colonie lunaire

- ❶ Annoncez à vos élèves qu'ils ont été choisis pour concevoir et construire la première colonie autosuffisante sur la Lune. Ils devront établir une base capable d'assurer la survie des membres de la colonie pendant de très longues périodes, allant de quelques semaines à quelques mois. Bien entendu, un vaisseau de ravitaillement ne prendrait que quelques jours pour franchir la distance Terre-Lune et apporter l'eau, l'air et la nourriture aux nouveaux colons. Mais le coût de tels vols de ravitaillement est très élevé. Les élèves doivent donc viser l'autosuffisance de la colonie. Annoncez-leur qu'ils travailleront en équipe pour concevoir et construire un modèle d'une colonie sur la Lune.

- ② Dites aux élèves que pour mener à bien leur mission, ils doivent d'abord réfléchir aux conditions de vie auxquelles feront face les colons. Quels seront leurs besoins en eau, en air, en nourriture et en énergie ? Comment contrôleront-ils la température à l'intérieur de leur colonie ? Comment se déplaceront-ils sur la surface lunaire ? Comment communiqueront-ils avec la Terre ? De combien d'espace auront-ils besoin pour travailler, préparer leurs aliments, se reposer ? Comment élimineront-ils leurs déchets ? Vos élèves peuvent-ils imaginer vivre sur la Lune ? À quel point la vie sur la Lune serait-elle différente de la vie sur Terre ? Notez les points suivants au tableau, et encouragez les élèves à réfléchir à ce qu'ils impliquent du point de vue de l'établissement d'une colonie sur la Lune :
- Le champ gravitationnel de la Lune est plus faible que celui de la Terre (un objet sur la Lune sera six fois moins lourd que sur Terre)
 - Le « jour » lunaire (la période entre deux levers de Soleil consécutifs) dure 27 jours et 1/3. Pendant cette période, le Soleil est constamment au-dessus de l'horizon pendant un peu moins de 14 jours; après son coucher, il fait nuit sans interruption pendant une période équivalente. Réfléchissez avec eux sur ce que cette donnée implique au niveau de l'utilisation de panneaux solaires comme source d'énergie
 - Les températures moyennes au niveau de l'équateur varient de +107° Celsius le jour à -153° Celsius la nuit
 - La Lune ne possède pas d'atmosphère, et donc pas d'air. De plus, l'absence d'atmosphère fait que la surface est constamment bombardée par des météorites de toutes tailles. Même les micrométéorites posent un réel danger pour d'éventuels habitants de la Lune
 - La Lune ne possède pas de champ magnétique qui, sur Terre, agit comme un bouclier naturel contre les dangereuses radiations en provenance du Soleil. Ces radiations représentent un danger mortel pour les humains
 - La Lune ne possède pas d'eau liquide (il y a peut-être de l'eau sous forme de glace enfouie au fond de cratères situés près des pôles Nord et Sud de la Lune, mais cette découverte n'a pas été confirmée)
 - Le sol lunaire contient une grande variété d'éléments chimiques utiles, comme l'hydrogène, l'oxygène, le carbone, l'azote, etc.

- ③ Aidez les élèves à réfléchir aux équipements nécessaires pour assurer la survie des colons, à l'aménagement des lieux où ils vivront, travailleront, dormiront, se reposeront, etc. et aux articles essentiels dont ils auront besoin. Rappelez-leur que les colons devront vivre dans cette colonie pendant plusieurs mois sans retourner sur Terre. Demandez aux étudiants de justifier chacune des structures qu'ils proposeront, afin de renforcer la pensée scientifique requise lors de cette activité. Inscrivez leurs idées et suggestions au tableau.



Concentrez l'attention des élèves plus jeunes sur les équipements et édifices qui répondent aux besoins essentiels des humains (habitation, eau, air, nourriture, énergie). Les élèves plus âgés pourront créer une colonie plus complexe en tenant compte des caractéristiques de l'environnement lunaire, du but de la mission et des matériaux disponibles sur place.

