

## 3 Guide de l'enseignant

### 3.1 Qu'est-ce qu'une Station spatiale ?

#### Leçon – éléments de base :

Texte pour les élèves :	<p>La Station spatiale internationale (ISS) est un laboratoire qui flotte dans l'espace :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• C'est la plus grande construction jamais réalisée par l'homme dans l'espace.</li><li>• Elle est visible de la Terre dont elle fait le tour à environ 400 km d'altitude.</li><li>• Elle se déplace à la vitesse de 28 000 km/h.</li></ul> <p>A bord, l'équipage procède à des expériences scientifiques. Ces expériences seront utiles aux futures missions d'exploration de l'Univers par l'Homme et aussi à faire des progrès sur la Terre.</p>
Feuilles d'exercice :	<p>La coopération internationale (les continents, les océans, les pays, les images du monde vu par les satellites – sous la forme d'une carte).</p> <p><b>Observation :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• L'ISS.</li><li>• Objets célestes (étoile, Soleil, planète, satellite, Lune).</li><li>• Constellations</li></ul> <p><b>Orientation :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Boussole.</li><li>• Nord-Sud-Est-Ouest.</li><li>• Modèle de notre Système solaire (distances et échelle).</li></ul> <p>Réalisation d'un mobile composé d'étoiles ou de planètes.</p>

#### Sujets abordés :

Arts  
Langues  
Sciences  
Géographie  
Mathématiques

#### Complément d'information :

La Station spatiale internationale est exactement ce que sous-entend son appellation : une station dans l'espace, réellement internationale. Les États-Unis et la Russie sont les deux premiers contributeurs et, au travers de l'Agence spatiale européenne, la Belgique, le Danemark, la France, l'Allemagne, l'Italie, les Pays-Bas, la Norvège, l'Espagne, la Suède et la Suisse prennent part également à la construction de la Station. Le Canada et le Japon sont également partenaires dans ce projet mené en coopération.



L'ISS dans sa configuration actuelle

L'ISS tourne autour de la Terre à l'altitude d'environ 400 km. Elle assure une présence humaine permanente dans l'espace, au moins pour les 15 prochaines années. Le rôle principal de la Station est d'être une plate-forme où des expériences scientifiques peuvent être conduites en impesanteur (nous pourrions dire "en absence des effets de la pesanteur" ; c'est la pesanteur qui permet à l'ISS de rester en orbite).

## 3 Guide de l'enseignant



Vue d'artiste de l'ISS dans sa configuration finale

La plupart de ces expériences se déroulent à l'intérieur de l'un des deux modules scientifiques qui occupent actuellement la station et où l'on peut travailler en manche de chemise, à savoir le module russe et le module américain. Plus tard, viendront s'ajouter le module japonais et Columbus, le module européen. D'autres expériences pourront être conduites à l'extérieur de l'environnement pressurisé de la station : on peut en effet raccorder sur l'extérieur de la Station des équipements conçus pour fonctionner dans le vide spatial ; on peut les tester ainsi pendant des jours, des semaines et des mois avant qu'un jour ils

puissent être embarqués sur une mission qui pourrait les emporter très loin, hors de la visibilité de l'homme.

L'orbite de la Station fait un angle de 51 degrés avec l'équateur de la Terre. Alors que la Station tourne autour de la Terre, notre planète tourne sur elle-même sous la Station. Cela signifie que l'ISS survole 85 % de la surface de la Terre ; seuls l'extrême nord et l'extrême sud ne sont jamais survolés par la Station. L'ISS est donc également une excellente plate-forme d'observation de la Terre d'où on peut suivre des centaines de phénomènes, de la pollution aux courants océaniques. Les vues exceptionnelles de la Terre offertes à l'équipage sont un véritable bonus.

L'orbite décrite par la Station signifie qu'à un moment ou à un autre, elle survole 95 % de la population de la Terre. La Station se déplace à une altitude de 400 kilomètres et, par une nuit claire, elle est visible et ressemble à une "étoile vagabonde brillante".

Lorsqu'elle sera achevée, la Station aura une masse de 455 tonnes dont la plus grande partie correspond aux éléments de sa structure et à un immense réseau de panneaux solaires qui lui fournissent son énergie. Mais d'ores et déjà, l'équipage dispose d'un vaste espace ; lorsque la construction de l'ISS sera terminée, son volume pressurisé sera à peu près équivalent à celui de deux Boeing 747.

### **Idées et suggestions relatives aux activités proposées sur les feuilles d'exercice :**

#### **Feuille d'exercice A : La coopération internationale, page 81**

Question 2 : Afrique, Antarctique, Asie, Australie, Europe, Amérique du Nord, Amérique du Sud

Question 3 : Océan Pacifique, Océan Atlantique, Océan Indien, Océan Arctique

#### **Feuille d'exercice B : Regarde la Station spatiale internationale, page 82**

Aider les élèves à savoir si l'ISS est visible de l'endroit où ils vivent. Visitez le site [www.esa.int/seeiss](http://www.esa.int/seeiss) et inscrivez le nom de votre ville. Si elle est visible, ce site Internet vous proposera une carte du ciel indiquant où se trouve l'ISS ainsi que son orbite. Ce site contient également un tableau donnant les coordonnées exactes du passage de l'ISS.

