

## 2 Guide de l'enseignant

### 2.1 L'entraînement des astronautes

Leçon – éléments de base :

Texte pour les élèves :	<ul style="list-style-type: none"><li>• Education et carrières des astronautes</li><li>• Les astronautes doivent être en bonne condition physique</li><li>• L'entraînement est dur, rigoureux et répétitif</li><li>• Entraînement en piscine (simulation de l'impesanteur)</li></ul>
Feuilles d'exercice :	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ecrire une lettre/une demande expliquant pourquoi tu souhaites devenir astronaute</li><li>• Certaines tâches exigent beaucoup de pratique avant de pouvoir être exécutées dans la réalité</li><li>• Apprentissage de différents alphabets, de symboles mathématiques et de nouvelles langues</li><li>• Objets qui flottent ou qui coulent</li></ul>

**Sujets abordés :**

Langues

Sciences

Arts/Musique/Théâtre

Mathématiques

Complément d'information :

Il faut beaucoup de temps pour devenir astronaute. Tous les astronautes d'aujourd'hui sont passés par de longues périodes de formation et d'entraînement avant même d'être candidats pour une mission : formation de chercheur, de médecin ou de pilote et, souvent, combinaison de toutes ces spécialités. Environ la moitié des astronautes du Corps des astronautes européens a une formation de pilote, souvent acquise dans une armée de l'air ou comme pilot d'essai. Les autres sont, avant tout, des spécialistes scientifiques. Mais il n'existe pas de séparation absolue entre ces catégories. Ainsi, les pilotes ont généralement de solides connaissances scientifiques ou techniques tandis que les scientifiques peuvent très bien être appelés à acquérir une qualification de pilote.



Le Corps des astronautes européens

## 2 Guide de l'enseignant

Après avoir été sélectionnés (et chaque poste attire des centaines de candidatures), les astronautes subissent un entraînement long et rigoureux pour l'espace. Cet entraînement porte notamment sur l'impesanteur ; pour cela, ils passent beaucoup de temps en piscine où la flottabilité reproduit bon nombre des effets de l'impesanteur.



Chaque séquence d'une mission fait l'objet de nombreuses répétitions, notamment lorsqu'elle implique une "sortie extravéhiculaire". L'espace est un milieu agressif et qui ne pardonne pas : dans le vide et le froid, il n'y a pas de place pour l'erreur. Les astronautes s'entraînent donc à terre dans des maquettes des véhicules spatiaux dans lesquels ils voleront, y compris dans des maquettes de l'ISS. En réalité, pour chaque heure d'une mission spatiale, les astronautes passent des dizaines, voire des centaines d'heures, à s'entraîner sur des simulateurs.

Quelle que soit leur spécialité d'origine, les astronautes doivent également apprendre à devenir des chercheurs polyvalents. A bord de l'ISS, de nombreuses expériences se déroulent simultanément et un astronaute physicien de formation peut très bien avoir à s'occuper d'expériences de chimie ou de biologie. De même, un astronaute qui a suivi des études de médecine peut être appelé à accomplir les tâches d'un ingénieur de vol.

Il leur faut aussi acquérir d'autres compétences, peut-être moins hors du commun, mais tout aussi vitales. Ainsi, en prévision d'atterrissages forcés dans des régions hostiles, les astronautes font des stages de survie. Par ailleurs, les astronautes doivent parler couramment les deux langues les plus utilisées lors des vols spatiaux, à savoir l'anglais et le russe.

### Feuille d'exercice A : Rédiger une demande pour devenir astronaute, page 38

#### *Idees et suggestions relatives aux activités proposées sur la feuille d'exercice :*

Vingt deux mille candidats ont répondu à la dernière campagne de recrutement. Les critères de sélection reposent sur des exigences médicales, scientifiques et techniques. L'état psychologique est également important car les astronautes doivent pouvoir se concentrer, avoir de la mémoire, être motivés et être stables sur le plan émotionnel. A bord de la Station, les astronautes travaillent en équipe et un équipage est composé de membres de différentes nationalités et de différentes cultures.



Claudie Haigneré revêt sa combinaison spatiale

Demandez aux élèves d'utiliser cette feuille d'exercice ou le formulaire "Journal de bord de la mission" pour rédiger une lettre dans laquelle ils expliquent pourquoi ils veulent devenir astronautes. Vous pouvez aussi leur demander de rédiger un texte sur leurs rêves d'avenir et sur le métier qu'ils aimeraient exercer plus tard.

## 2 Guide de l'enseignant

Vous pouvez utiliser cette feuille d'exercice pour enseigner aux élèves différentes façons de rédiger une lettre : lettre officielle et non officielle, demandes, journal personnel, etc. Vous pouvez aussi leur donner des conseils et les aider à utiliser l'ordinateur pour rédiger les lettres officielles.

### **Feuille d'exercice B : La formation et l'entraînement des astronautes, page 39**

On peut diviser en trois phases la formation et l'entraînement que doit subir un astronaute. La formation de base donne aux astronautes les connaissances élémentaires relatives aux technologies spatiales et les informe sur l'acquisition des compétences liées à leurs futures tâches opérationnelles. Cette phase peut durer jusqu'à un an. La formation avancée consolide la formation de base et dure également un an. Elle couvre des sujets liés à l'exploitation des éléments de la Station, à la charge utile, aux véhicules de transport et aux interactions avec la Terre. Ce n'est qu'après avoir mené à bon terme cette phase que les astronautes peuvent être affectés à une mission spécifique. La formation propre à un incrément de mission peut alors commencer et les astronautes s'entraînent spécifiquement aux tâches qu'ils exécuteront pendant la mission. La durée de cette formation spécifique est d'environ un an et demi.