Lors de telles sessions de « remue-méninges » menées par des experts (notamment des ingénieurs de la NASA), certains choix considérés comme essentiels étaient : des quartiers d'habitation, des laboratoires, une serre, des panneaux et/ou des génératrices solaires, une antenne pour communiquer avec la Terre, une remise, un terrain d'atterrissage, etc.

- ④ Formez les équipes et demandez aux élèves d'ébaucher un plan de leur colonie lunaire. Laissez aux équipes suffisamment de temps pour élaborer un plan réaliste, sans trop entrer dans les détails de la construction de leur maquette.

Deuxième partie : Construction de la maquette d'une colonie lunaire

- ① Si ce n'est déjà fait, montrez aux élèves l'ensemble des matériaux auxquels ils auront accès pour construire une maquette de leur colonie lunaire. Montrez le morceau de carton ou de styromousse sur lequel ils construiront leur maquette. Si certains matériaux sont présents en moins grande quantité, placez des limites sur leur utilisation (par exemple « Un tube en plastique par équipe, S.V.P. ») Suggérez des stratégies pour que les équipes se partagent les matériaux de façon équitable, par exemple en faisant des échanges ou du troc.

- ② Pendant la construction des maquettes, circulez parmi les équipes et aidez les élèves si nécessaire. Posez des questions et encouragez les élèves à se servir de leurs connaissances et de leur imagination.
- ③ Suggérez aux élèves d'identifier les différentes parties et structures de leur colonie (quartiers d'habitation, serre, aire d'alunissage, etc.). Si vous avez accès à des étiquettes vierges, distribuez-les en quantité égale à chaque équipe.
- ④ Prévoyez suffisamment de temps à la fin de chaque période pour que les élèves aient le temps de ramasser leur matériel et ranger la classe. S'ils n'ont pas complété leurs modèles, prévoyez une ou plusieurs autres périodes ultérieurement, et encouragez les élèves à accumuler des matériaux supplémentaires à la maison entre temps. Invitez-les à les apporter en classe et à les intégrer dans leurs modèles.

Troisième partie : Visite des colonies lunaires

- ① Lorsque les équipes auront complété la construction de leurs maquettes, il sera temps de les présenter aux autres élèves de la classe et, pourquoi pas, de l'école. Demandez-leur d'imaginer qu'ils organisent des visites guidées pour des dignitaires de la Terre qui leur rendent visite. Les élèves auront sans doute investi beaucoup d'énergie et de créativité dans leur maquette; ils seront donc heureux de présenter leur colonie et d'expliquer leurs inventions ingénieuses.
- ② Planifiez une période suffisamment longue pour ces présentations. Les exposés peuvent se faire durant une même période ou être échelonnées sur deux ou trois jours. Allouez quelques minutes pour que les autres élèves puissent poser des questions. Vous pouvez guider ces discussions avec des questions telles que :
 - De quelle manière votre colonie permet-elle à des humains de survivre sur la Lune ?
 - Quelle sera, selon vous, la qualité de vie des habitants de votre colonie ?
 - Quels divertissements et loisirs seront disponibles dans votre colonie ?
 - La nourriture sera-t-elle à votre goût ?
 - Aimerez-vous participer à une telle mission quand vous serez grand ?

