



Creuse-méninges spatial



Guide de l'éducateur

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, vous avez juste besoin d'un peu d'imagination et de curiosité. 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 6^e à la 8^e année et de la 9^e à la 12^e 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
Présentation.....	3
Fiches de travail de l'élève	4
Questions d'orientation	4
Phase de conception	4
Phase de construction	4
Phase de lancement.....	4
Phase d'exploitation.....	5
Phase de mise hors service.....	5
Calendrier	5
Forme adaptable de l'activité	6
Soumission des fiches de travail.....	7
Critères d'évaluation.....	8
ANNEXE – Ressources.....	9

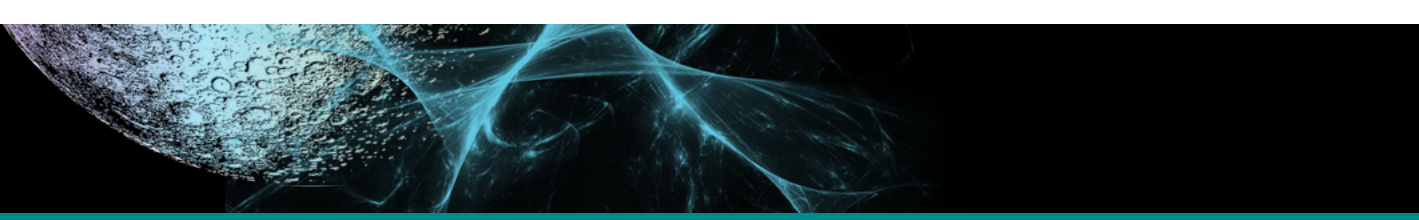


Résumé de l'activité

- Contexte :** Le Canada et la communauté spatiale mondiale font appel aux technologies d'observation de la Terre pour mieux comprendre les changements climatiques et les problèmes environnementaux. Les satellites sont devenus indispensables aux scientifiques et aux autres utilisateurs au point où nous avons accepté les coûts environnementaux qu'ils comportent. De plus en plus d'entreprises construisent et lancent des constellations de petits satellites : il nous faut penser à leur impact sur Terre. Le Creuse-méninges spatial de 2024-2025 vise à trouver un moyen de réduire l'impact environnemental des satellites tout au long de leur cycle de vie et de les rendre plus durables.
- Le défi :** **Les satellites sont essentiels à la lutte contre les changements climatiques.** La prochaine mission satellitaire du Canada doit être plus "verte"! Choisissez une phase de la mission et proposez de nouvelles façons de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et/ou l'impact environnemental global de ces ressources importantes.
- Objectif :** Les jeunes exploreront tout ce que comporte une mission satellitaire, du début à la fin, et proposeront des solutions pour écologiser une phase de son cycle de vie. Les participants devront :
- 1) travailler en collaboration pour trouver une solution à un aspect du problème;
 - 2) discuter de leurs idées à des gens qui ne font pas partie de leur groupe pour avoir leur avis;
 - 3) prendre acte de ces avis et revoir leur solution pour l'améliorer
- 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 le contexte.
 - 2) Fournissez aux participants des ressources supplémentaires (voir à la fin du document et dans la trousse pour jeunes et éducateurs) 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-méninge pour trouver une solution et déterminer les points à approfondir.
 - 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 scientifique, analyse critique des ressources, divers systèmes de connaissances, consommation d'énergie, propriétés des matériaux, physique de la propulsion, spectre lumineux.
- Sciences spatiales :** Observation de la Terre, études scientifiques menées dans l'espace, technologies embarquées sur des missions satellitaires.
- Environnement :** Empreinte écologique, effet de serre, changements climatiques, sources d'énergie renouvelable.
- Arts :** Arts numériques, dessin, médias, photographie.
- Langue et études sociales :** Rédaction d'une proposition, présentation de la proposition, recherche et rapports.



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

- Comment les satellites servent à surveiller les conditions environnementales et atmosphériques pour aider les populations à faire preuve de résilience face aux changements climatiques.
- Les facteurs à prendre en compte au moment d'estimer les investissements en énergie, en ressources et en temps dans les phases de la mission.
- Les types de carrières et les professionnels dans le domaine de l'observation de la Terre.

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) La fiche de travail de l'élève.
- 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.



Fiches de travail de l'élève

Il faut consigner les solutions finales dans la fiche de travail, tel qu'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. Les schémas et leurs éléments doivent être présentés clairement.

NOTE : Les vidéos, les fichiers ou tout autre document en ligne ne seront pas consultés. Toute l'information essentielle doit se trouver dans la fiche de travail.