L'objectif de cette feuille d'exercice est d'encourager les élèves à effectuer des tâches répétitives et à leur montrer qu'il est important de bien se préparer pour éviter les erreurs. Cet enseignement peut déboucher sur des discussions sur la nécessité de bien comprendre pourquoi il faut étudier et travailler sérieusement et pourquoi il est nécessaire de coopérer avec les autres et de comprendre ce qu'ils ressentent.

### **Feuille d'exercice C : Enseignement d'un nouvel alphabet, pages 40, 41**

Utilisez les ressources disponibles dans votre classe : si vous avez dans votre classe des élèves polyglottes, ils connaissent sans doute d'autres alphabets ou d'autres façons d'écrire les chiffres. Même s'ils utilisent le même alphabet et les mêmes nombres que vous dans votre école, leur présence peut contribuer à un exercice intéressant sur l'apprentissage d'autres langues. Par exemple, demandez à ces élèves d'apprendre à leurs camarades à compter jusqu'à 10.

Sur la première feuille d'exercice, vous trouverez un tableau des 33 lettres de l'alphabet russe. Ces lettres sont écrites sous la colonne "lettre" tandis que sous la colonne "prononciation", vous trouverez leur prononciation approximative basée sur des sons et des lettres de la langue française.

	Lettre	Prononciation
--	--------	---------------

1	<b>А</b>	A
---	----------	---

2	<b>Б</b>	Bè
---	----------	----

3	<b>В</b>	Vè
---	----------	----



## 2 Guide de l'enseignant

Dans les pages qui suivent, vous trouverez les réponses aux questions figurant sur les feuilles d'exercice (y compris un exemple d'une manière différente d'écrire les nombres) ainsi que des informations de base sur les nombres maya.

### Feuille d'exercice C : Enseignement d'un nouvel alphabet, page 40

Alphabet russe :

Question 2. **KOCMOC**

Question 3. **KOCMOHABT**

### Feuille d'exercice D : Nouveaux symboles, page 42

Nombres maya :

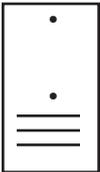
•	••	•••	••••	—	• —	•• —	••• —	•••• —	==
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

• ==	•• ==	••• ==	•••• ==	== ==	• == ==	•• == ==	••• == ==	•••• == ==
11	12	13	14	15	16	17	18	19

La culture maya date d'il y a 3 000 ans. Les Maya habitaient une région qui correspond aujourd'hui au sud du Mexique et au nord de l'Amérique centrale. Les premières traces de la numérotation maya datent environ des années 400 après J.C. On dit que les Maya possédaient une culture extrêmement avancée en mathématiques, en astronomie, en calendrier, en architecture, etc. et qu'ils avaient plusieurs milliers d'années d'avance par rapport à la culture européenne à la même époque.

Les Maya utilisaient un système de numérotation vigésimale (base 20). Ce système reposant sur le concept de notation positionnelle, les nombres supérieurs à 20 étaient écrits comme il est indiqué dans les exemples ci-dessous :

#### Nombre 36 :

20s :  (20) ou: (1x20)  
1s :  (16) ou: (3x5+1)

#### Nombre 137 :

20s :  (120) ou: (6x20)  
1s :  (17) ou: (3x5+2)

#### Symbole du zéro :



20s

1s :

#### Nombre 20 :

 (1x20)  
 (0x1)

## 2 Guide de l'enseignant

Exemple de nombres romains :

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX
11	12	13	14	15	16	17	18	19

### **Feuille d'exercice E : Objets qui flottent ou qui coulent, page 43**

La plongée en scaphandre autonome fait partie de la formation de base de tous les astronautes. Immergés dans des fosses de grandes dimensions, ils s'exercent aux sorties extravéhiculaires. C'est le meilleur endroit pour simuler et ressentir l'impesanteur sur la Terre.

Densité : le sujet de cette feuille d'exercice est la densité, c'est-à-dire la masse par unité de volume. Le symbole de la densité est la lettre grecque  $\rho$  (rho). La densité est exprimée en kg/dm<sup>3</sup> (kg/litre) ou g/cm<sup>3</sup>. La formule de la densité est la suivante :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (m = \text{masse}; V = \text{volume})$$

### **Autres idées et orientations :**

#### *L'entraînement des astronautes*

La feuille d'exercice relative à l'entraînement des astronautes peut être rapprochée de celles sur la robotique (entraînement spécifique à des tâches opérationnelles à bord de la Station spatiale) et sur les combinaisons spatiales. Demandez à vos élèves d'apporter une paire de gants de ski et un skateboard (ou des patins en ligne) puis de simuler une sortie extravéhiculaire.

Description de cette tâche : il faut vérifier une partie de la Station spatiale et donc sortir de la Station pour resserrer des boulons à l'extérieur (demander aux élèves de resserrer quelques vis sur un morceau de bois placé dans un endroit difficile d'accès).



La combinaison spatiale rend les déplacements difficiles ...

## 2 Guide de l'enseignant

### Enseignement d'un nouvel alphabet

1. Des langues différentes, une même signification : demandez à vos élèves de rédiger une liste de mots qu'ils voudraient connaître dans une autre langue. Utilisez pour cet exercice des dictionnaires ou d'autres ressources, comme des élèves de la classe, des voisins, etc.).
2. Demandez aux élèves de rechercher comment additionner des nombres en utilisant les nombres maya. Faites-les travailler par groupes de deux ou plus et laissez-les s'amuser avec les points et les lignes. En fait, il est très facile de faire des additions de nombres maya : il suffit d'ajouter les points et les lignes comme le montre l'exemple ci-après :

$$\begin{array}{r} \cdot \cdot \cdot + \frac{\cdot}{\underline{\quad}} = \frac{\cdot \cdot \cdot \cdot}{\underline{\quad}} \\ 3 + 11 = 14 \end{array}$$

3. Profitez de ces activités pour sensibiliser les élèves aux autres cultures. Envisagez également de prendre des exemples dans la littérature, la musique, la danse, etc. en plus des langues et des mathématiques.
4. Demandez à vos élèves de chercher comment sont nés l'alphabet et les nombres utilisés dans leur pays ou leur région et aussi s'il y a des exemples d'autres symboles écrits utilisés autrefois dans leur pays ou leur région.