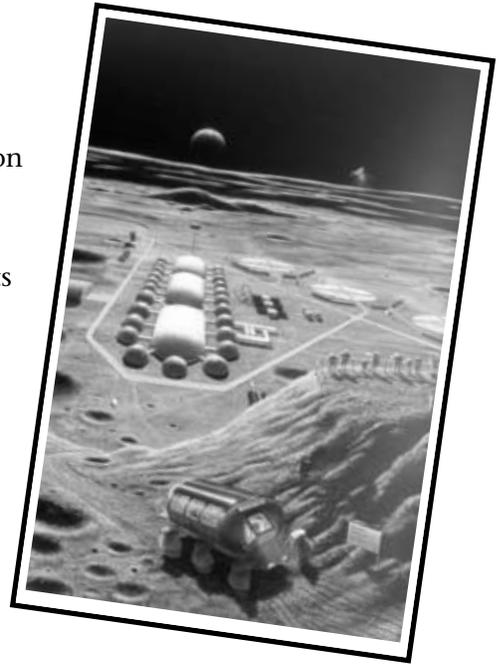
Clôture

- 1 Proposez aux élèves d'écrire un court texte décrivant la vie quotidienne des habitants de leur colonie. Ils pourraient rédiger un rapport spécial sur l'exploration des particularités topographiques de leur nouveau monde, ou décrire leurs expériences scientifiques. Ils pourraient également écrire une lettre à leurs parents décrivant l'expérience inoubliable de voir la Terre dans le ciel plutôt que notre Lune.

Pour aller plus loin...

Invitez les élèves à publier le premier journal ou à présenter le premier bulletin de nouvelles provenant de la Lune. Comment décriront-ils leur vie de tous les jours ? Quel sera leur point de vue ? Quelles seront leurs grandes découvertes ?

- 2 Proposez aux élèves de concevoir et construire une station spatiale qui demeurera en orbite autour d'une planète ou voyagera dans l'espace. Demandez-leur de réfléchir aux problèmes posés par l'apesanteur. La plupart des concepts futuristes de stations spatiales les font tourner continuellement sur elles-mêmes pour créer une gravité artificielle grâce à la force centrifuge.
- 3 Demandez aux élèves de répondre aux critiques qui soutiennent que nous ne devrions pas nous établir sur d'autres mondes. Certains prétendent que ces mondes ne devraient pas être colonisés parce que leur exploitation par les humains risquerait de les altérer ou de les polluer de façon irrémédiable. D'autres craignent les conflits qui risqueraient de naître de la compétition entre compagnies ou entre états concurrents pour le contrôle des ressources de la Lune ou des planètes. Vos élèves sont-ils d'accord ? Voudraient-ils que leurs missions soient limitées à l'exploration ? Accepteraient-ils que des mines ou des usines soit construites sur les autres mondes ?



Adapté de : *Planetarium Activities for Student Success*, Vol. 7 *Moons of the solar system*, produit par le programme d'enseignement en astronomie du *Lawrence Hall of Science*, Université de la Californie à Berkeley. © 1993 *The Regents of the University of California*.

Une colonie sur la Lune

La colonisation de la Lune

Avant le début des années 60, les spécialistes s'entendaient pour dire qu'il était impossible qu'un être humain puisse vivre ailleurs que sur Terre. Depuis ce temps, des centaines d'hommes et femmes ont séjourné plus ou moins longtemps dans l'espace en orbite autour de la Terre, et 12 astronautes ont vécu et travaillé jusqu'à 3 jours de suite sur la Lune.

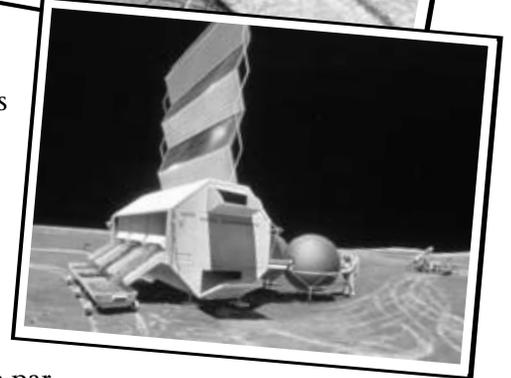
La proximité de la Lune, l'absence d'atmosphère, sa faible gravité et ses ressources potentielles en font le point de départ obligé de l'exploration et la colonisation de l'espace par l'humanité. La Lune constitue sans doute le premier barreau de la longue échelle qui amènera l'humanité vers les étoiles.