Questions d'orientation

Note : Des ressources pour chacune des phases se trouvent en annexe

Phase de conception

Note : Pour simplifier, nous avons placé le prototypage et la construction des modèles dans la phase de construction. Il y a toutefois du travail de conception jusqu'à ce que la version définitive soit approuvée pour le lancement.

- De quels types d'outils une équipe de conception de satellites a-t-elle besoin? À quel endroit peut-elle faire son travail?
- Certaines activités quotidiennes consomment plus d'énergie que d'autres. Travailler à la maison plutôt que de se rendre au bureau? Visioconférence? Appels téléphoniques?

Voir ressources en annexe.

Phase de construction

Les satellites sont faits de divers matériaux, dont plusieurs proviennent de l'exploitation minière. Envisagez de faire des recherches sur un des éléments qui figurent dans le tableau de la présentation PowerPoint à la diapositive sur la phase de construction.

- Quelles sont les propriétés des matériaux utilisés pour construire les satellites? Pourquoi ces matériaux sont-ils privilégiés? Quelles sont les possibilités d'innovation ou de changement?
- Que sait-on déjà sur certains des matériaux utilisés pour construire des engins spatiaux? Sont-ils tous présents dans notre quotidien? Où peut-on les trouver?
- Il faut extraire et raffiner des éléments ainsi que produire des matériaux nécessaires à l'engin spatial. Sur quelles étapes de ce processus peut-on se concentrer? Par exemple :
 - Mode d'extraction ou de transport des éléments.
 - Quantité d'énergie utilisée pour le raffinement des éléments, pour les transformer en matériaux et pour assembler l'engin;
 - Quantité d'eau nécessaire tout au long du processus ou impact du processus sur les ressources en eau.

Voir ressources en annexe.

Phase de lancement

Avant d'être mis sur orbite, les satellites et leurs instruments sont souvent testés dans la haute atmosphère à bord de ballons stratosphériques. Une fois que la conception définitive est testée, ils sont lancés dans l'espace avec des fusées, qui varient selon le poids et l'orbite des satellites et des instruments.

Par ailleurs, les fusées ont plusieurs étages qui peuvent libérer des gaz ou des matériaux à différentes altitudes.

Le lieu du lancement a aussi son importance : selon l'endroit, l'angle n'est pas le même pour atteindre l'orbite. Certains endroits permettent d'utiliser moins de propergol, notamment pour des manœuvres de correction de trajectoire.



- Quelles sont les avancées dans le domaine des lanceurs? Les carburants sont-ils tous identiques?
- Sur quelles étapes du processus de lancement peut-on se concentrer pour réduire l'impact environnemental? Qu'est-ce qui peut changer et qu'est-ce qu'on ne peut pas changer?
- Dans quelques années, le Canada disposera d'un site de lancement sur la côte est pour les missions satellitaires. Quelles sont les impacts environnementaux possibles de ce nouveau site?

Voir ressources en annexe.

Phase d'exploitation

C'est l'occasion ici de se pencher sur les coûts énergétiques du stockage des données et de la puissance de calcul.

- Y a-t-il de nouvelles façons d'exploiter un satellite où on peut utiliser l'énergie solaire (p. ex. traitement des données à bord)?
- Les innovations comme l'IA peuvent-elles servir à améliorer l'exploitation des satellites?
- Que sait-on du fonctionnement de nos ordinateurs habituels?

Voir ressources en annexe.

Phase de mise hors service

Pensons à limiter les déchets produits par la mise hors service des satellites.

- Qu'advient-il d'un satellite une fois sa mission achevée? Où va-t-il?
- Peut-on réduire les déchets produits par un satellite mis hors service en donnant une nouvelle vie à certains de ses éléments?

Voir ressources en annexe.

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 **vendredi 28 février 2025 à 14 h 30 (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 une idée définitive.
 - 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 une plateforme de vidéoconférence.