### Flotter et couler

Expérience sur la densité :

1. Remplir trois récipients vides (par exemple, des cartons de lait de 1 litre) de différents types de matières, par exemple, de l'eau, du sable, du coton. Fermer hermétiquement ces trois récipients.
2. Prévoir ce qui se passera lorsque vous déposerez ces récipients dans un seau ou un plateau remplis d'eau.
3. Plonger délicatement, l'un après l'autre, les trois cartons dans l'eau.
4. Décrire ce qui se produit.
5. Analyser ce qui s'est passé (la taille des trois récipients est la même ; pourquoi certains flottent et pourquoi d'autres coulent ?).
6. Peser les trois cartons.

Activité supplémentaire : rechercher la densité des trois matières (diviser la masse exprimée en kilos ou en grammes par le volume – par exemple, 1 litre ou 1 dm<sup>3</sup>).

Sujets connexes :

Chapitre 2.2 "Les combinaisons spatiales".

Chapitre 3.2 "Construire la Station spatiale internationale", Feuille d'exercice C "La robotique".

Sites internet :

Comment devenir astronaute :

[http://www.esa.int/esaHS/ESA1RMGBCLC\\_astronauts\\_0.html](http://www.esa.int/esaHS/ESA1RMGBCLC_astronauts_0.html)

Les nombres maya (et liens vers d'autres systèmes de numérotation) :

[http://en.wikipedia.org/wiki/Maya\\_numerals](http://en.wikipedia.org/wiki/Maya_numerals)



# 2 Guide de l'enseignant

## 2.2 Les combinaisons spatiales

### Leçon – éléments de base :

Texte pour les élèves :	<ul style="list-style-type: none"><li>• L'espace est un milieu agressif : le vide, les particules à haute énergie, les rayons cosmiques, les températures extrêmes.</li><li>• Les astronautes sont protégés contre ces dangers par des combinaisons spatiales.</li><li>• Les combinaisons spatiales sont alimentées en eau et en air et sont équipées de réchauffeurs et de circuits de refroidissement.</li><li>• Ces équipements sont contrôlés avec soin.</li></ul>
Feuilles d'exercice :	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conditions ambiantes (hygiène, mesure de la température).</li><li>• Températures (comment nous protégeons-nous du froid et du chaud et quelles températures pouvons-nous supporter ?)</li><li>• Dessiner un modèle de combinaison spatiale (dessiner/décrire ou réaliser un modèle).</li><li>• Découper les astronautes en papier, les vêtements et jouer avec.</li></ul>

### Sujets abordés :

Arts  
Sciences  
Sciences sociales  
Mathématiques  
Langues

### Complément d'information :

La plupart du temps, les astronautes portent des "vêtements de vol" amples et confortables. Mais, lorsqu'ils s'aventurent à l'extérieur de la Station, ils doivent être parfaitement protégés contre le chaud, le froid, les rayonnements et le vide spatial.

Le vêtement qui assure cette protection est un équipement très complexe que l'on pourrait presque comparer à un véhicule spatial personnel. Il contient en effet sa propre alimentation en air qui le pressurise et le protège du vide spatial. La combinaison spatiale doit résister à des changements de température extrêmes, de plus de 200 °C en plein soleil à -180 °C à l'ombre. La combinaison spatiale est donc équipée d'une sorte de sac à dos qui contient à la fois un système de réfrigération et un système de chauffage. Sous l'enveloppe extérieure, une doublure intérieure isole complètement l'astronaute. Revêtir une de ces combinaisons et procéder à tous les contrôles demande un temps considérable.



Frank De Winne en combinaison spatiale bleue

## 2 Guide de l'enseignant

Le casque est équipé d'une visière plaquée or qui protège les astronautes contre l'éclat du Soleil et qui sert aussi à éclairer les zones d'ombre. La combinaison spatiale se compose d'une enveloppe extérieure solide qui protège les astronautes contre les micro-météorites (minuscules particules de poussière orbitale) et contre les rayonnements. Cette enveloppe est cependant souple car les astronautes doivent pouvoir se déplacer aisément. Les gants sont un miracle de technologie en eux-mêmes ; ils possèdent leurs propres éléments de chauffage pour protéger les mains des astronautes contre le gel et ils sont cependant suffisamment minces pour leur permettre de mener des travaux délicats.



Une visière protège l'astronaute contre la lumière du Soleil

Sachant qu'une sortie extravéhiculaire (EVA dans le langage des astronautes) peut durer des heures, la combinaison spatiale doit être raisonnablement confortable. Elle dispose de sa propre alimentation en eau et comporte une sorte de "couche" qui absorbe l'urine.



Une véritable combinaison spatiale

### **Idées et suggestions relatives aux activités proposées sur les feuilles d'exercice :** **Feuille d'exercice A : Mesure de la température – Conditions ambiantes à l'intérieur de la station, page 46**

Cette activité peut conduire à des travaux plus détaillés se rapportant à la température, aux questions d'environnement, etc. Discutez de ces sujets en classe :

- Quelle température règne à l'intérieur de la classe ? Est-elle constante ? Si elle change, pourquoi ?
- Quelle est la température dans la classe comparée à celle de l'extérieur ? Y a-t-il un lien ?
- Comment la température influence-t-elle notre santé (pensez aux températures très élevées et très basses) et notre aptitude à nous concentrer ? (Il est recommandé que la température à l'intérieur reste aux environs de 20-22 degrés).

