

## Plan de leçon

Évaluation  
Interdisciplinaire

Discussion
Mathématiques, technologie

### Idées maîtresses

- Évaluer les avantages et les inconvénients de l'exploration spatiale tout en considérant l'apport canadien et les innovations technologiques dans ce domaine.

### Objectifs d'apprentissage

- Comment utiliser des ballons pour atteindre une orbite terrestre basse.
- Comment émettre une hypothèse raisonnable.
- Comment calculer la masse de gaz dans un ballon.

### Matériaux

Balance électronique  
 Ballons gonflés à l'hélium (un par groupe)  
 Tableaux blancs ou papier graphique  
 Pièce Lego  
 Présentation visuelle sur les confins de l'espace (voir le lien)  
 Document de cours intitulé *Les dangers de lâchers de ballons* (voir le lien)

### Notes de sécurité

Il n'est pas recommandé de lâcher des ballons à l'extérieur en raison des répercussions sur l'environnement - Voir Consolidation

### Contenus d'apprentissage

**A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse.

**A1.2** identifier les variables dépendantes et indépendantes d'une expérience ou cerner un sujet de recherche.

**A1.3** planifier une expérience, élaborer une stratégie de recherche ou adopter une stratégie de résolution de problèmes.

**A1.8** évaluer la fiabilité des données empiriques

**A1.10** tirer une conclusion et la justifier.

**A1.13** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée

**D2.4** comparer des propriétés de corps célestes en compilant des données et en les présentant dans un format approprié

**D3.2** décrire l'apport d'astronomes (p. ex., Hubert Reeves, Jean - René Roy, Helen Hogg - Priestley, J. Richard Bond) et d'astronautes canadiens (p. ex., Roberta Bondar, Julie Payette, Marc Garneau, Steve MacLean) et autochtones (p. ex., John Herrington, premier astronaute amérindien de la nation Chickasaw) à l'exploration spatiale.

**D3.3** débattre du bien-fondé de l'exploration spatiale en tenant compte des coûts financiers, des dangers, des conséquences environnementales, de l'évolution des connaissances et du développement des technologies.

---

## Description

Les étudiants réaliseront une expérience pour calculer le nombre de ballons gonflés à l'hélium qui seraient nécessaires pour envoyer une personne aux confins de l'espace. Il sera utile pour les étudiants de savoir comment calculer le volume d'une sphère (mathématiques de 9<sup>e</sup> année).

---

## Introduction

Afin de susciter l'intérêt des étudiants, l'enseignant présentera les deux vidéos suivantes :

- Lego en espace – video: <https://www.youtube.com/watch?v=AY3hBWhcDGs>
- Saute de l'espace – video: <https://www.youtube.com/watch?v=hLENrBosL-E>

---

## Action

La présente leçon est présentée sous forme de **problème en trois actes**. Les étudiants devront :

Acte 1 : répondre à une question de manière intuitive;

Acte 2 : déterminer ce qu'ils ont besoin de savoir pour répondre à la question;

Acte 3 : recueillir des données et répondre à la question.

### ACTE 1 :

- L'enseignant doit sortir un ballon rempli d'hélium.
- Chaque étudiant recevra une note autocollante et devra y inscrire une question au sujet du ballon.
- Les étudiants colleront la note devant la classe – s'ils constatent qu'il y a une autre note sur laquelle figure la même question, ils devront recouvrir celle-ci avec leur note autocollante.
- L'enseignant lira les questions inscrites sur les notes autocollantes.
  - La conversation devra être orientée vers la question (probablement) inévitable : « **Combien de ballons gonflés à l'hélium faudrait-il pour envoyer une personne aux confins de l'espace?** », si cette question n'a pas été posée par les étudiants.
- Dans des petits groupes déterminés d'avance, les étudiants répondront aux questions suivantes qui auront été inscrites sur des tableaux blancs ou du papier graphique.
  - À votre avis, il faudrait combien de ballons? (tentez de trouver le nombre le plus près possible de la réponse)
  - Proposez un nombre que vous savez être élevé.
  - Proposez un nombre que vous savez être peu élevé.
  - Les groupes afficheront leurs réponses sur le tableau de la classe, et le professeur dirigera une brève discussion en mettant l'accent sur les tendances liées aux hypothèses.

## ACTE 2 :

- L'enseignant doit afficher la question suivante : « **Quelle information avez-vous besoin pour connaître la réponse à la question?** »
- Les étudiants doivent faire une séance de remue-méninges avec les membres de leur groupe et dresser une liste des renseignements requis pour résoudre le problème sur le papier graphique ou le tableau blanc. Cette information comprendra probablement :
  - la masse de la personne qui sera soulevée par les ballons;
  - la masse des objets qui serviront à attacher les ballons à la personne;
  - la force de sustentation (quantité de masse qui peut être tenue en suspension) d'un seul ballon;
  - la masse du ballon;
  - etc.
- À tour de rôle, les groupes liront à haute voix les éléments de leur liste pendant que l'enseignant compilera les éléments au tableau.
- L'enseignant doit demander aux étudiants « **Lequel de ces éléments est le plus difficile à déterminer?** » afin d'amener les étudiants à nommer la force de sustentation du ballon.
  - L'enseignant doit mentionner que la balance électronique peut facilement mesurer la masse du ballon et d'autres petits objets. L'enseignant peut donner sa propre masse (en kg) OU demander si l'un des étudiants veut donner sa masse sur une base volontaire.

