



Creuse-méninges spatial



Guide de l'éducateur

Le Creuse-méninges spatial est l'une des occasions offertes aux jeunes par l'Agence spatiale canadienne chaque année pour les faire participer aux passionnantes missions lunaires du Canada. Les jeunes sont invités à relever les défis auxquels sont confrontés actuellement les professionnels du secteur spatial dans le cadre d'un exercice de résolution de problèmes et de réflexion sur la conception. Voici votre guide pour aider les jeunes à se creuser les méninges pour l'Agence spatiale canadienne (ASC) afin de trouver des solutions à divers problèmes et questions ouvertes liés à la station spatiale lunaire Gateway et à d'autres missions spatiales. Cette activité permet aux jeunes de plonger dans l'apprentissage des sciences, des technologies, de l'ingénierie et des mathématiques en tentant de résoudre de véritables problèmes auxquels l'ASC essaie de trouver des solutions.

Nul besoin d'être un passionné de l'espace pour faire cette activité, juste d'avoir de la compassion pour vos semblables. Nous voulons que les jeunes découvrent le rôle qu'ils peuvent jouer dans l'exploration spatiale, maintenant et dans l'avenir quand ils étudieront en sciences, en technologie, en ingénierie ou en mathématiques (STIM) ou qu'ils choisiront une carrière en STIM. Il s'agit avant tout d'une invitation pour les jeunes à communiquer leur expérience et leur curiosité à nos experts ainsi qu'à exposer ces derniers à de nouvelles perspectives et à stimuler l'innovation.

L'initiative s'adresse aux jeunes de la 6e à la 8e année et de la 9e à la 12e année. Pour chacun des groupes d'âge, le sujet reste le même, mais les critères d'évaluation et les fiches de travail utilisées pour les projets ne sont pas les mêmes. Les participants sont encouragés à travailler en équipe de six au maximum, mais les projets individuels sont acceptés.

Table des matières

Résumé de l'activité	2
Thèmes liés au programme d'enseignement	2
Préparation	3
Fiches de travail de l'élève	4
Soumission des fiches de travail	5
Critères d'évaluation	6
ANNEXE	7