### **Feuille d'exercice B : Quels vêtements porteriez-vous ? page 47**

Cette feuille d'exercice peut servir de base de discussion. Si le concept de degrés est trop difficile à comprendre pour les élèves, parlez-leur de ce qu'ils devraient porter lorsqu'il neige, lorsqu'il pleut ou lorsqu'il y a du soleil ; vous pouvez établir un lien entre les vêtements et les saisons et discuter de

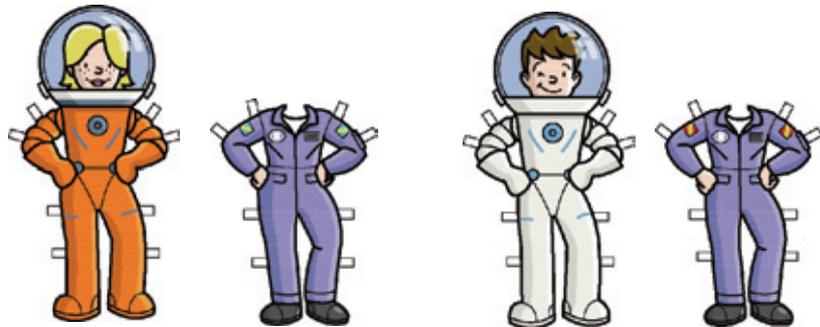


Stage de survie dans l'hiver russe

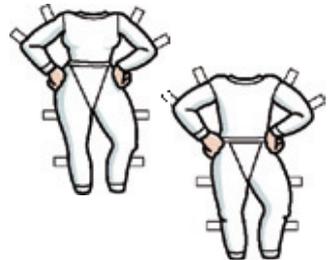
## 2 Guide de l'enseignant

### Feuilles d'exercice C et D : Dessine ta propre combinaison spatiale / Enfile la combinaison spatiale, pages 48-51

Les astronautes portent différents modèles de combinaisons spatiales : un modèle pour le voyage entre la Terre et la Station spatiale, un autre qu'ils portent à l'intérieur de la Station (ils peuvent également porter des pantalons/des shorts et des t-shirts) et un troisième pour les sorties extravéhiculaires.



La combinaison spatiale utilisée pour les sorties extravéhiculaires se compose de plusieurs épaisseurs. La première est un sous-vêtement qui comprend une sorte de "couche" jetable ; ils enfilent ensuite un long caleçon long et, enfin, un vêtement spécial qui règle la température au moyen d'un circuit de liquide réfrigérant et d'un système de ventilation à gaz.



Claudie Haigneré a de l'aide pour enfiler sa botte

Enfin, ils enfilent la partie extérieure de leur combinaison pour les sorties extravéhiculaires, qui les protège contre les rayonnements dangereux et les micrométéorites ; cette combinaison est pressurisée et dotée de circuits d'alimentation en air, en eau, en énergie électrique et de moyens de communication (le casque est équipé d'une caméra, d'une radio et de projecteurs). Les combinaisons spatiales américaines sont différentes des vêtements russes. Alors que ces derniers sont fabriqués en une seule pièce (il faut entrer dans la combinaison par le dos), les combinaisons spatiales américaines comportent un haut et un bas (on commence par enfiler la partie basse puis on termine par le haut).

Les astronautes changent de combinaison spatiale dans un sas qui égalise la pression d'air et qui permet de s'assurer que la teneur du sang en oxygène est correcte avant de quitter la Station.

Activités supplémentaires : demander aux élèves de dessiner une combinaison spatiale et d'en décrire les différentes pièces ; vous pouvez aussi leur demander de préparer un costume d'astronaute à porter lors d'un événement particulier, par exemple lorsqu'ils regardent passer la Station



Roberto Vittori arrive en combinaison de vol

## 2 Guide de l'enseignant



Les nouvelles combinaisons spatiales

spatiale internationale (voir chapitre 3.1 "Qu'est-ce qu'une Station spatiale ?"). Les élèves peuvent travailler par groupes de deux ou plus pour échanger leurs idées. Auparavant, examinez avec eux les questions figurant sur la feuille d'exercice et essayez de trouver des réponses :

- Comment peut-on n'avoir qu'UNE SEULE protection contre la chaleur et le froid extrêmes ?
- Que faites-vous si vous devez aller aux toilettes pendant une sortie extravéhiculaire et que vous n'avez pas le temps de rentrer à l'intérieur de la station ? Que faites-vous si vous avez soif ?
- Puisque vous ne pesez plus rien, vous flotez autour de la Station ; les astronautes doivent donc veiller à rester à proximité de la Station spatiale et reliés à elle. A votre avis, une combinaison spatiale doit-elle comporter des équipements spécifiques pour aider les astronautes à ne pas dériver dans l'espace ? Que suggérez-vous ?

### **Autres idées et orientations :**

#### ***Mesurer la température – Conditions ambiantes à l'intérieur de la Station***

Pour élargir les sujets traités sur la feuille d'exercice, recherchez quels autres facteurs ont une influence sur notre santé. Profitez de cette occasion pour présenter différents types de diagrammes ; comment les lire et comment les créer. Vous pouvez aussi étudier l'importance de l'atmosphère terrestre pour la vie sur Terre et comment la pollution a une influence sur nos conditions de vie sur notre planète.

#### ***Quels vêtements devriez-vous porter ?***

Partant de cette feuille d'exercice, discutez des températures auxquelles l'homme peut résister sans protection spéciale et expliquez pourquoi les astronautes doivent porter des combinaisons spatiales pour se protéger contre les températures extrêmes qui règnent dans l'espace. Parlez des températures moyennes dans d'autres parties du monde, des températures minimales et maximales mesurées sur la Terre et des températures moyennes qui règnent sur d'autres planètes.

### **Sujets connexes :**

Chapitre 3.1 "Qu'est-ce qu'une Station spatiale ?"