## 3 Guide de l'enseignant

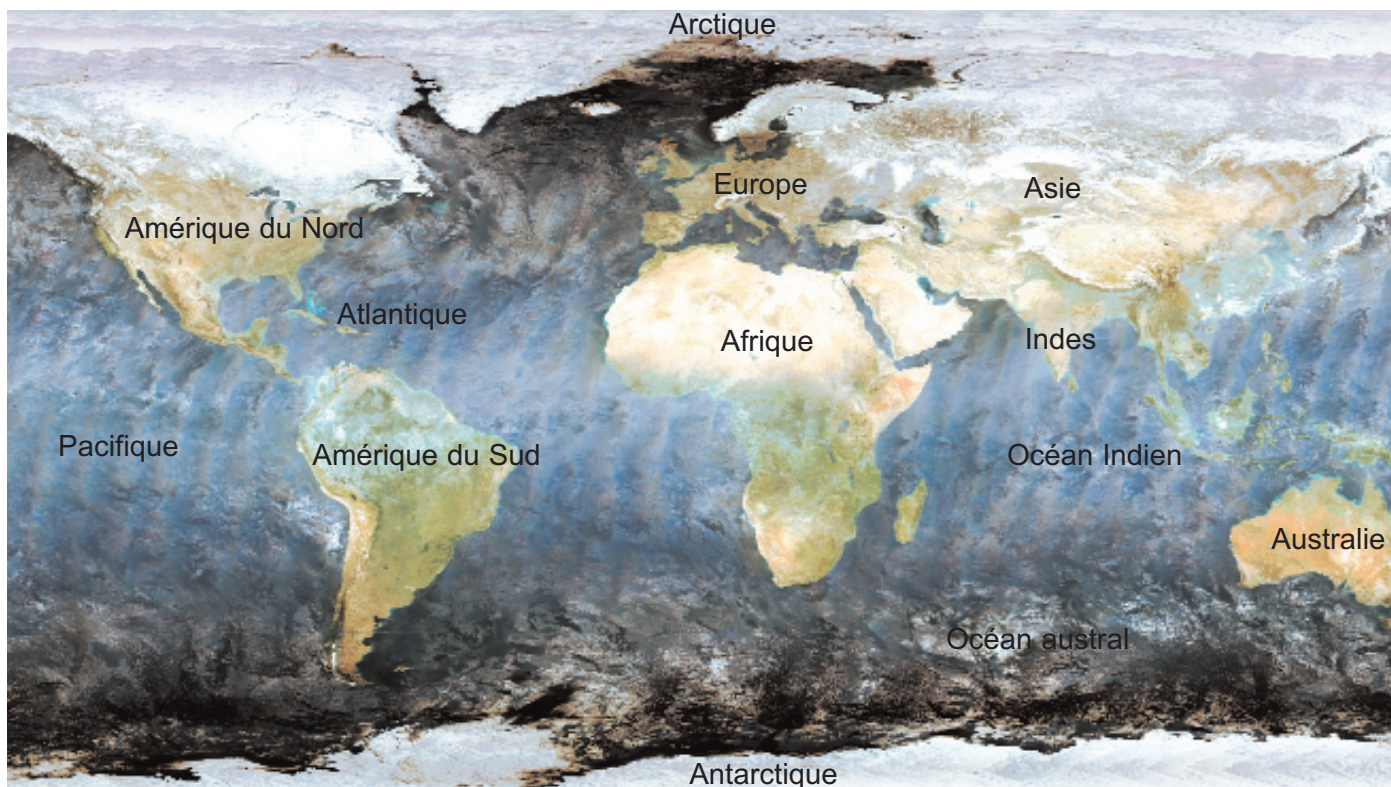


Image de la Terre vue par un satellite avec le nom des continents et des océans.

Lorsque vous aurez trouvé où et quand vous pouvez voir l'ISS, vous pourrez peut-être alors organiser une sortie pour vos élèves et leur famille pour, un soir, observer ensemble "l'étoile vagabonde".

Auparavant, demandez à vos élèves de s'exercer à utiliser une boussole ; demandez-leur de trouver le nord, le sud, l'est et l'ouest et aussi la direction dans le ciel où apparaîtra l'ISS la nuit de votre sortie. Cette nuit-là, n'oubliez pas d'emporter avec vous une torche pour pouvoir utiliser les boussoles.

### **Feuille d'exercice C : Découvrez ce qu'il y a dans le ciel, page 83**

Vous trouverez dans le glossaire la définition des mots suivants : "Soleil", "étoile", "Lune", "planète", "satellite".

On peut observer le Soleil de jour (mais ne jamais regarder directement le Soleil) tandis que les étoiles sont visibles de nuit. La Lune est éclairée par le Soleil. Certaines planètes et certains satellites artificiels demeurent invisibles alors que d'autres ne sont visibles que la nuit lorsqu'ils sont éclairés par le Soleil. Parmi les planètes de notre Système solaire, celles qui sont visibles à l'œil nu sont les suivantes :

- Vénus (juste avant le lever du Soleil et juste après le coucher du Soleil),
- Mars (la planète rouge)
- Jupiter,
- Saturne.

Découvrez les objets célestes visibles de l'endroit où vous vivez en visitant le site [www.heavens-above.com](http://www.heavens-above.com).





### 3 Guide de l'enseignant

#### Feuille d'exercice D : Observer le ciel la nuit, pages 84-85

On a attribué à la plupart des planètes les noms de dieux grecs et romains ou de personnages de la mythologie :

Mercure	Dieu romain du commerce et des voyageurs (Hermès chez les Grecs)
Vénus	Déesse romaine de l'amour (Aphrodite chez les Grecs)
Mars	Dieu romain de la guerre (Ares chez les Grecs)
Jupiter	Dieu suprême des Romains (Zeus chez les Grecs)
Saturne	Dieu romain de l'agriculture (Cronus chez les Grecs)
Uranus	N'existe que dans la mythologie grecque, personnification du ciel et du dieu primordial
Neptune	Dieu romain de l'eau (Poséidon chez les Grecs)
Pluton	Dieu romain de la mort et des enfers (Hadès chez les Grecs)

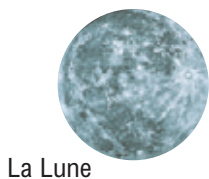
Les anciens pensaient que le Soleil était également un dieu (Hélios dans la mythologie grecque) conduisant son chariot tiré par de fougueux coursiers et parcourant tous les jours le ciel d'est en ouest.

