

4 Guide de l'enseignant

4.1 Vivre à bord de la Station spatiale internationale

Leçon – éléments de base :

Texte pour les élèves :	<ul style="list-style-type: none">• La vie à bord de l'ISS est différente : impesanteur, absence de "haut" et de "bas".• Certains astronautes sont pris de vertiges.• Tous les objets flottent (il faut être ordonné !)• Il faut 90 minutes à l'ISS pour faire le tour de la Terre
Feuilles d'exercice :	<ul style="list-style-type: none">• Balance, orientation• Les liquides dans l'espace – formes sphériques• Le calendrier quotidien – le vôtre et celui des astronautes (planning)• Le lever et le coucher du Soleil (le jour et la nuit), les saisons• Les mois, les semaines, les jours, les heures

Sujets abordés :

Mathématiques
Sciences
Langues
Sciences sociales

Complément d'information :

La Station est l'habitat permanent de l'équipage de l'ISS pendant six mois au maximum. A l'heure actuelle, il n'y a que deux ou trois résidents à long terme à tout moment donné. Mais régulièrement, un "vol taxi" de Soyouz arrive à la Station avec trois nouveaux astronautes pour un séjour de courte durée. Lorsque la Station spatiale sera achevée, elle pourra recevoir sept personnes.

A bord de la Station, la vie est étrange, voire unique. Pendant la moitié de son orbite de 90 minutes, l'ISS est en plein soleil ; pendant l'autre moitié, elle est dans l'ombre. Trois-quarts d'heure seulement séparent l'aube du crépuscule. Pour des raisons évidentes, les membres de l'équipage vivent et travaillent selon le cycle de 24 heures qui leur est familier sur notre planète, la Terre qui tourne sur elle-même et sous leurs pieds (ils utilisent pour référence l'heure GMT), mais leur horloge biologique a besoin d'un certain temps pour se stabiliser.

L'impesanteur, toutefois, est le facteur dominant et cet environnement est le principal objet de recherche à bord de la Station. Le premier effet de l'impesanteur est souvent une sorte de vertige et de mal de l'espace ; de nombreux astronautes se sentent mal à l'aise pendant un jour ou deux avant que leur corps ne s'adapte à ce nouvel environnement. Bientôt, les astronautes commencent à flotter dans la Station, à voler comme des oiseaux. C'est alors que l'expérience devient agréable.



Frank De Winne "en plein vol"



4 Guide de l'enseignant



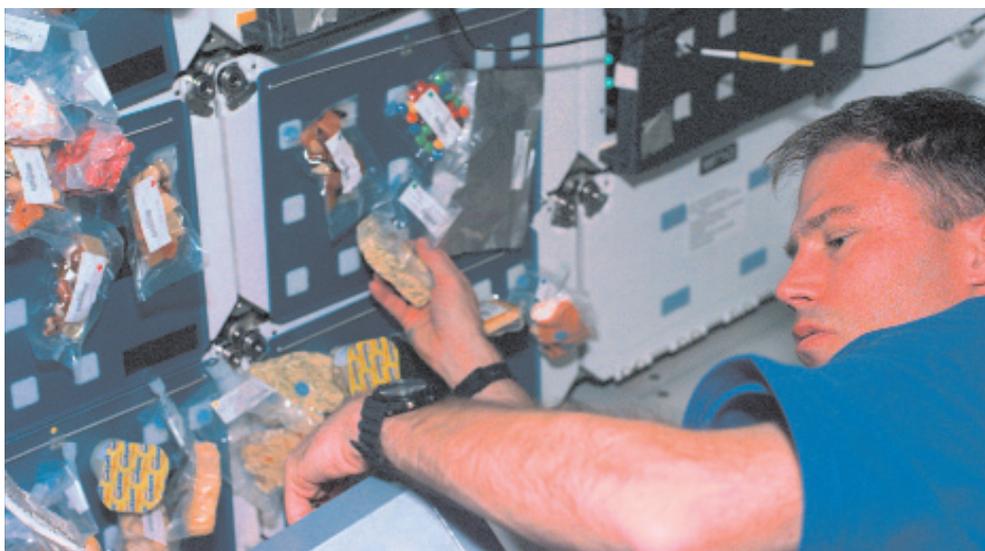
Un astronaute à table

Mais les astronautes ne sont pas les seuls à voler librement dans la Station. Tous les objets, que ce soit un crayon ou un ordinateur portable ou des pièces de rechange vitales pour l'électronique de la Station qui ne sont pas fixés à une cloison, au plancher ou au plafond, sont susceptibles de dériver dans n'importe quelle direction. Il est donc essentiel d'être ordonné : on ne peut pas poser un objet quelque part et espérer qu'il ne bouge pas. Les bandes auto-agrippantes (Velcro) et les rubans adhésifs sont des accessoires très demandés.