Chapitre 3.3 "Ravitailer la Station spatiale internationale"

## 2 Guide de l'enseignant

### 2.3 Voyager dans l'espace

#### Leçon – éléments de base :

Texte pour les élèves :	<ul style="list-style-type: none"><li>• Les différents types de fusées (Navette spatiale, Soyouz)</li><li>• Les fusées consomment beaucoup de carburant</li><li>• Forte accélération au décollage</li><li>• Fin de l'accélération : les astronautes sont en impesanteur lorsqu'ils atteignent l'orbite</li><li>• Accostage à la Station spatiale internationale</li></ul>
Feuilles d'exercice :	<ul style="list-style-type: none"><li>• Préparation et lancement de la fusée (mettre les illustrations dans le bon ordre)</li><li>• Faire un film sur une fusée (version papier)</li><li>• Faire une fusée en papier et organiser une course de fusées</li><li>• Les moyens de transport et la vitesse</li></ul>

#### Sujets abordés :

Sciences  
Mathématiques  
Arts  
Langues



Le lancement d'une Navette spatiale

#### Complément d'information :

Il existe actuellement deux moyens de transport pour atteindre l'ISS : la Navette spatiale américaine et le lanceur russe Soyouz. Dans les deux cas, l'expérience n'est pas faite pour ceux qui ont le cœur fragile ! En effet, les astronautes sont littéralement assis sur des centaines de tonnes de carburants pour fusée, hautement explosifs, qui les propulsent vers l'espace avec une accélération extraordinaire. Le véhicule spatial doit en effet atteindre la vitesse orbitale, c'est-à-dire environ 8 km/s, aussi rapidement que possible ; plus une fusée peut brûler son carburant rapidement, plus elle est efficace. A bord de la Navette spatiale, l'accélération est de 3G, c'est-à-dire que le poids des astronautes se trouve multiplié par trois. A bord de Soyouz, l'accélération peut même atteindre 5G, ce qui est encore plus désagréable pour les astronautes.



Une fusée Soyouz sur son aire de lancement

## 2 Guide de l'enseignant

Mais bien vite, l'accélération cesse. Après environ huit minutes de vol, les propulseurs de la fusée sont éjectés et le véhicule spatial est en orbite. Au lieu de peser cinq fois leur poids normal, les astronautes ne pèsent plus rien mais ils n'ont pas beaucoup de temps pour se détendre et profiter de cette expérience : il leur faut maintenant piloter leur véhicule spatial pour que les orbites qu'ils décrivent les amènent vers l'ISS.

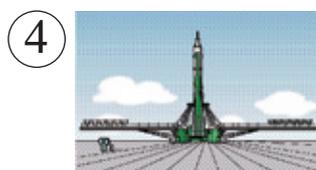
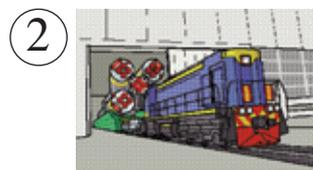
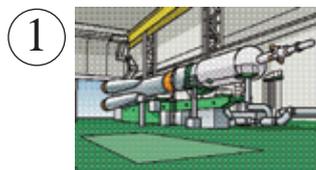
L'affaire n'est pas facile car un véhicule spatial en orbite se comporte d'une manière peu intuitive pour l'homme. Ainsi, pour rejoindre l'ISS, il faut ralentir légèrement. Le véhicule spatial va alors redescendre vers la Terre et accélérer. Plusieurs heures peuvent s'écouler avant que la Station spatiale soit en vue. Les astronautes consacrent leur temps à vérifier tous les systèmes et équipements à bord, à s'assurer que les liaisons de communication fonctionnent correctement et à procéder aux expériences prévues. Enfin, le moment arrive de la manœuvre la plus délicate de toutes, l'accostage. Les ordinateurs, les radars et les équipements laser sont alors tous mis en œuvre mais les astronautes se sont entraînés à faire cette manœuvre manuellement si les systèmes automatiques tombent en panne.

Lorsque tout va bien, le véhicule spatial entre en contact avec l'un des ports d'accostage de la Station, si doucement que l'équipage ressent à peine le choc. Les verrouillages sont alors actionnés mais les nouveaux arrivants doivent attendre un petit moment avant d'ouvrir l'écotille car il est important que la pression de l'air s'équilibre entre la Station et le véhicule. Les astronautes peuvent enfin quitter le véhicule spatial et rejoindre leurs collègues à bord de la Station. C'est à cet instant que la mission commence réellement.

Idées et suggestions relatives aux activités proposées sur les feuilles d'exercice : Ce chapitre est consacré, pour l'essentiel, aux lanceurs et à la vitesse. Utilisez ces feuilles d'exercice pour parler des fusées et des travaux de préparation nécessaires avant le lancement (transport vers l'aire de lancement, préparation de la fusée sur l'aire de lancement, ravitaillement en carburant, etc.), de la vitesse des divers moyens de transport et des temps de déplacement en fonction de ces différents moyens.