Les constellations que nous pouvons observer la nuit sont, bien entendu, de simples projections de notre imagination et ne constituent pas réellement des ensembles ; les étoiles qui semblent proches les unes des autres lorsqu'on les observe de la Terre peuvent être en fait à des années lumière les unes des autres. Pour la plupart d'entre elles, on retrouve l'origine de leur nom dans la mythologie ; certaines ont reçu le nom d'animaux (lion, cancer, serpent, etc. qui ont également une signification mythologique) tandis que d'autres ont reçu le nom d'objets (lyre, télescope). Orion est une constellation qu'il est facile de repérer dans le ciel ; elle tire son nom d'un chasseur géant de la mythologie grecque.

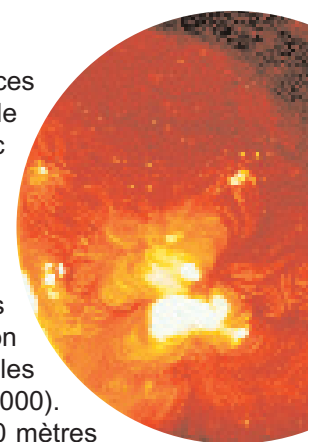
#### Feuille d'exercice E : Réaliser une maquette de notre Système solaire, pages 86-87

Cette activité donne une idée des distances immenses dans l'espace. Les illustrations graphiques du Système solaire donnent souvent une fausse impression des dimensions car il est impossible de représenter les dimensions exactes dans une petite illustration.

Sur la feuille d'exercice des élèves, un tableau indique les distances entre le Soleil et les planètes, en millions de kilomètres et à l'échelle 1:10 000 000 000. Il vous est conseillé d'utiliser cette échelle avec vos élèves pour leur donner une idée des distances.



Vous devrez travailler dans un grand espace mais il vous faudra peut-être également utiliser votre imagination ou improviser pour les aider à comprendre où se trouvent les planètes les plus éloignées (sauf si vous pouvez travailler sur un espace d'environ 600 mètres). Dans le tableau qui suit, nous vous indiquons aussi les nombres pour un modèle encore plus petit (échelle 1:100 000 000 000). Pour ce modèle, vous devez disposer d'une surface d'environ 60 mètres de longueur.



Le Soleil

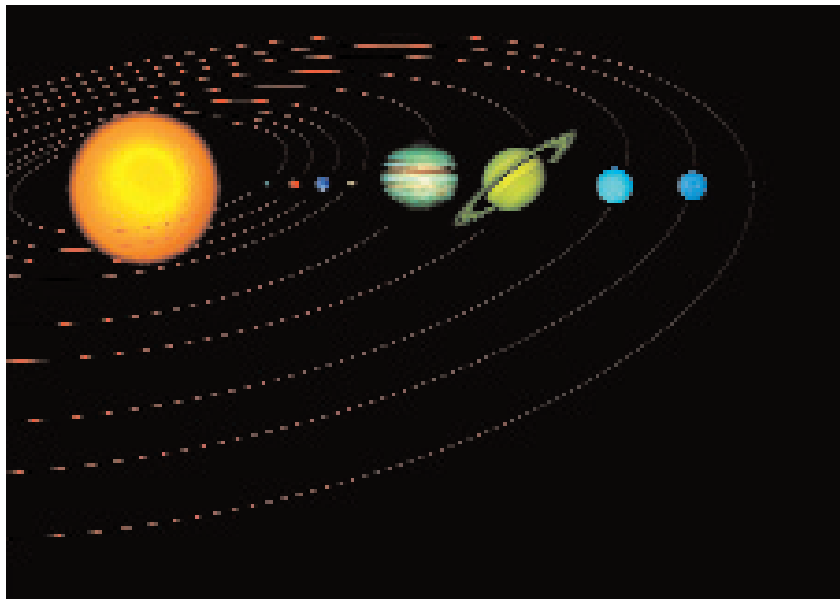
Lorsque vous réalisez une maquette de notre Système solaire à l'échelle, les planètes deviennent minuscules, notamment avec le modèle ci-dessous (la plupart des planètes seront représentées par des grains de sable...). Nous vous proposons d'utiliser des ballons, des billes, des noix ou du sable pour représenter les diverses planètes. Laissez vos élèves donner libre cours à leur imagination et à leur créativité.

### 3 Guide de l'enseignant

La distance moyenne de la Terre à la Lune est d'environ 384 400 km. A l'échelle 1:10 000 000 000, la Lune serait à environ 3,84 cm de la Terre ou à 3,84 mm sur la maquette à l'échelle 1:100 000 000 000.