Les repas exigent également beaucoup de soin. La plupart du temps, les astronautes mangent avec une cuillère dans des sachets en plastique et boivent en utilisant des pailles plongées dans des bouteilles souples. Dans les deux cas, ils doivent être très prudents : tout mouvement brusque conduit à une envolée de morceaux de nourriture qui volent jusqu'à ce qu'ils rencontrent quelque chose sur laquelle ils adhèrent alors que les bulles de liquides décrivent leurs propres orbites, généralement poursuivies par les astronautes !

Les repas restent néanmoins un événement social à bord de l'ISS. Le module Zvezda est même équipé d'une table qui donne à chacun un sens de l'orientation bien que les chaises soient remplacées par des boucles de la taille du pied qui sont fixées sur le sol qui servent d'ancrage à ceux qui prennent leur repas.

La visite aux toilettes est une autre expérience intéressante. Les toilettes sont équipées d'un tube qui aspire les déchets avec un jet d'air fourni par une pompe puissante qui fait office de chasse d'eau. Certes, la situation n'est pas confortable mais elle est efficace et hygiénique et elle est loin des sanitaires rustiques utilisés par les premiers explorateurs de l'espace. Sachez toutefois que vous ne pourrez pas prendre de douche : l'ISS n'en est pas équipée (une douche à gravité zéro serait possible mais les besoins en eau rendent ce souhait impossible et la plupart des astronautes disent que ce n'est pas aussi inconfortable que cela, notamment du fait que l'eau ne s'écoule pas sur vous comme elle le fait sur la Terre). La meilleure solution consiste donc à utiliser des serviettes imbibées et du savon qui ne mousse pas.



Vol d'aliments

4 Guide de l'enseignant

Lorsqu'il est l'heure d'aller dormir, les choses sont en fait beaucoup plus simples que sur la Terre : inutile de prévoir des lits, des couchettes ou des matelas puisque vous ne pesez plus rien. Accrochez simplement votre sac de couchage à un endroit pratique et glissez-vous dedans. Obturez les hublots, éteignez les lumières, éventuellement mettez des protège-oreilles car, avec les ventilateurs qui tournent en continu, l'ISS n'est pas la plus silencieuse des chambres puis, littéralement, endormez-vous en flottant. Ne soyez pas surpris si vous êtes réveillé par d'étranges formes qui dérivent à côté de vous : ce ne sont que vos bras !

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

Feuille d'exercice A : Les astronautes et le vertige, pages 122-123

Le concept d'orientation est difficile à appréhender dans l'espace. Etre debout ou tomber n'a plus aucun sens, ni pour les êtres humains ni pour les objets ; il n'y a ni haut ni bas. Cette situation présente ses avantages : la moindre surface sur un



Expérience d'orientation

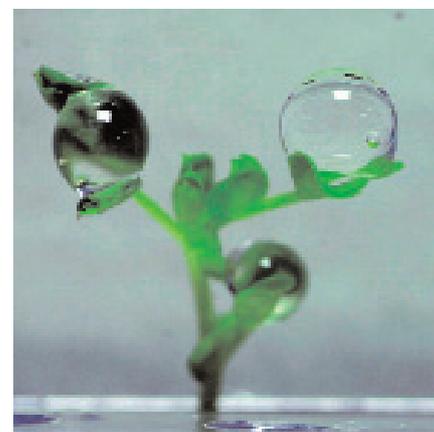
mur, au sol ou au plafond peut servir de rangement pour les expériences, les ordinateurs, etc.

L'expérience a cependant démontré qu'un certain ordre imposé dans la Station permettait aux astronautes de se sentir davantage chez eux et leur permettait de mieux savoir où se trouvent les objets quels qu'ils soient. Sinon, ils n'arrêteraient pas de tourner sur eux-mêmes, chaque fois qu'ils veulent attraper un outil ou pousser sur un bouton qu'ils ne trouvent pas immédiatement. On a donc créé des "plafonds" et des "planchers" artificiels qui sont peints

de différentes couleurs et qui sont en fait simplement des lieux de rangement alors que les "cloisons" accueillent les expériences, les ordinateurs, les bâtis, etc. A l'intérieur des modules d'habitation, les tables et le matériel d'exercice sont fixés au sol.