### **Feuille d'exercice A : Lancement du véhicule spatial, page 54!**

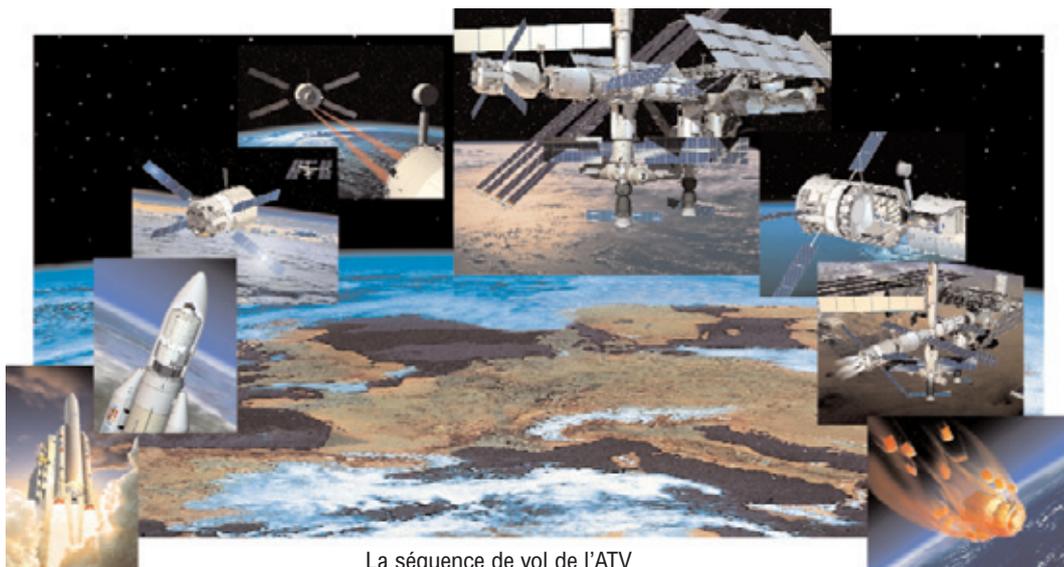
Réponse :



## 2 Guide de l'enseignant

### **Feuille d'exercice B : Faire un film sur les fusées, page 55**

La quantité de carburant nécessaire à une fusée pour vaincre la force gravitationnelle de la Terre et atteindre la vitesse de libération (11,2 km/s) dépend du poids de la fusée. Plus une fusée est lourde, plus il faut de carburant pour assurer le décollage. Et plus la quantité de carburant est importante, plus grands doivent être les réservoirs, ce qui augmente le poids. C'est pourquoi, aujourd'hui, la plupart des fusées sont des modèles à trois étages. Ainsi, dès qu'un élément de la fusée a rempli sa mission, il est largué. Le poids total s'en trouve ainsi réduit, ce qui signifie qu'il faut moins de carburant pour poursuivre le vol. Les matériaux utilisés sont légers pour réduire le poids total mais sont également solides pour résister aux fortes vibrations pendant le décollage.



La séquence de vol de l'ATV

Il peut s'avérer difficile pour les plus jeunes de vos élèves de réaliser un film sur les fusées ; il faut en effet dessiner plusieurs images d'une fusée. Une bonne idée consiste à demander aux élèves d'utiliser un modèle de fusée puis d'en copier les contours au moyen d'un papier calque posé sur le modèle. Pour donner l'impression de mouvement, ils peuvent utiliser la même image mais la copier avec des inclinaisons différentes.

Note ! Le format du papier ne doit pas être trop grand, sinon il sera difficile de feuilleter le carnet.

### **Feuilles d'exercice C et D : Réaliser une fusée / Course de fusées, pages 56-59**

Demandez à vos élèves de réaliser une fusée simple et d'organiser une course. La fusée représentée sur la feuille d'exercice est réalisée à l'aide d'une bande de papier et de ruban adhésif. Les seuls autres matériels nécessaires sont une paire de ciseaux, un crayon et une paille. Les élèves vont pouvoir découvrir ce qu'est l'aérodynamisme en utilisant des fusées dotées de différentes sortes de dérives et d'ogives, en modifiant la longueur de la fusée, etc.

Les données concernant la course de fusées peuvent être utilisées de différentes manières. Vous pouvez parler à vos élèves de prévisions et d'estimations, rechercher la distance moyenne parcourue par les fusées et reporter ces données sur des tableaux et des graphiques. Un autre sujet est suggéré dans la rubrique "Réponds aux questions suivantes" ; il s'agit des types de mesures utilisés pour différentes sortes de courses. Cela



## 2 Guide de l'enseignant

peut déboucher sur une discussion concernant les unités utilisées pour exprimer le temps, la distance, le volume, etc. et sur la précision de ces unités selon que l'on utilise des décimales (combien de décimales) ou, par exemple, selon que l'on utilise des minutes, des secondes ou même des unités plus petites.

### **Feuille d'exercice E : Les différents moyens de transport, page 60**

Présentez ce sujet avec une petite expérience : demandez aux élèves quelle distance ils peuvent parcourir, en marchant ou à vélo, dans une période de temps donnée ou combien de temps il leur faut pour parcourir une distance spécifique, en marchant ou à vélo (en fonction de ce qu'il y a de plus pratique dans votre zone). Parlez à vos élèves des vitesses des différents moyens de transport et demandez-leur quels sont les meilleurs véhicules pour parcourir différentes distances :

Réponses aux exercices :

Vélo :	12 km/h
Mobylette :	50 km/h
Voiture :	80 km/h
Avion :	800 km/h
Fusée :	28 000 km/h



### **Feuille d'exercice F : La vitesse dans l'espace, page 61**

En fonction du niveau de vos élèves, vous pouvez utiliser cette feuille d'exercice telle qu'elle est ; ou bien, vous pouvez l'adapter si vous utilisez des nombres élevés. La feuille d'exercice peut servir à résoudre un problème pour les élèves qui ont besoin d'être stimulés.

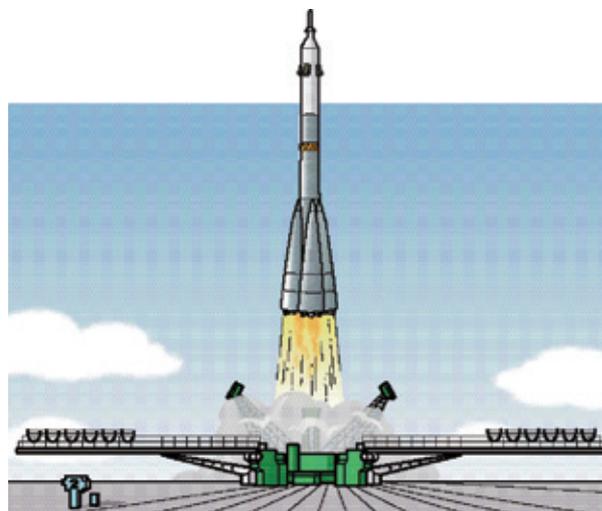
Réponse :

1. 50 heures
2. 90 minutes
3. 16 fois

**Autres idées et orientations :**

#### **Lancement d'un véhicule spatial**

Demandez à vos élèves de créer leur propre dessin animé, par exemple le lancement d'une fusée ou une sortie extravéhiculaire. Profitez-en pour leur parler de la classification des objets qui nous entourent : en fonction du temps, de la taille, du poids, de la couleur, de l'âge, etc.