	Distance du Soleil (en millions de km)	Distance du Soleil Echelle : 1:10 000 000 000	Distance du Soleil Echelle : 1:100 000 000 000
Soleil	0	0	0
Mercure	58	5.8 m	0.58 m
Vénus	108	10.8 m	1.08 m
Terre	149	14.9 m	1.49 m
Mars	228	22.8 m	2.28 m
Jupiter	778	77.8 m	7.78 m
Saturne	1430	143 m	14.3 m
Uranus	2900	290 m	29.0 m
Neptune	4500	450 m	45.0 m
Pluton	5900	590 m	59.0 m

L'ISS décrit une orbite autour de la Terre à environ 400 km d'altitude. Il serait difficile de représenter l'ISS sur les maquettes avec les échelles ci-dessus. A l'échelle 1:10 000 000 000, l'ISS serait à 0,04 mm de la Terre ou à 0,004 mm à l'échelle 1:100 000 000 000.



Le Système solaire



### 3 Guide de l'enseignant

	Distance du Soleil (en millions de km)	Distance du Soleil Echelle : 1:10 000 000 000	Distance du Soleil Echelle : 1:100 000 000 000
Soleil	1 392 000 km	14 cm	14 mm
Mercur	4880 km	0.5 mm	0.05 mm
Vénus	12 100 km	1.2 mm	0.12 mm
Terre	12 756 km	1.3 mm	0.13 mm
Mars	6 790 km	0.7 mm	0.07 mm
Jupiter	143 000 km	1.4 cm	14 mm
Saturne	120 500 km	1.2 cm	12 mm
Uranus	51 100 km	0.5 cm	5 mm
Neptune	49 500 km	0.5 cm	5 mm
Pluton	2 320 km	0.2 mm	0.02 mm

(La Lune a un diamètre approximatif de 3480 km. La grosseur de la Lune sur les deux maquettes serait 0.35 cm et 0.03 cm, respectivement.)

**Feuille d'exercice F : Fais un mobile composé d'étoiles ou de planètes, pages 88**

Cette feuille d'exercice suggère comment faire un mobile simple d'étoiles ou de planètes. Il n'y a pas de limites pour la créativité. Les élèves peuvent ajouter autant d'étoiles, de lunes ou des planètes qu'ils veulent, de différentes grandeurs et de formes, et comment les suspendre.



# 3 Guide de l'enseignant



Image satellitaire de la Belgique



Image satellitaire du Danemark



Image satellitaire de l'Allemagne



Image satellitaire de l'Italie



Image satellitaire de la Suède

Autres idées et orientations :

## Coopération internationale

Cette feuille d'exercice peut déboucher sur des travaux plus complets portant sur l'utilisation des cartes, l'indication des grands cours d'eau, des villes, des lacs et des montagnes sur la carte figurant sur la feuille d'exercice.

On peut aussi utiliser cette feuille d'exercice pour découvrir les pays qui participent au projet de Station spatiale internationale. N'importe lequel de ces pays, pris isolément, n'aurait pas les moyens nécessaires à la réalisation de l'ISS. Plusieurs pays se sont donc unis pour construire l'ISS ; ce sont : les États-Unis, le Canada, le Japon, la Russie et 10 pays européens, à savoir, l'Allemagne, la Belgique, le Danemark, l'Espagne, la France, l'Italie, la Norvège, les Pays-Bas, la Suède et la Suisse.

- Rechercher des informations sur ces pays.
- Rechercher des informations sur la course à l'espace et la guerre froide.
- Rechercher des informations sur la coopération internationale et les accords internationaux.
- Rechercher des informations sur les grands projets de construction.

## Observer la Station spatiale internationale

Si, auparavant, vous n'avez pas travaillé avec une boussole en classe, voici une bonne occasion d'apprendre à vos élèves comment utiliser cet instrument. Vous pouvez peut-être établir un lien entre la boussole et le magnétisme.

Demandez à vos élèves de prendre un aimant et d'examiner comment il fonctionne. Rassemblez divers types d'objets : stylos, punaises, trombones, couverts, pièces, etc. et demandez aux élèves de disposer ces objets sur la table devant eux. Ils doivent ensuite :

- Deviner quels objets, à leur avis, seront attirés par l'aimant.
- Tester et repérer les objets qui sont attirés par l'aimant.

## Observer le ciel la nuit

1. Demandez à vos élèves quelles planètes ont des lunes et quels sont les noms de ces lunes.
2. Demandez-leur de rechercher des informations sur les constellations et sur les mythes associés. Cet exercice peut être lié à une étude sur les dieux et les déesses romains et grecs qui ont donné leur nom à beaucoup de constellations.
3. Parlez-leur d'astrologie et expliquez les différences qui existent entre l'astronomie et l'astrologie. Donnez les noms des signes du zodiaque et demandez aux élèves à quel signe correspond leur date de naissance.

Site internet :

[www.heavens-above.com](http://www.heavens-above.com)



Image satellitaire de la Norvège



Image satellitaire de l'Espagne



Image satellitaire de la France



Image satellitaire de la Suisse



Image satellitaire des Pays-Bas

# 3 Guide de l'enseignant

## 3.2 Construction de la Station spatiale internationale

### Leçon – éléments de base :

Texte pour les élèves :	<ul style="list-style-type: none"><li>• L'ISS est trop volumineuse pour être envoyée dans l'espace en un seul lancement.</li><li>• Elle est assemblée, élément par élément, par des fusées, des astronautes, des bras télémanipulateurs et des ordinateurs.</li></ul>
Feuilles d'exercice :	<ul style="list-style-type: none"><li>• Réalisation d'une maquette de l'ISS.</li><li>• Les formes des modules (et autres formes).</li><li>• Robotique.</li></ul>

### Sujets abordés :

Arts  
Mathématiques  
Langues  
Sciences

### Complément d'information :

La Station spatiale internationale est probablement le projet de construction le plus ambitieux qui soit et c'est, de loin, la structure la plus complexe jamais assemblée dans l'espace. Elle est encore en construction bien qu'elle soit en partie fonctionnelle depuis 2000 et elle est déjà très utile. Lorsqu'elle sera achevée, la Station aura une masse de 455 tonnes. Les fusées les plus puissantes dont on dispose aujourd'hui ne pouvant emporter plus de 20 tonnes en orbite, l'assemblage de la Station se fait au moyen de modules autonomes qui s'emboîtent les uns dans les autres comme les pièces d'un puzzle.