- L'éducateur fait la présentation à l'écran.
- L'éducateur 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 de 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 : **28 février 2025 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 6e année à la 2e 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 3e à la 5e 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 – Ressources

Phase de conception

[Pleins feux sur l'efficacité énergétique \(canada.ca\)](#)

Consommation énergétique dans les laboratoires de recherche

Fonctionnement du laboratoire

- Panneaux solaires : [Énergie solaire photovoltaïque dans les bâtiments | Ressources naturelles Canada \(canada.ca\)](#)
- Isolation pour réduire la consommation d'énergie pour le chauffage : [Emprisonnons la chaleur | Ressources naturelles Canada \(canada.ca\)](#)
- [À propos du Canadarm3 | Agence spatiale canadienne \(asc-csa.gc.ca\)](#)
- Fenêtres écoénergétiques : [Les fenêtres, les portes et les puits de lumière | Ressources naturelles Canada \(canada.ca\)](#)
- Produits certifiés ENERGY STAR : [Achat des produits certifiés ENERGY STAR | Ressources naturelles Canada \(canada.ca\)](#)
- Thermopompe pour chauffer et climatiser : [Le chauffage et le refroidissement à l'aide d'une thermopompe | Ressources naturelles Canada \(canada.ca\)](#)
- Bâtiments écoénergétiques : [Qu'est-ce qu'une maison écoénergétique? | Ressources naturelles Canada \(canada.ca\)](#)

Équipement pour concevoir le satellite

- Batteries : [Innovation en matière de batteries | Ressources naturelles Canada \(canada.ca\)](#)
- Équipement à batterie : [Le Canada réduit la pollution par le carbone en accordant du financement à un projet réalisé par Glencore Canada Corporation | Ressources naturelles Canada \(canada.ca\)](#)

Phase de construction

Vidéos et articles sur l'[efficacité énergétique | Ressources naturelles Canada \(canada.ca\)](#)

[Recherche et innovation minières à CanmetMINES | Ressources naturelles Canada \(canada.ca\)](#)

Vidéos et articles sur les [sources d'énergie et le réseau de distribution | Ressources naturelles Canada \(canada.ca\)](#)

Phase de lancement

[À propos des ballons stratosphériques | Agence spatiale canadienne \(asc-csa.gc.ca\)](#)

[Le gouvernement du Canada soutient le lancement d'engins spatiaux à des fins commerciales au Canada | Transports Canada \(canada.ca\)](#)



Phase d'exploitation

Stations au sol

- Il serait possible d'alimenter les stations au sol, et y exploiter les missions satellitaires, avec de l'énergie propre provenant d'éoliennes, de barrages hydroélectriques, de panneaux solaires et d'installations géothermiques.
 - Énergie éolienne et carte des ressources éoliennes : [Énergie éolienne | FRT sur l'énergie éolienne](#)
 - Panneaux solaires : [Énergie solaire photovoltaïque dans les bâtiments \(canada.ca\)](#)
- Biocombustibles : [Biocombustibles \(canada.ca\)](#)
- Batteries : [Innovation en matière de batteries \(canada.ca\)](#)

Phase de mise hors service

- Voici une réinterprétation, avec les satellites à l'esprit, des pistes de réflexion qui se trouvent à la page [Repensez vos habitudes de consommation – Défi de protection de la nature | Environnement et ressources naturelles \(canada.ca\)](#)
 - Repenser – Prendre en compte la durabilité dans la conception des satellites. Sélectionnez des matériaux provenant d'une source responsable et demandez-vous si certains matériaux sont nécessaires.
 - Refuser et réduire – Limiter le surplus de matériaux lors de la conception.
 - Réutiliser – Trouver des moyens d'utiliser les rebuts produits lors de la construction du satellite.
 - Réparer et reconvertir – Donner la priorité à la réparation des éléments de la conception, quand c'est possible, plutôt que de gaspiller les premiers prototypes ou modèles. Il faut aussi tenir compte du fait que les satellites doivent pouvoir être mis en orbite en toute sécurité et durer longtemps pour limiter les débris spatiaux ; il convient donc de suivre cette ligne directrice en conséquence.
 - Rendre à la terre – Dans le cas des satellites, il n'y a pas de possibilité de composter. Mais le satellite pourrait être construit à partir de matériaux qui se désintègrent de façon sûre.
 - Recycler – Mettre hors service le satellite de façon qu'il revienne sur Terre et qu'il soit réutilisé dans d'autres missions. Certaines conditions doivent être remplies pour y parvenir, comme l'utilisation de matériaux durables, des dommages limités aux pièces, la possibilité de réparer les pièces.
 - Recruter – Trouver des moyens d'encourager d'autres constructeurs de satellites et fournisseurs de services spatiaux à produire des satellites durables et respectueux de l'environnement.
- Économie circulaire : [L'économie circulaire : plus de valeur, moins de gaspillage | Environnement et Changement climatique Canada \(youtube.com\)](#)
 - [Qu'est-ce que l'économie circulaire? | Environnement et Changement climatique Canada \(youtube.com\)](#)
 - [Comment l'économie circulaire touche-t-elle les entreprises? | Environnement et Changement climatique Canada \(youtube.com\)](#)