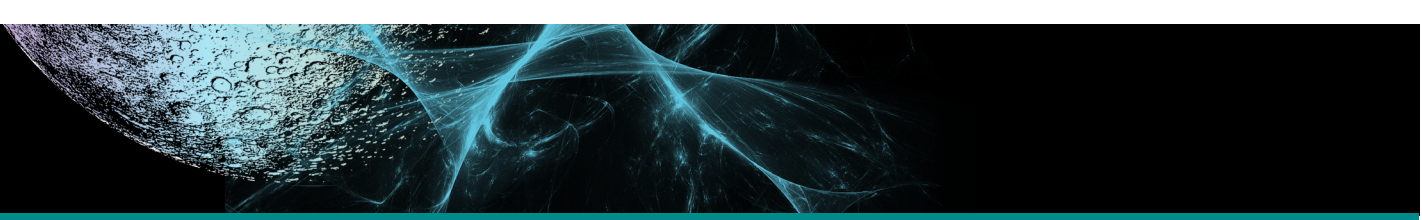


Résumé de l'activité

- Contexte :** Le Canada et la communauté spatiale mondiale se préparent aux missions Artemis et de la station spatiale lunaire Gateway, qui visent à retourner sur la Lune et, un jour, à envoyer des astronautes sur Mars. Ces objectifs ambitieux s'accompagnent de nouvelles réalités dans les missions spatiales qui exigent de trouver de nouvelles façons de produire des aliments frais pour les astronautes, le thème du Creuse-méninges spatial de cette année.
- Objectif :** Les jeunes se pencheront sur la question de la production alimentaire sur Terre pour concevoir et développer une solution à cet égard qui tient compte de certaines contraintes. Les participants peuvent travailler en collaboration pour trouver une solution à un aspect du problème; faire partager leurs idées en dehors de leur groupe pour avoir des avis, qu'ils évaluent ensuite; déterminer l'applicabilité et les limites de leur solution; revoir leur solution, qui peut être ensuite soumise à notre Creuse-méninges spatial annuel.
- Le défi :** **Vous êtes un futur astronaute en mission sur la Lune pour une période d'un an. Concevez un système destiné à produire des aliments frais, savoureux et nutritifs pour vous et vos coéquipiers en limitant le plus possible les déchets.** N'oubliez pas les contraintes qui vous sont imposées et produisez assez d'aliments frais pour compléter les aliments emballés déjà fournis à l'équipage de quatre adultes.
- Aperçu :** **Voici un aperçu de l'activité, qu'elle soit réalisée sur un ou plusieurs jours**
- 1) Faites la présentation préparée par l'ASC pour expliquer l'activité.
 - 2) Fournissez aux participants des ressources supplémentaires (voir à la fin du document) et la fiche de travail de l'élève pour guider les équipes en ce qui concerne la forme que devra prendre leur solution.
 - 3) Les participants en équipe de six ou moins font un remue-méninges pour trouver une solution au défi proposé. Ils consignent leurs idées sur la fiche de travail de l'élève.
 - 4) Les participants présentent leur idée de projet à d'autres (camarades, amis, famille, éducateurs, experts invités) afin d'obtenir leur point de vue sur ce qu'ils proposent.
 - 5) Les participants évaluent les avis reçus et déterminent l'applicabilité et les limites de leur idée. Ils utilisent ensuite la fiche de travail pour détailler la solution qu'ils souhaitent soumettre.

Thèmes liés au programme d'enseignement

- Sciences :** Recherche, analyse critique des ressources, divers systèmes de connaissances, littératie alimentaire, préparation des aliments et salubrité, sécurité alimentaire dans des environnements éloignés (y compris l'espace), botanique, compréhension des conditions environnementales favorables à la croissance des plantes.
- Sciences spatiales :** Lune et environnement lunaire, missions lunaires (Artemis), nourriture dans l'espace, production alimentaire dans l'espace, expériences scientifiques dans l'espace, technologies disponibles en mission spatiale, nutrition des astronautes, système de production alimentaire, production alimentaire dans différents environnements.
- Santé :** Bien-être mental, santé physique, résilience et adaptation, motivation positive, famille et communauté, choix santé, liens entre aliments, nutrition et santé physique.
- Art :** Arts numériques, dessin, médias, photographie.
- Langue et études sociales :** Rédaction d'une proposition, présentation de la proposition, recherche et rapports.



Résultat : Lorsque les participants auront terminé cette activité, ils seront plus en mesure de comprendre les éléments suivants :

- Types d'aliments consommés actuellement par les astronautes en mission spatiale
- Production alimentaire sur Terre et dans l'espace; conditions nécessaires pour favoriser la croissance des plantes
- Systèmes de production alimentaire; impacts de l'environnement lunaire sur la production alimentaire
- Types de carrière dans le domaine de la production alimentaire dans l'espace et professionnels du domaine

Compétences : Les élèves pourront développer les compétences suivantes :

- faire preuve de raisonnement critique pour trouver une solution à un problème;
- trouver et examiner des ressources documentaires et des idées;
- en ce qui concerne le processus d'apprentissage des STIM :
 - trouver des façons originales de concevoir quelque chose qui sera une solution au problème;
 - préparer une première version de la solution;
 - analyser ou tester cette solution;
 - obtenir des avis constructifs en vue d'améliorer la solution;
 - revoir (modifier) la solution avant de la soumettre.

Préparation

Voici ce dont vous aurez besoin pour réaliser l'activité :

- 1) la présentation téléchargeable à partir du site Web;
- 2) les fiches de travail de l'élève (une pour les élèves de la 6e année à la 2e secondaire et une autre pour ceux de la 3e à la 5e secondaire);
- 3) le présent guide de l'éducateur, notamment la liste de questions d'orientation et les ressources se trouvant en annexe.