Ses principaux éléments sont les modules scientifiques et les modules d'habitation ainsi que les éléments de jonction (ou nœuds) qui les relient. Ces éléments sont équipés d'adaptateurs d'accostage qui leur permettent de s'amarrer les uns aux autres dans l'espace sous les ordres de l'équipage de la Station et des équipes de construction en mission, généralement avec l'aide d'un bras télémanipulateur, une sorte de grue spatiale complexe.

En fait, l'un des premiers équipements importants a été le propre bras télémanipulateur de la Station, le Canadarm2, qui peut déplacer des éléments très lourds pratiquement n'importe où dans la zone de la Station et avec une précision étonnante. Mais toutes les opérations ne sont pas automatisées : une grande partie des travaux d'assemblage exige une force physique considérable de la part des astronautes qui doivent travailler parfois pendant six heures dans leur combinaison spatiale pour fixer des équipements.



Claude Nicollier lors de sa sortie extravéhiculaire qui a duré 8 heures.

Malgré l'impesanteur en orbite, les travaux d'assemblage dans l'espace sont au moins aussi exténuants que des travaux similaires sur la Terre et beaucoup plus compliqués. Chaque fois que cela est possible, les astronautes utilisent des outils à commande mécanique ; en tout état de cause, ce sont des outils très spéciaux. Prenez, par exemple, un tournevis ou une clé mécanique : en impesanteur, l'astronaute tourne autour de l'outil qu'il tient, comme tourne la vis ou le boulon qu'il est supposé serrer. Ces outils doivent donc être équipés de volants à action contractrice pour annuler le mouvement de rotation involontaire. Cela complique les choses mais les rend aussi plus efficaces.





### 3 Guide de l'enseignant

**Idées et suggestions relatives aux activités proposées sur les feuilles d'exercice :**

**Feuille d'exercice A : Les formes des modules, pages 90-91**

Il faut compter des années avant qu'un élément de la Station soit prêt à être lancé et raccordé à la Station elle-même. Aujourd'hui, l'ISS se compose de plusieurs modules cylindriques baptisés Zarya, Zvezda, Unity et Destiny.



La Station spatiale est alimentée en énergie par d'immenses panneaux solaires. Les surfaces rectangulaires de ces panneaux sont bleues, les radiateurs sont gris et ressemblent à des accordéons. Les radiateurs servent à rejeter l'excès de chaleur dégagée par la Station et donc à la refroidir lorsqu'elle est face au Soleil. On observe également à l'extérieur, des postes d'accostage pour les véhicules spatiaux ; une capsule Soyouz est toujours raccordée à la Station pour être utilisée comme véhicule de secours.

Plusieurs bras télémanipulateurs sont fixés à l'extérieur de la Station spatiale (le bras télémanipulateur européen, ERA, et le bras télémanipulateur canadien, Canadarm2) qui peuvent se déplacer d'un bout à l'autre de la Station pour transporter et fixer des équipements volumineux.

A partir de cette activité, parlez à vos élèves des différentes formes que l'on trouve dans la vie de tous les jours. Demandez-leur de rédiger une liste des formes qu'ils connaissent déjà et présentez-leur celles qu'ils ne connaissent pas encore. Faites ressortir les différences qui existent entre les formes et ce qu'elles ont chacune de spécifique.



## 3 Guide de l'enseignant

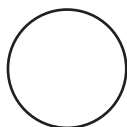
### Formes en 2D :



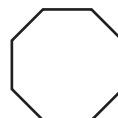
rectangle



trapeze



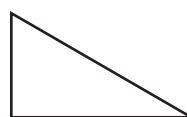
cercle



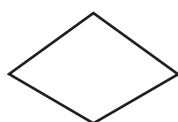
octogone



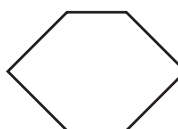
triangle



triangle rectangle

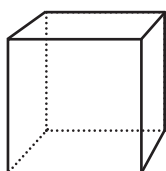


losange

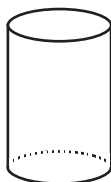


hexagone

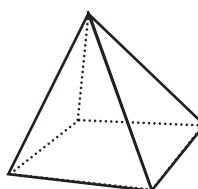
### Formes en 3D :



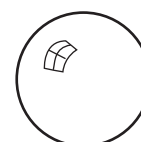
cube



cylindre



pyramide



sphère



cône

### **Feuille d'exercice B : Construisez votre propre Station spatiale, pages 92-93**

Les instructions figurent sur les feuilles d'exercice des élèves. Vous pouvez choisir de ne pas les recopier et de ne pas les distribuer mais plutôt d'expliquer ou de montrer à vos élèves comment ils peuvent construire une maquette en faisant une démonstration dans la salle de classe. Construisez vous-même une maquette pour la montrer aux élèves et leur donner des idées.

Les élèves étant supposés apporter du matériel de chez eux (boîtes et tubes de rouleaux de papier hygiénique), il faut leur donner un certain temps pour se préparer.