## 2 Guide de l'enseignant

### Réalisation d'un film sur les fusées

Vous pouvez également faire une animation. Vous avez besoin pour cela d'un appareil photo numérique et de maquettes (dessins, poupées ou, par exemple, de la plasticine) et d'un décor.

1. Organisez une session de réflexion et choisissez les personnages du film, les maquettes dont vous aurez besoin et le fond pour votre écran.
2. Rédigez un synopsis et un scénario – un dessin animé sur bande peut parfaitement servir de scénario.
3. Préparez les modèles, les personnages et le fond.
4. Commencez les prises de vues. Prenez une photo à la fois. Si vous souhaitez que le personnage reste immobile pendant un certain temps, prenez la même photo plusieurs fois. Si vous préférez qu'il remue, modifiez sa position photo par photo.
5. Lorsque vous avez pris toutes les photos nécessaires et que vous les avez imprimées, faites un carnet à feuilleter ; si vous disposez du logiciel nécessaire, transférez-les sur un ordinateur. Utilisez un logiciel pour les monter.

### Réalisation d'une fusée

Expérience : fusée à comprimés effervescents

Matériel nécessaire :

- Eléments découpés d'une fusée sur du papier épais
- Crayons de couleur
- Ciseaux
- Colle ou ruban adhésif
- Tubes de rouleaux de pellicules
- Comprimés effervescents
- Eau

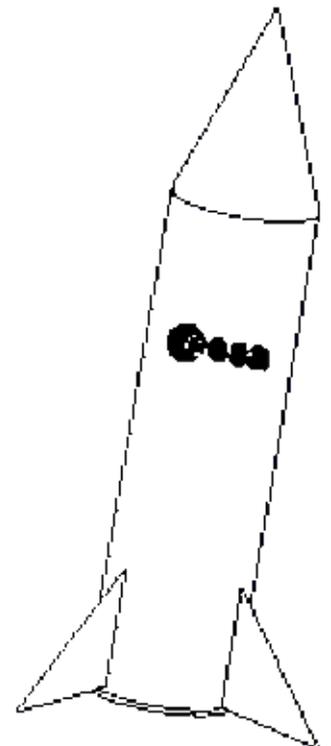
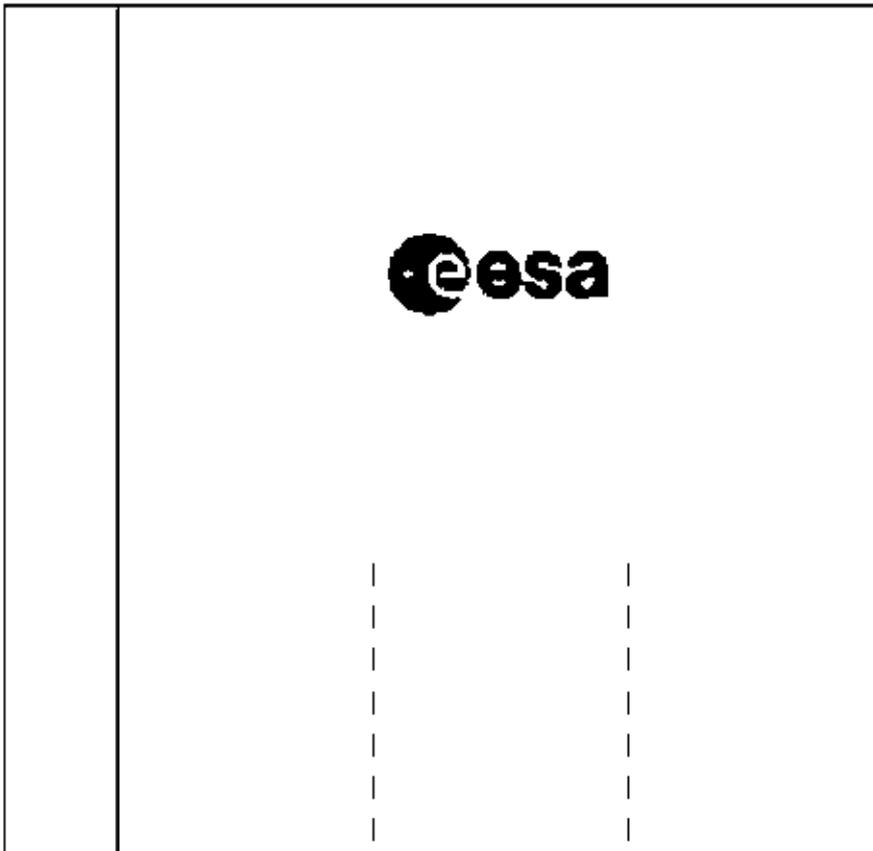
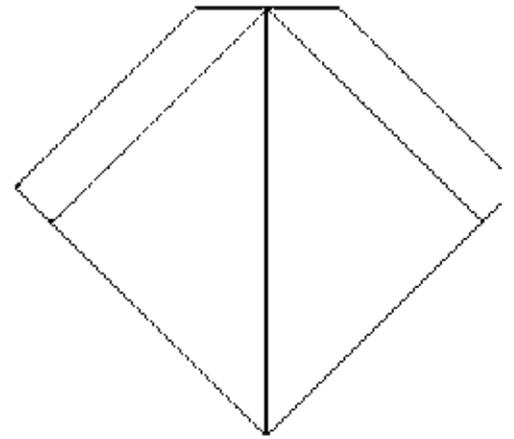
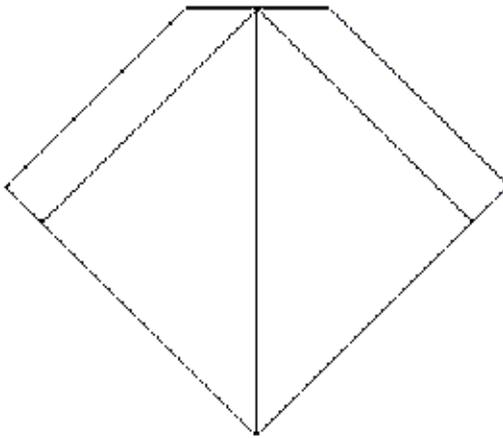
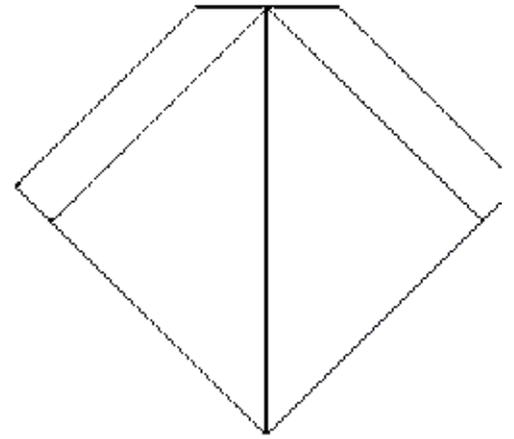
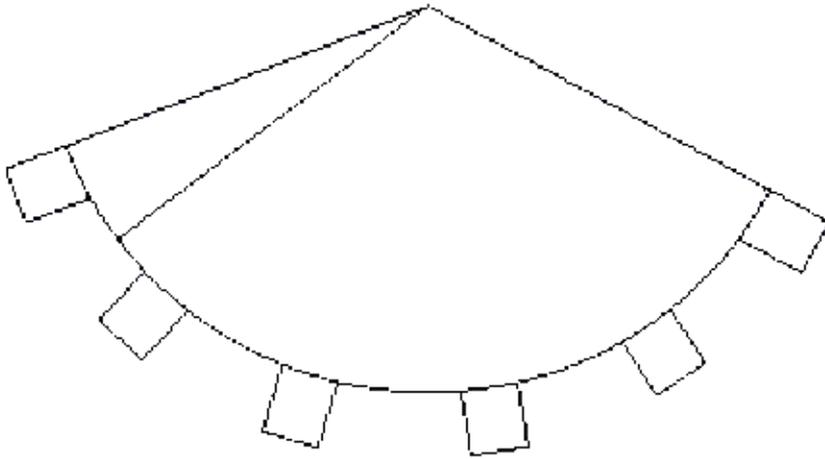