Présentation

La présentation vient aider à expliquer l'activité aux participants et jette les bases du processus de réflexion. Elle fournit des renseignements généraux sur le sujet, les critères d'évaluation et les attentes. Des aide-mémoire et des questions de discussion sont proposés pour susciter l'intérêt et la réflexion. Les participants conçoivent une solution visant à compléter avec des aliments frais la nourriture emballée déjà fournie à quatre astronautes lors d'une mission d'un an sur la Lune. Ils devront donc s'assurer qu'elle respecte les contraintes de l'environnement lunaire. Ces contraintes et certaines autres considérations sont présentées dans les deux dernières diapositives. Il est recommandé de laisser la dernière diapositive à l'écran pendant que les participants réfléchissent à leur solution.



Fiches de travail de l'élève

Il y a deux fiches de travail distinctes. Sélectionnez la fiche qui correspond au niveau scolaire des participants (une pour les élèves de la 6^e année à la 2^e secondaire; une autre pour les élèves de la 3^e à la 5^e secondaire.)

Il faut consigner les solutions finales dans la fiche de travail, qui doit être soumise au format PDF comme il est indiqué à la rubrique « Soumission des fiches de travail » (plus bas). En groupe, les participants peuvent utiliser une feuille blanche ou des outils en ligne, ou les deux, pour effectuer un remue-méninges et des recherches, se mettre d'accord sur une idée et préparer l'ébauche de solution avant de la consigner dans leur fiche de travail. Si la fiche de travail est remplie à la main, il est important que l'écriture soit lisible, sinon la soumission ne sera pas prise en compte.

Activités supplémentaires facultatives

Vous pourriez demander aux participants de faire l'activité [Agriculture extraterrestre](#) de l'ASC en plus du Creuse-méninges spatial. Dans cette activité, les élèves apprendront quels types d'aliments conviendraient le mieux pour une production à la Station spatiale internationale, sur la Lune et sur Mars. Ils créeront aussi une maquette de ce que pourrait être un système de production alimentaire sur un corps céleste autre que la Terre.

Il y a aussi l'activité [Maître cuisinier sur Mars](#) qui pourrait aider les élèves à comprendre les exigences et ce qu'il faut prendre en considération au sujet des aliments destinés aux missions de longue durée.

Les élèves pourraient aussi explorer le [Défi de l'alimentation dans l'espace lointain](#), qui vise la mise au point de nouvelles technologies de production alimentaire pour les astronautes des futures missions spatiales. Elles élargiraient aussi les possibilités sur Terre en ce qui concerne la production d'aliments. Ce concours a été lancé par l'Agence spatiale canadienne en partenariat avec la NASA en janvier 2021. On est en rendu à la dernière phase et les gagnants seront annoncés au printemps 2024. Le nom des projets finalistes se trouve sur le site Web de l'Agence : nul doute que ce sera une source d'inspiration pour les élèves.

Calendrier

Vous pouvez organiser le Creuse-méninges spatial selon un horaire qui vous convient, mais des options sont proposées. N'oubliez pas que les solutions trouvées par les participants doivent être soumises à l'Agence spatiale canadienne au plus tard le **mercredi 28 février 2024 à 14 h (HE)** et dans le format indiqué dans la fiche de travail.

Il est possible pour les participants de soumettre plus d'une solution : il faut alors soumettre chaque solution de façon distincte.

Note : Les participants devront peut-être avoir accès à Internet ou aller à la bibliothèque pour faire des recherches sur divers sujets pendant qu'ils pensent à leur solution.

Forme adaptable de l'activité

L'activité se présente actuellement sous une forme adaptable permettant aux éducateurs de choisir la profondeur et la durée de l'interaction avec les participants, que ce soit en personne ou en virtuel.

Il faut au moins 2,5 heures pour réaliser l'activité lors d'une seule journée. Mais elle peut se faire en plusieurs séances en fonction de ce qui vous convient le mieux.