### **Feuille d'exercice C : Robotique, page 94**

Demandez à vos élèves d'apporter à l'école leurs jouets télécommandés (comme indiqué sur la feuille d'exercice). Mettez-les maintenant au défi de proposer une idée de robot ; demandez-leur de dessiner le robot qu'ils imaginent, d'apporter un objet ou un modèle et de construire un mécanisme capable de résoudre les tâches pour lesquelles le robot a été conçu (ces tâches doivent être définies auparavant, par exemple, ramasser un objet, rassembler des objets, aller chercher un verre d'eau, etc.).

## 3 Guide de l'enseignant

### Autres idées et orientations :

#### Les formes des modules

Lors de l'étude des formes des modules, créez des modèles de formes en plastiline ; apportez, par exemple, des objets qui ont des formes que vous avez étudiées (par exemple, un carton de lait ou de jus de fruit, une boîte de conserve, des dés, etc.).



Réalisation d'une maquette de bras télémanipulateur

En fonction du niveau de vos élèves, cette activité peut être associée au calcul de la superficie de ces formes ; vous pouvez aussi aborder des concepts comme le volume.

#### Réalisez votre propre Station spatiale

En plus de la construction de la Station spatiale, les élèves peuvent également construire un véhicule spatial comme le Véhicule de transfert automatique (ATV). Ils trouveront les instructions à ce sujet dans le chapitre suivant : "Autres idées et orientations".

#### Robotique :

##### Expérience : Réalisez votre propre bras télémanipulateur

Un robot est une machine ou un dispositif qui fonctionne automatiquement ou qui peut être télécommandé. On peut l'utiliser pour effectuer des tâches à la place de l'Homme ou pour imiter certains gestes qu'une personne peut faire. C'est surtout dans l'industrie que les robots trouvent des applications car ils peuvent exécuter des tâches répétitives et monotones. Mais on les utilise également pour des tâches difficiles ou trop dangereuses pour l'Homme. Dans la littérature populaire et dans le cinéma de science-fiction, les robots ont souvent été décrits comme des machines présentant des caractéristiques humaines. Les premiers robots modernes ont été inventés dans les années 1940.

#### Matériels nécessaires :

- Bâtons de sucettes
- Une petite perceuse manuelle
- Des punaises
- Des élastiques

A l'aide de ces matériels, imaginez et construisez un bras télémanipulateur pouvant être utilisé pour de petites opérations de levage.

#### Activité supplémentaire :

Agrandissez votre bras télémanipulateur ; par exemple, ajoutez des matériaux aux extrémités pour améliorer la saisie (par exemple, des doigts en caoutchouc comme on les utilise pour compter des feuilles de papier).

Donnez des exemples de différents types de robots et de leur utilisation ; n'oubliez pas les robots utilisés dans la vie de tous les jours.

#### Sites internet :

Assemblage de l'ISS : [www.esa.int/buildISS](http://www.esa.int/buildISS)

Bras télémanipulateur canadien :

<http://space.gc.ca/asc/fr/exploration/canadarm> (en français)

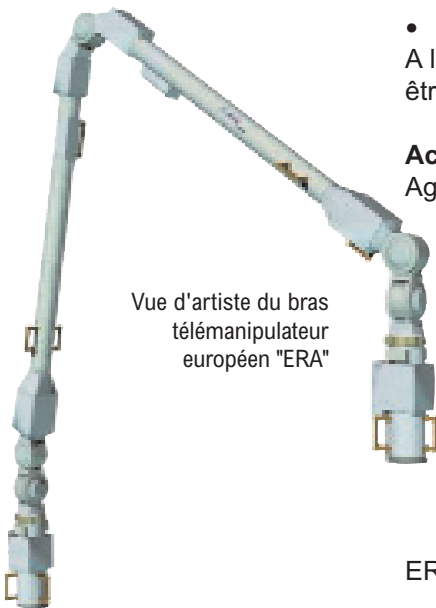
[http://space.gc.ca/asc/eng/missions/sts-097/kid\\_canadarm.asp](http://space.gc.ca/asc/eng/missions/sts-097/kid_canadarm.asp) (en anglais)

ERA, le bras télémanipulateur européen :

[http://esa.int/esaHS/ESAQE10VMOC\\_iss\\_0.html](http://esa.int/esaHS/ESAQE10VMOC_iss_0.html)

Bras télémanipulateurs : <http://spaceflight.nasa.gov/station/eva/robotics.html>

Vue d'artiste du bras télémanipulateur européen "ERA"



## 3 Guide de l'enseignant

### 3.3 Ravitailler et débarrasser la Station spatiale de ses déchets

#### Leçon – éléments de base :

Texte pour les élèves :	Nécessité d'alimenter la Station en nourriture, boissons, matériels scientifiques, etc. Les approvisionnements parviennent à la Station par fusée ou par le Véhicule de transfert automatique (ATV). L'ATV est un véhicule sans équipage qui s'amarré automatiquement à la Station spatiale. Les astronautes vident l'ATV et le remplissent avec des déchets. L'ATV brûle lors de sa rentrée dans l'atmosphère.
Feuilles d'exercice :	Eau : à quoi l'eau vous sert-elle ? Quels sont vos besoins en eau ? Comment parvenez-vous à réduire votre consommation ? – Préparez une mission vers l'ISS. De quoi avez-vous besoin pour survivre ? Le menu d'un astronaute – les groupes alimentaires (nutrition). Testez les aliments ; les goûts : sucré, acide, salé, amer. Construisez la maquette de l'ATV.