Une telle entreprise ne sera toutefois pas facile. La Lune est loin d'être un endroit accueillant. On y trouve ni nourriture, ni air. Les températures moyennes varient de $+107^{\circ}$ Celsius le jour à -153° Celsius la nuit. Sans atmosphère pour la protéger, la surface de la Lune reçoit des doses mortelles de radiations en provenance du Soleil. Il faudra développer des systèmes de survie complexes, de nouvelles techniques de construction et plusieurs autres innovations scientifiques avant de pouvoir coloniser la Lune à long terme.

Avantages de coloniser la Lune

La proximité de la Lune facilite les échanges entre la Terre et son satellite : il ne faut que quelques jours à un vaisseau spatial pour franchir la distance qui nous sépare de la Lune. Pour Mars et Vénus, les deux proches voisines de la Terre, le temps de vol se mesure plutôt en mois.

Sans atmosphère, la Lune représente un environnement extrêmement hostile à la vie. Par contre, le vide poussé sur la surface de la Lune en fait l'endroit idéal pour conduire des observations astronomiques du Soleil et du ciel profond. De plus, on pourrait mettre les radiotélescopes à l'abri des interférences radio terrestres en les construisant sur la face cachée de la Lune.



La gravité de surface de la Lune est six fois moins importante que celle de la Terre. Sur la Lune, les objets ne pèsent donc plus qu'un sixième de leur poids terrestre. Ainsi, pour décoller de la surface lunaire, une fusée aura besoin de six fois moins de poussée (et donc de carburant) que si elle s'élevait de la surface terrestre. La faible gravité de la Lune permet également de construire des structures de beaucoup plus grande envergure que sur Terre (miroirs de télescopes, antennes de radiotélescopes, etc.) sans qu'elles ne se déforment sous l'effet de leur propre poids.

On commence à peine à recenser les ressources potentielles de la Lune. Les astronomes croient avoir confirmé la présence d'importantes quantités d'eau sous forme de glace au fond de cratères perpétuellement à l'abri des rayons du Soleil, près des pôles de la Lune. Cette eau pourrait devenir la ressource la plus précieuse que la Lune ait à offrir. Avec de l'eau, on peut nourrir une colonie lunaire, lui fournir de l'oxygène, fabriquer du carburant pour les fusées, etc.

S'il s'avère qu'il n'y a pas d'eau sur la Lune, il pourrait être possible d'en fabriquer à partir des éléments chimiques déjà présents dans le sol lunaire. La croûte lunaire est riche en oxygène, et le vent solaire y a incrusté une grande quantité d'hydrogène et d'hélium. On pourrait extraire ces éléments, et bien d'autres, en chauffant le sol lunaire : par exemple, l'hélium-3 s'évapore à 1 100° C et l'oxygène, qui représente 40% en poids de la couche de poussière qui recouvre la surface, s'évapore à 1 650° C. Cette technique exigerait cependant qu'on traite d'énormes volumes de sol lunaire pour en extraire des quantités raisonnables d'éléments utiles.

On pourrait également extraire l'eau des astéroïdes (les astéroïdes contiennent jusqu'à 10% de leur masse sous forme d'eau) ou des comètes, et l'amener ensuite sur la Lune. Vu la gravité relativement faible des astéroïdes, des comètes et de la Lune par rapport à la gravité terrestre, ce processus serait beaucoup moins dispendieux que d'amener l'eau directement de la Terre.

Les étapes de la colonisation

Selon plusieurs, la colonisation et l'exploitation de la Lune se fera tôt ou tard, lorsque l'humanité aura maîtrisé les différentes technologies qui lui permettront de s'installer et de travailler dans un environnement spatial hostile. Notons que la construction et l'exploitation de la station orbitale internationale devrait nous permettre de faire des progrès énormes dans des domaines qui trouveront une application directe sur la Lune : recyclage des matières premières nécessaires à la vie (eau, air, nourriture), physiologie humaine en micro gravité, résistance des matériaux soumis à l'environnement spatial, transformation de l'énergie solaire en électricité, etc.