Activité en 2,5 heures :

- L'éducateur donne une introduction en utilisant la présentation fournie. – 30 minutes
- Remue-méninges – 1,5 heure
 - Les participants explorent les ressources, posent des questions, lancent des idées et proposent un concept ou une idée définitifs
 - L'éducateur (ou un expert invité) prend du temps avec chacune des équipes pour discuter de leur solution et faire des observations pour l'améliorer.
- Les participants intègrent les observations au concept ou à l'idée. – 15 minutes
- Les participants remplissent leur fiche de travail. – 15 minutes
- L'éducateur soumet les fiches de travail à l'ASC en suivant le processus décrit à la rubrique « Soumission des fiches de travail ».



Activité sur plusieurs jours (au moins trois jours, une séance de 60-90 minutes par jour) :

1^{er} jour

- L'éducateur donne une introduction en utilisant la présentation fournie. – 30 minutes
- Les participants font un remue-méninges et examinent la fiche de travail en consultant d'autres ressources. 30 à 45 minutes

2^e jour

- Les participants poursuivent leur remue-méninges et retiennent une idée par groupe. – 30 à 40 minutes
- L'éducateur (ou un expert invité*) prend du temps avec chacune des équipes pour discuter de leur solution et faire des observations pour l'améliorer. – 20 à 30 minutes

3^e jour

- Les participants intègrent les points de vue au concept final ou à l'idée finale. – 20 minutes
- Les participants remplissent leur fiche de travail. – 15 minutes
- L'éducateur soumet les fiches de travail à l'ASC à la rubrique « Soumission des fiches de travail ».

En virtuel

Il est aussi possible de faire l'activité en virtuel en utilisant un programme de vidéoconférence.

- L'éducateur fait la présentation à l'écran.
- Il fournit aux élèves le PDF interactif de la fiche de travail pour les aider dans leur processus de réflexion.
- Les élèves forment des équipes avec la fonction « salle de petits groupes » ou travaillent individuellement pour trouver des idées à l'aide d'un outil de collaboration virtuelle.
- Ils présentent leurs idées à l'éducateur, à l'expert invité* ou à tout le groupe pour obtenir des réactions.
- Ils se remettent en équipe, mettent la dernière main à leur idée et remplissent le PDF de la fiche de travail en vue la soumettre.

* Note : Les éducateurs sont encouragés à inviter des experts de leur localité pour inspirer les jeunes. Ils peuvent consulter la liste d'[ambassadeurs canadiens de l'espace](#) pour en trouver un dans leur région.

Soumission des fiches de travail

Nous demandons que l'**éducateur soumette** la ou les fiche(s) de travail complétée(s) en format .pdf en utilisant le formulaire en ligne sur le site Web de l'ASC.

- 1) À la première page, les participants doivent nommer leur projet (titre du projet). **Veuillez donc vérifier cette section.**
- 2) Les participants doivent aussi remplir **TOUTES les sections** du mieux qu'ils peuvent afin que nous puissions nous faire une idée la plus précise possible de la solution qu'ils proposent.
- 3) Si la fiche de travail est remplie à la main, il est important que l'écriture soit lisible, sinon la soumission ne sera pas prise en compte.
- 4) Joignez les dessins au dossier (s'il y a lieu)

Important : Il est obligatoire d'utiliser la fiche de travail fournie par l'ASC pour cette activité, sinon la soumission ne sera pas retenue.

IMPORTANT : Enregistrez chaque document avec votre nom (éducateur) de la façon suivante : prénom_nom de famille.pdf. Si vous soumettez plus d'un fichier, ajoutez simplement un numéro à la fin (prénom_nom de famille1.pdf, prénom_nom de famille2.pdf, etc.).

Date limite : **jeudi 28 février 2024 à 14 h (HE).**



Critères d'évaluation

Toutes les soumissions admissibles seront évaluées en fonction du groupe d'âge et des critères énumérés ci-dessous.

Si plusieurs inscriptions obtiennent la même note, un gagnant sera déterminé par tirage au sort.