#### Sujets abordés :

Langues  
Sciences  
Mathématiques  
Economie domestique  
Arts

#### Complément d'information :

La Station spatiale internationale doit être régulièrement approvisionnée. Le système de soutien-vie de la Station est conçu pour recycler l'air et l'eau dans la plus grande mesure possible mais il n'en demeure pas moins que l'équipage doit disposer d'une alimentation fraîche et d'eau potable. Les expériences scientifiques doivent être actualisées ou remplacées lorsque le travail est terminé et il se peut également que des équipements endommagés ou usés nécessitent des pièces de rechange. La Station doit aussi être approvisionnée en ergols car, même à 400 km d'altitude au-dessus de la Terre, le vide n'est pas tout à fait parfait. Il reste de faibles traces d'air (moins d'un millionième de ce que nous avons besoin pour respirer) mais suffisamment, sur une période de quelques mois ou de quelques années, pour freiner la Station et lui faire perdre de l'altitude. Il faut donc, de temps à autre, rehausser l'orbite de la Station qui, sinon, ralentirait suffisamment pour retomber vers la Terre.



L'ATV au Centre d'essai de l'ESA à l'EST Noordwijk (Pays-B)



## 3 Guide de l'enseignant

Certaines livraisons sont assurées par la Navette spatiale et par des vols Soyouz qui peuvent également transporter des équipages. La soute de la Navette spatiale peut recevoir l'un des modules logistiques polyvalents de l'Agence spatiale européenne qui peuvent contenir une grande variété de matériels, bouteilles d'oxygène, expériences prêtes à être exécutées, etc. Mais ces véhicules spatiaux sont souvent remplis de matériels pour leur propre usage et disposent de très peu d'espace à bord pour satisfaire les besoins domestiques de la Station ; cela est particulièrement vrai de la minuscule capsule Soyouz.

Jusqu'à aujourd'hui, dans leur majeure partie, les approvisionnements destinés à la Station sont lancés de la Terre à bord du véhicule spatial automatique russe Progress-M qui s'amarre automatiquement à l'ISS, éventuellement, si nécessaire, avec un peu d'aide de l'équipage de la Station. Un vaisseau Progress peut emporter près de trois tonnes d'équipements et de consommables et il a été conçu pour parvenir à la Station avec une réserve d'ergols. Après amarrage à l'ISS et déchargement (quelques journées difficiles pour l'équipage qui trouve généralement cependant dans la livraison des petits objets personnels), il allume de nouveau ses moteurs pour rehausser l'orbite de la Station et compenser ainsi la traînée atmosphérique. Les moteurs disposent de suffisamment de carburant pour un dernier allumage. Le véhicule Progress, vide, est alors rempli de déchets de la Station et peut quitter son poste d'amarrage. Un dernier coup d'accélération de ses propulseurs lui fait quitter l'orbite de la Station et le précipite dans l'atmosphère au-dessus de l'Océan Pacifique. Bien avant qu'il atteigne la Terre, il se consume dans l'atmosphère sous l'effet des frottements avec l'air.

Bientôt, le Véhicule de transfert automatique (ATV) de l'ESA, l'une des principales contributions de l'Europe à la Station spatiale internationale, remplacera le Progress. L'ATV a été conçu spécifiquement pour être une sorte de camion de l'espace chargé de desservir l'ISS. Tout comme le Progress, l'ATV fonctionne sans équipage. Mais avec une capacité d'emport maximale de 7,7 tonnes, il est beaucoup plus vaste que Progress et son système d'amarrage automatique est plus complexe. Un ATV restera amarré à la Station spatiale durant six mois pendant lesquels il servira de réserve de stockage puis de "poubelle" lorsqu'il sera vide. Tout comme le Progress, il quittera l'orbite de la Station et plongera pour une fin violente mais sans danger dans l'atmosphère. (Pour un complément d'information sur les véhicules spatiaux qui retournent vers la Terre, reportez-vous au chapitre "Retour vers la Terre").



La Navette spatiale

### 3 Guide de l'enseignant

**Idées et suggestions relatives aux activités proposées sur les feuilles d'exercice :**

**Feuille d'exercice A : Préparer une mission, pages 97-98**

Alimentation et boissons : 3 litres par jour / la mission dure 10 jours

$3 \times 10 = 30$  litres

Hygiène personnelle : 4 litres par jour / 10 jours :

$4 \times 10 = 40$  litres

Cette activité aide les élèves à réfléchir à des éléments de base dont ils ont besoin pour survivre. Nous sommes un peu dans la situation d'une personne qui organise une excursion ou qui part en vacances. Demandez à vos élèves de calculer la quantité d'eau dont ils ont besoin pour la cuisine, pour boire et pour leur hygiène personnelle dans le cadre d'une mission spatiale. Discutez avec eux des utilisations de l'eau et faites la distinction entre l'eau, source nécessaire pour la vie et l'eau, au service des loisirs et la décoration.



Une astronaute avec des sacs d'eau

Etudiez également l'accès à l'eau et les modes de transport de l'eau dans différentes parties du monde ; voyez comment nous pouvons réduire notre consommation d'eau. Pour une mission spatiale de 10 jours, il faut aussi réfléchir aux autres choses que vous devez emporter comme l'alimentation, les vêtements, les expériences, etc.

L'eau se comporte différemment en impesanteur que sur Terre vers la surface de laquelle elle est attirée sous l'effet de la force gravitationnelle. En impesanteur, les liquides flottent sous la forme de bulles et ont tendance à coller aux surfaces. C'est pour cela que les astronautes ne pensent pas que prendre une douche à bord de la Station soit un moment de détente ! Il est impossible, dans la Station, de remplir un lavabo ou de se raser comme sur Terre. Pour se laver, il faut utiliser des éponges. L'aspect positif de cette situation est que l'on consomme beaucoup moins d'eau.