## ACTE 3 :

- Chaque groupe devrait recevoir un ballon gonflé à l'hélium.
- Les groupes travailleront en collaboration pour calculer la flottabilité prévue de leur ballon.
  - L'enseignant doit montrer aux étudiants la **diapositive n° 2** (voir le lien menant à la présentation visuelle) et discuter du concept de la flottabilité.
- Concept de la flottabilité
  - Un ballon rempli d'air semble ne rien peser parce qu'il est entouré d'air. De façon similaire, un sac rempli d'eau est lourd sur la terre, mais il semble ne rien peser lorsqu'il est dans une piscine. La flottabilité d'un ballon gonflé à l'hélium est la différence entre la masse de l'hélium et la masse que l'air AURAIT dans l'espace que l'hélium occupe (air déplacé). Pour assurer la flottabilité, nous devons déterminer la masse de l'hélium dans le ballon et soustraire celle-ci de la masse d'un ballon rempli d'air de taille identique.
- Selon le niveau d'autonomie des étudiants, ils peuvent travailler individuellement pour effectuer les calculs OU travailler tous ensemble afin de déterminer les éléments que les étudiants auront besoin de connaître pour effectuer le calcul (densité de l'air, densité de l'hélium, volume du ballon).
  - Il importe d'encourager les étudiants à utiliser leurs téléphones intelligents, leurs tablettes électroniques et d'autres outils pour répondre aux questions.
- Les étudiants peuvent utiliser différentes méthodes pour calculer le volume du ballon.
  - L'une des méthodes consiste, en supposant que le ballon est sphérique, à mesurer le rayon et à calculer le volume.

- Si les étudiants ont récemment suivi un cours de mathématique, ils sauront comment calculer le volume d'une sphère. Dans la négative, ils peuvent visualiser la vidéo suivante de Khan Academy : <https://fr.khanacademy.org/math/basic-geo/basic-geo-volume-sa/volume-cones/v/volume-of-a-sphere>
- Les étudiants auront besoin d'un soutien et d'encadrement tous au long du processus, mais ils doivent se lancer des défis et faire face au problème.

### Réponse exemplaire d'un étudiant :

Volume of Balloon

Diameter = 22 cm  
Radius = 11 cm

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

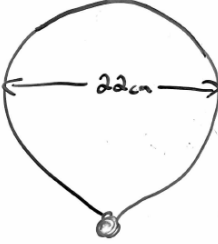
$$= \frac{4}{3}(3.14)(11)^3$$

$$= 5572.5 \text{ cm}^3 = 0.0055725 \text{ m}^3$$

Mass of Air *Looked up online*

Density of air =  $1.225 \text{ kg/m}^3$

Mass = Volume x Density  
 $= (0.0055725 \text{ m}^3)(1.225 \text{ kg/m}^3)$   
 $= 0.006826 \text{ kg}$   
 $= 6.826 \text{ g}$



Mass of Helium *Looked it up online.*

Density of Helium =  $0.1664 \text{ kg/m}^3$

Mass = Volume x Density  
 $= (0.0055725 \text{ m}^3)(0.1664 \text{ kg/m}^3)$   
 $= 0.0009273 \text{ kg}$   
 $= 0.9273 \text{ g}$

Lift

Lift = Mass<sub>air</sub> - Mass<sub>Hel</sub>  
 $= 6.826 \text{ g} - 0.9273 \text{ g}$   
 $= 5.899 \text{ g}$

Subtract Mass of Balloon *I weighed it*

Lift<sub>total</sub> =  $5.899 \text{ g} - 1.7 \text{ g}$   
 $= 4.2 \text{ g}$

*Each balloon should be able to hold 4.2 g.*

- Remarque : Il est possible que les étudiants ne pensent pas à soustraire la masse du ballon dans le calcul de la « flottabilité ».
- Les étudiants doivent utiliser une colonne distincte pour dresser la liste des « sources d'erreur » (p. ex. changements de la densité attribuables à la pression et à la température, ballon qui n'est pas de forme sphérique, etc.).
  - Dans tous les cas où un problème est indépendant de leur volonté, vous devez leur mentionner que le problème doit être inscrit dans les « sources d'erreur ».
- Une fois que les étudiants ont calculé la flottabilité d'un ballon rempli d'hélium, ils procéderont à un autre calcul pour déterminer le nombre de ballons requis pour lever l'enseignant (ou une autre personne désignée).

### VÉRIFICATION DES CALCULS :

- Les étudiants doivent maintenant vérifier les résultats de leur calcul.
- L'une des méthodes proposées consiste à ce que les étudiants créent une balle de ruban adhésif dont la masse est égale à celle utilisée dans leur calcul et fixer la balle à l'extrémité inférieure du ballon.

- Les étudiants doivent ajuster le poids de la balle de ruban adhésif jusqu'à ce que le ballon atteigne une flottabilité neutre (ne monte ni ne descend).
- Les étudiants compareront les résultats de leur calcul et avanceront des hypothèses sur les écarts possibles.

#### VÉRIFICATION EN GROUPE :

- En groupe, déterminez la masse d'une pièce de Lego. Les groupes doivent calculer le nombre de ballons qui devront être fixés pour créer une flottabilité neutre.
- En groupe, déterminez le nombre de ballons requis pour faire voler la pièce de Lego et faites-en l'essai dans le gymnase de l'école! (REMARQUE : Il n'est pas recommandé de lâcher des ballons à l'extérieur en raison des répercussions sur l'environnement- Voir Consolidation.

---

#### Consolidation/Extension

Voici un lien menant à une vidéo dans laquelle les étudiants pourront voir une personne réellement soulevée par des ballons.

Vol avec ballons : <https://www.youtube.com/watch?v=Y9-NpMUyAsE>

- Les étudiants doivent lire le document intitulé *Les danger des lâchers de ballons* pour mieux comprendre les répercussions environnementales du lancement de ballons. (cliquer sur le lien).