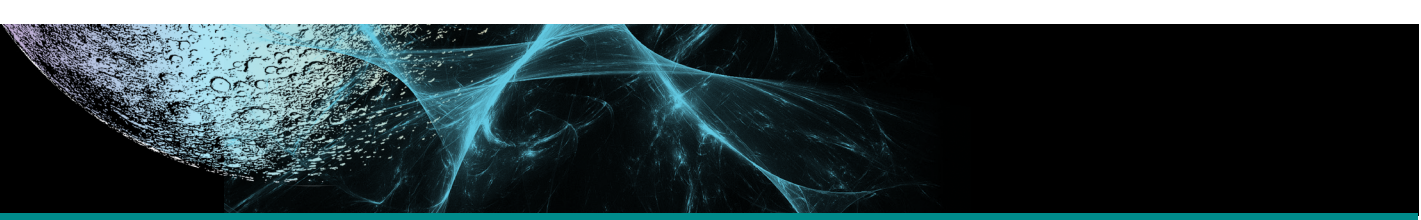
Élèves de la 6^e année à la 2^e secondaire

Critère d'évaluation	Description
Communication	A. La solution résout-elle le problème correctement et complètement? Si elle le résout en partie seulement, quels sont les éléments résolus? B. Les explications sont-elles claires et faciles à lire? Les schémas sont-ils présentés clairement?
Innovation	A. La solution règle-t-elle le problème d'une manière nouvelle ou inhabituelle? Est-elle différente des solutions actuelles ou s'agit-il d'une variation de quelque chose qui a déjà été fait? B. Est-il possible d'adapter la solution pour une utilisation sur Terre? Quelles sont les modifications envisagées pour adapter la solution?
Validité	A. Comment les contraintes du problème sont-elles prises en compte dans la conception de la solution? B. Dans quelle mesure la solution est-elle fondée sur des principes scientifiques? La solution est-elle logique et réaliste?
Raisonnement critique	A. Si la solution a été modifiée à la suite de commentaires, y a-t-il moyen de savoir où les modifications ont été faites? Si aucune modification n'a été apportée, une explication a-t-elle été fournie?

Élèves de la 3^e à la 5^e secondaire

Critère d'évaluation	Description
Communication	A. La solution résout-elle le problème correctement et complètement? Si elle le résout en partie seulement, quels sont les éléments résolus? B. Les explications sont-elles claires et faciles à lire? Les schémas sont-ils présentés clairement?
Innovation	A. La solution règle-t-elle le problème d'une manière nouvelle ou inhabituelle? Est-elle différente des solutions actuelles ou s'agit-il d'une variation de quelque chose qui a déjà été fait? B. Est-il possible d'adapter la solution pour une utilisation sur Terre? Quelles sont les modifications envisagées pour adapter la solution?
Validité	A. Comment les contraintes du problème sont-elles prises en compte dans la conception de la solution? B. Dans quelle mesure la solution est-elle fondée sur des principes scientifiques? La solution est-elle logique et réaliste?
Analyse critique	A. Les limites de la solution ont-elles été mentionnées? Comment les limites ont-elles été analysées? B. Quels sont les commentaires reçus? Si la solution a été modifiée à la suite de commentaires, y a-t-il moyen de savoir où les modifications ont été faites? Si aucune modification n'a été apportée, une explication a-t-elle été fournie?

Nous espérons que votre groupe appréciera le Creuse-méninges spatial! Si vous avez des questions, n'hésitez pas à communiquer avec nous à l'adresse stimjeunesse-youthstem@asc-csa.gc.ca. Nous tenons à ce que l'expérience soit enrichissante pour vous aussi.



ANNEXE

Questions d'orientation supplémentaires

Introduction à l'alimentation dans l'espace

- En quoi ce qu'on mange dans l'espace est-il différent de ce qu'on mange sur Terre?
- Pourquoi les aliments destinés aux astronautes dans l'espace doivent-ils subir un conditionnement particulier?
- Quels sont les outils et technologies disponibles à la Station spatiale pour la nourriture?
- Quels sont les types d'aliments fournis aux astronautes?
- Les aliments destinés à l'espace doivent-ils respecter des critères?

Production alimentaire

- Pouvez-vous imaginer un potager dans une cour d'école et ce qu'il faut faire ou y ajouter pour que les plantes poussent?
- Les plantes poussent-elles toutes de la même manière? Sinon, qu'avez-vous remarqué au sujet des différentes plantes : quel est le meilleur environnement pour leur croissance? À quelle vitesse poussent-elles? À quel moment peut-on les récolter?