Des comprimés effervescents pour faire décoller la fusée



Faites travailler votre imagination pour colorier la fusée

## 2 Guide de l'enseignant



## 2 Guide de l'enseignant

Demandez aux élèves de colorier les éléments de la fusée et de les découper. Collez ces éléments sur le tube de pellicule, le bouchon étant dirigé vers le bas. Placez le tube sur son bouchon sur la table et collez les dérives sur les espaces indiqués par les lignes pointillées ; finissez avec l'ogive de la fusée.

Retournez la fusée et remplissez le tube avec un tiers d'eau et ajoutez un comprimé effervescent. Refermez rapidement avec le bouchon et posez la fusée pour le lancement. Le mélange eau/comprimé effervescent étant expulsé du tube, il est conseillé de faire cette expérience à l'extérieur et de rester à une distance de sécurité.

10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 .... Décollage !

(Attendre un peu si la fusée ne décolle pas instantanément ; cela peut prendre un petit moment).



Un train transporte une fusée jusqu'à l'aire de lancement

### **Feuille d'exercice F : La vitesse dans l'espace**

Utilisez cette feuille d'exercice pour parler du temps et de ses différentes unités de mesure : les heures, les minutes, les secondes (par exemple, 1 heure = 60 minutes, 1 minute = 60 secondes). Vous pouvez également vous en servir pour parler du temps et des distances. Voici quelques idées de travaux pour vos élèves.

1. La Station spatiale se déplace à 28 000 km/h. Combien de kilomètres peut-elle parcourir en :

- |                 |         |
|-----------------|---------|
| a. 30 minutes ? | 14 000  |
| b. 15 minutes ? | 7 000   |
| c. 5 minutes ?  | ≈ 2 300 |

2. Combien faut-il d'heures à la Station spatiale pour parcourir :

- |                |       |
|----------------|-------|
| a. 56 000 km ? | 2 h   |
| b. 84 000 km ? | 3 h   |
| c. 98 000 km ? | 3,5 h |



## 2 Guide de l'enseignant

---

3. Combien vous faudrait-il de temps pour faire une fois le tour de la Terre :

- |   |         |             |
|---|---------|-------------|
| a. En voiture (à 100 km/h, par exemple) ? | 400 h   | ≈ 17 jours  |
| b. En vélo (à 10 km/h, par exemple) ?     | 4 000 h | ≈ 167 jours |
| c. en marchant (à 5 km/h, par exemple) ?  | 8 000 h | ≈ 333 jours |

### Sujets connexes :

Chapitre 4.1 "Vivre à bord de la Station spatiale internationale", feuille d'exercice D "Le jour et la nuit" et feuille d'exercice E "L'année".

### Sites internet :

Avec trois étages vers l'espace :

Réalisez un film d'animation simple (sans appareil photo) en ligne :

<http://apps.discovery.com/animaker/animaker.html>



Prêt au décollage!