Parmi les étapes que nous devons franchir avant de nous établir sur la Lune, et les nombreux bénéfices que nous espérons en retirer, notons les suivants :

- Envoi de sondes en orbite autour de la Lune pour compléter notre connaissance de la Lune, de son environnement et de ses ressources;

- Envoi de sondes de surface capables d'explorer la surface lunaire et de renvoyer sur Terre des échantillons de sol et de sous-sol;
- Installation de bases lunaires temporaires, occupées par deux ou trois astronautes durant quelques jours, afin de conduire des expériences et des tests préparatoires à l'établissement d'une base permanente;
- Envoi de robots intelligents sur la Lune afin d'assister les astronautes dans leurs travaux d'exploration et d'installation;
- Construction d'observatoires astronomiques dans tous les domaines de fréquence, pour l'observation du Soleil, des planètes (solaires et extra solaires) et du ciel profond (étoiles, nébuleuses et galaxies);
- Développement d'un système de transport fiable et peu coûteux pour envoyer du matériel et des vivres depuis la Terre vers la future colonie lunaire;
- Établissement d'une colonie habitée en permanence, autonome et autosuffisante. Les habitations devraient être enfouies sous quelques mètres de régolite (le sol lunaire) pour protéger ses habitants de l'environnement lunaire hostile (vide poussé, bombardement de météoroïdes, écarts de température importants);
- Installation sur la Lune de capteurs solaires de grande envergure pour alimenter la colonie lunaire, et exportation de cette énergie vers la Terre ou vers des stations orbitales terrestres;
- Construction de serres et de fermes d'élevage pour nourrir la colonie lunaire et les stations orbitales terrestres, moins coûteuses à approvisionner depuis la Lune que depuis la Terre;
- Établissement d'usines mobiles permettant d'extraire du sol lunaire les éléments chimiques de base nécessaires au maintien de la vie : eau, hydrogène, oxygène, carbone, azote, etc. L'oxygène et l'hydrogène fourniraient en outre le carburant nécessaire pour lancer des missions d'exploration en route vers les autres planètes, faisant de la Lune la principale « station service » du système solaire;
- Construction de radiotélescopes géants sur la face cachée de la Lune, à l'abri des interférences radio en provenance de la Terre;
- Prospection minière sur la Lune (aluminium, fer, titane, etc.);
- Construction de complexes de développement et d'entraînement pour les missions d'exploration et de colonisation des autres mondes du système solaire (Mars, astéroïdes, satellites de Jupiter, etc.);

- Extraction et exportation vers la Terre de l'élément chimique hélium-3, implanté dans le sol lunaire par le vent solaire. Cet élément est le combustible idéal pour des réactions de fusion nucléaires qui produisent des déchets très peu radioactifs.

L'exploitation commerciale de la Lune

En attendant d'établir une base lunaire pour y effectuer de la recherche scientifique ou pour exploiter ses ressources, certains promoteurs voient la possibilité d'utiliser la Lune à des fins commerciales, par exemple en y envoyant les cendres de personnes défuntes, ou en ramenant des échantillons de roches lunaires destinées à la vente au public.

D'autres promoteurs proposent d'envoyer sur la Lune un robot télécommandé dont des amateurs sur Terre pourraient contrôler les mouvements depuis un poste de commande, moyennant un certain montant d'argent pour chaque minute de manipulation. Cette forme de « téléprésence » pourrait plaire aux amateurs de jeux vidéo.

Et pourquoi pas du tourisme sur la Lune ? Visite des sites d'alunissage des missions Apollo, activités sportives de toutes sortes dans le faible champ gravitationnel de la Lune, Jeux Olympiques en gravité réduite, etc. Dans ce domaine comme dans bien d'autres, seuls les moyens financiers et techniques limitent notre imagination. À quand le premier Disneyland[©] et le premier McDonald's[©] sur la Lune ?

Les rêves des promoteurs risquent toutefois de se heurter à un traité international établi sous l'égide des Nations-unies qui interdit à une nation ou une entreprise de réclamer des droits de propriété sur quelque objet spatial que ce soit. L'espace appartient à tout le monde et il ne reste plus qu'à espérer qu'il en sera toujours ainsi...