Environnement lunaire

- Quel est l'impact de l'environnement lunaire sur la croissance des plantes? Cet environnement empêche-t-il certaines plantes de pousser?
- Existe-t-il un moyen de stimuler la croissance des plantes sur la Lune en tenant compte de ce qu'on sait de la croissance des plantes sur Terre?

Solution

- Pouvez-vous imaginer des choses qui nuiraient à votre solution?
- Votre schéma représente-t-il correctement les différents aspects de votre solution?
- Comment votre solution changerait-elle si vous deviez l'adapter pour pouvoir l'utiliser sur Terre?

Limites

- Quelles sont les limites de la solution que vous avez proposée? Pouvez-vous penser à des conditions ou à des situations où elle pourrait ne pas fonctionner?
- Auriez-vous besoin d'une nouvelle technologie pour que votre solution soit opérationnelle sur la Lune?
- Quels sont les avantages et les inconvénients de votre solution?



Informations générales supplémentaires

Station spatiale internationale

La Station spatiale internationale est un environnement autonome. Il y a plusieurs outils/technologies à la Station pour les astronautes en ce qui concerne la nourriture.

- Il y a un système de distribution d'eau à la Station, dans un endroit qui sert de « cuisine ». Les astronautes s'en servent pour mettre de l'eau chaude ou tiède dans les emballages pour réhydrater les aliments.
- Un réchaud se trouve aussi dans cette cuisine. Les astronautes y font chauffer leurs repas, dans leur emballage ou en conserve. C'est par transfert de chaleur par conduction que les aliments sont réchauffés.
- Actuellement, il n'y a ni réfrigérateur, ni congélateur, ni cuisinière, ni lave-vaisselle à la Station.

La nourriture à bord de la Station est stockée dans un garde-manger. Il n'y a pas de menu quotidien planifié : les astronautes peuvent choisir ce qu'ils veulent manger comme bon leur semble.

Comme il n'y a pas de réfrigérateur à la Station, tous les aliments doivent avoir une durée de conservation de un an et demi à la température ambiante, car ils sont acheminés à la Station avant l'arrivée des astronautes pour leur mission.

Actuellement, 93 % de l'eau est recyclée à la Station. Cette ressource précieuse est très lourde à transporter jusqu'à l'espace, c'est pourquoi toute l'eau expulsée est recueillie dans un système de purification. Initialement, l'eau était acheminée dans l'espace dans des sacs, mais depuis l'installation du système en 2010, l'eau est purifiée en temps réel à bord de la Station.

On peut supposer que les astronautes à la station spatiale Gateway ou à la base lunaire seront soumis aux mêmes contraintes.

Production alimentaire

Système d'apport en nutriments (pour les plantes) : C'est possible de faire pousser des plantes sans terre à condition de leur fournir les nutriments nécessaires, par exemple en culture hydroponique ou aéroponique.

Hydroponie – La culture hydroponique consiste à faire pousser des plantes dans l'eau plutôt que dans la terre. Les plantes utilisent des nutriments dissous dans l'eau pour la photosynthèse et la croissance. Cultiver dans l'eau plutôt que dans la terre comporte plusieurs avantages possibles, comme les suivants :

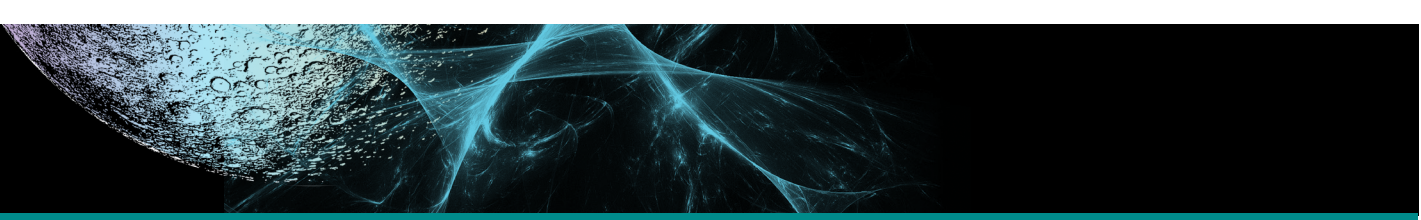
- moins d'insectes et de ravageurs;
- possibilité de cultiver des plantes là où il n'y a pas de terre (p. ex. : station spatiale, base spatiale, Antarctique);
- gestion de l'eau – pas d'arrosage excessif ni de gaspillage d'eau;
- ajustement facile du pH de l'eau en fonction des besoins des plantes;
- pas de mauvaises herbes.