Décollage de la Navette spatiale pour la Station spatiale internationale

### 3 Guide de l'enseignant



Cela vous semble-t-il appétissant ?

#### **Feuille d'exercice B : Composez le menu d'un astronaute, pages 99-100**

Cette activité pourrait être le point de départ d'une discussion sur une alimentation saine et sur ce dont a besoin le corps pour rester en forme. Demandez à vos élèves de réfléchir à ce qu'ils mangent, aux différents repas de la journée et aux différents types d'aliments qu'ils devraient manger pour rester en bonne santé.

Si vous le pouvez, achetez dans des épiceries des aliments déshydratés ou séchés (par exemple, des fruits, du poisson, de la viande) afin de vous rapprocher de ce que les astronautes ont à bord de la Station spatiale. Demandez à vos élèves de goûter ces aliments ; ils peuvent même préparer des aliments pour astronautes pour l'événement proposé au chapitre 3.1 "Qu'est-ce qu'une Station spatiale ?".

Voici des exemples de menus servis à bord de la Station spatiale internationale :  
(source : NASA)

Jour 1		Jour 2	
Repas 1	Œufs brouillés au bacon Pommes de terre rissolées, saucisses Toast Margarine Confiture Jus de pomme Café/Thé/Chocolat	Repas 1	Céréales Yaourt Biscuit Margarine Confiture Lait Jus d'airelles Café / Thé / Chocolat
Repas 2	Poulet Macaronis au fromage Maïs Pêches Amandes Jus d'ananas – Pamplemousse	Repas 2	Soupe Fromage Sandwich Bretzels Pommes Gâteau à la vanille
Repas 3	Fajitas de bœuf Riz à l'espagnole Croustilles au maïs Sauce Chili au fromage Tortilla Gâteau au citron Cidre	Repas 3	Poisson Sauce tartare Jus de citron Salade de pâtes Haricots verts Pain Margarine Cake Fraises Boisson à l'orange-ananas

#### **Feuille de travail C : Testez et goûtez le régime des astronautes, pages 101-103**

D'après les astronautes, les aliments n'ont pas le même goût dans l'espace. Pour certains ils ont un goût neutre ; d'autres n'aiment même plus leurs plats préférés.



## 3 Guide de l'enseignant

Il y a plusieurs explications à cela. L'une des raisons est peut-être due au fait que les aliments ont été stockés longtemps. Certains astronautes pensent que les aliments peuvent avoir un goût différent du fait qu'ils doivent manger la même chose tous les jours.

Nous avons 4 types différents de papilles gustatives ; chaque type est spécialisé dans son propre goût : sucré, salé, acide et amer. Tous les goûts que nous pouvons définir sont en fait une combinaison de quatre goûts fondamentaux.



- Amer
- Acide
- Salé
- Sucré

L'odorat est un sens très important lorsque nous goûtons des aliments. Si quelque chose sent bon, nous souhaitons en manger. De même, la texture est importante (il y a fort à parier nous n'aimerons pas des aliments qui ont une consistance poisseuse ou filandreuse) ; la couleur et le bruit ont aussi un rôle à jouer.

### Autres idées et orientations :

#### Préparer une mission

Cette feuille d'exercice peut déboucher sur d'autres travaux concernant les volumes et la masse.

Examinez ces différents types de mesures :

- Tonnes – kg – g (1 tonne = 1000 kg, 1 kg = 1000 g)
- 1 litre = 1 dm<sup>3</sup> (et : 1 dm<sup>3</sup> = 1 dm x 1 dm x 1 dm)

Cette activité est liée à chapitre 3.2 "Assemblage de la Station spatiale internationale" et au chapitre 2.1 "La formation et l'entraînement des astronautes". "Autres idées et orientations".

#### Activité supplémentaire : Faire une maquette de l'ATV

Pour le corps de l'ATV, vous avez besoin du matériel suivant :

- une boîte vide
- de la colle
- des ciseaux
- une feuille de papier blanc A4
- des stylos feutre

Pour les panneaux solaires de l'ATV :

- deux baguettes
- du ruban adhésif
- une feuille de papier aluminium

#### Le corps de l'ATV

1. Utilisez une canette vide pour faire le corps de l'ATV.
2. Mesurez la quantité de papier dont vous avez besoin pour recouvrir le corps de l'ATV. Le papier doit recouvrir exactement la canette. Découpez le papier.
3. Décorez le papier avec les stylos feutre.
4. Collez le papier sur la canette.





## 3 Guide de l'enseignant

---

### Panneaux solaires

Faites une croix avec les deux baguettes. Reliez-les ensemble avec du ruban adhésif ou un fil. Sur chacune des quatre extrémités, pliez des bandes de papier aluminium autour des baguettes. Fixez les panneaux solaires avec du ruban adhésif à l'extrémité du corps du Véhicule de transfert automatique.

### **Activité supplémentaire :**

**Faites une maquette en papier du Véhicule de transfert automatique**

[http://esamultimedia.esa.int/docs/atv\\_model/ATV\\_2002\\_Intro.htm](http://esamultimedia.esa.int/docs/atv_model/ATV_2002_Intro.htm)

### **Sujets connexes :**

Chapitre 2.1 "La formation et l'entraînement des astronautes".

Chapitre 3.2 "Assemblage de la Station spatiale internationale".

### **Site internet :**

Les astronautes et l'alimentation :

[http://nasa.gov/audience/foreducators/k4/features/F\\_A\\_Matter\\_of\\_Taste.html](http://nasa.gov/audience/foreducators/k4/features/F_A_Matter_of_Taste.html)