L'utilisation d'un système hydroponique sur la Lune est à envisager, car la terre riche en nutriments est lourde et son transport serait coûteux. Quant à l'eau, elle est lourde aussi, mais elle sert à plein de choses et il semble bien qu'il faudra en acheminer sur la Lune.

Aéroponie : En culture aéroponique, les plantes ne sont pas mises dans l'eau ni dans la terre. Les racines de la plante se trouvent dans un contenant fermé et sont régulièrement aspergées d'une solution nutritive.

Voici quelques avantages possibles de l'aéroponie.

- Croissance rapide des plantes.
- Possibilité de cultiver des plantes là où il n'y a pas de terre (p. ex. : station spatiale, base spatiale, Antarctique).
- Gestion de l'eau – pas d'arrosage excessif ni de gaspillage d'eau.
- Besoin moindre de nutriments et d'eau.
- Accès accru des racines à l'oxygène.



L'utilisation d'un système aéronique sur la Lune est à envisager, car l'aspersion des racines avec une solution nutritive est favorable à la culture des plantes en situation de faible gravité. En effet, quand la gravité est faible, l'eau ne « coule » pas (comme c'est le cas sur Terre) et les racines n'entrent pas toutes en contact avec l'eau de manière uniforme.

Lune

Lumière et température : Les plantes ont des besoins différents en ce qui concerne la lumière et la température, selon l'endroit où elles poussent habituellement. La température a un effet direct sur la croissance des plantes en ralentissant ou en accélérant les processus vitaux. La chaleur favorise la germination des graines et peut entraîner une augmentation de la transpiration, de la respiration et de la photosynthèse des plantes.

Les plantes ont besoin de la lumière du soleil pour la photosynthèse, mais la lumière artificielle peut aussi faire l'affaire. Les diodes électroluminescentes sont d'un usage répandu pour l'éclairage artificiel des plantes d'intérieur. Elles émettent certaines parties du spectre visible bénéfiques à la croissance des plantes ou encore tout le rayonnement du spectre visible. Le spectre visible est la lumière que l'œil humain peut percevoir.

Eau : On a découvert de la glace d'eau sur la Lune, mais dans sa forme actuelle, on ne pourrait pas s'en servir pour produire de la nourriture, sans compter sur le fait qu'il n'y en a pas beaucoup.

Régolite lunaire : Des échantillons de régolite lunaire (ce qu'on retrouve sur la surface de la Lune) ont été rapportés sur Terre lors du programme Apollo. Des scientifiques ont réussi à faire pousser des plantes dans certains de ces échantillons à partir de graines. Toutefois, ces plantes n'avaient pas autant de vigueur que celles cultivées dans de la terre. Les expériences ont montré que ces plantes subissaient un stress semblable à celui des plantes poussant dans des environnements hostiles sur Terre. Par conséquent, pour le moment, on ne dispose pas d'une méthode de culture dans le régolite lunaire où les plantes seront aussi nutritives que celles cultivées dans la terre.

Ressources supplémentaires

Les trousseaux suivantes sont fournies à titre d'information. Il n'est pas nécessaire de les consulter pour réaliser l'activité. Les éducateurs pourraient toutefois demander à chaque équipe de consulter une ou deux ressources qui s'y trouvent et de faire part de ses conclusions au reste du groupe.

- [Trousse pour jeunes et éducateurs sur la production alimentaire](#)
- [Trousse pour jeunes et éducateurs sur le programme Artemis et la Lune](#)