Feuille d'exercice B : Les liquides dans l'espace, page 124

A bord de la Station spatiale, l'eau ne se comporte pas comme sur la Terre. En impesanteur, elle flotte librement dans l'air sous forme de gouttelettes qui se collent aux surfaces. L'eau forme des bulles car il existe une force appelée tension superficielle qui agit entre les molécules de l'eau. Elle attire vers l'intérieur les molécules qui se trouvent à la surface du fait de sa tendance à se contracter sur la plus petite surface possible. L'eau se comporte alors comme si elle avait une peau, ce qui explique pourquoi les insectes peuvent marcher sur l'eau et pourquoi l'eau forme des sphères en condition d'impesanteur.



Bulles d'eau sur une plante

4 Guide de l'enseignant

Tentez cette expérience avec les enfants : observez comment un liquide forme des bulles en faisant tomber quelques gouttes d'eau teintée dans un récipient contenant de l'huile. Utilisez, par exemple, de l'huile d'olive et mélangez du colorant alimentaire avec de l'eau. Cela permet de mieux observer l'eau lorsqu'elle tombe dans l'huile.

Toilette à bord de la Station spatiale

A bord de la Station, l'eau n'est pas attirée vers le bas mais elle flotte autour de vous sous la forme de bulles et colle aux surfaces. C'est pourquoi, pour la plupart des astronautes, prendre une douche n'est pas aussi agréable que sur la Terre. A bord de la Station, il est également impossible de remplir un lavabo pour y faire sa toilette. Les astronautes utilisent donc des éponges et des lingettes mouillées et imbibées de savon.

Lorsqu'ils se rasent, les astronautes doivent aussi faire attention à ce que les poils coupés ne s'éparpillent pas. On peut utiliser un rasoir électrique, mais il faut se raser à proximité d'un tube aspirant. Lorsqu'ils utilisent un rasoir mécanique, ils doivent recueillir les poils et la mousse sur des serviettes en papier.



Hygiène personnelle

Lorsqu'ils se lavent les dents, ils doivent également cracher dans une serviette en papier. Une autre solution consiste à utiliser un dentifrice que l'on peut avaler.



Café dans l'espace

Boire à bord de la Station spatiale

Tous les liquides doivent être stockés dans des récipients fermés hermétiquement, sinon, ils flotteraient à l'intérieur de la Station. Si vous voulez une tasse de café ou de thé, il faut utiliser des sachets contenant eux-mêmes une dose de thé ou du café, que vous remplissez d'eau chaude.

(Pour tout complément d'information sur l'eau et son stockage, reportez-vous au chapitre "Revitaillement de la Station spatiale", "Planification d'une mission").

Aller aux toilettes à bord de la Station spatiale

Lorsque les astronautes vont aux toilettes, la première chose à faire est de s'attacher au siège afin de ne pas se retrouver en vol libre dans la cabine. Au lieu d'utiliser de l'eau, les toilettes sont équipées d'un tube qui aspire les déchets avec un jet d'air et les transfère dans un trou. Les déchets solides sont ensuite compressés et stockés avant de s'en débarrasser ultérieurement ; que l'urine est recueillie dans un conteneur distinct pour être recyclée. L'urine purifiée est traitée et l'air que l'équipage respire en est un sous-produit.



4 Guide de l'enseignant

Feuille d'exercice C : La journée d'un astronaute et la tienne, page 125

A bord de la Station spatiale internationale, les astronautes sont astreints à un programme très strict. Ils doivent suivre un horaire sur lequel est indiqué l'heure des repas, l'heure des expériences, le moment où ils doivent contacter le Centre de contrôle sur la Terre, etc. Sur la Terre, nous avons également des horaires à respecter. Expliquer les mots "programme" et "horaire".

Demandez aux élèves d'écrire leurs occupations de la journée. Vous pouvez également leur proposer d'interroger une autre personne sur sa journée et de rédiger son programme pour cette journée.

Dans le cas d'une activité exercée en groupes ou en paires, demandez aux élèves de raconter à leurs camarades ce qu'ils font puis de comparer leurs différents programmes. Demandez-leur de comparer leurs activités avec celles des astronautes.

En prenant comme exemple le programme de la journée d'un astronaute, vous pouvez poser les questions suivantes à vos élèves :

- Quels sont les repas des astronautes ? A quelle heure mangent-ils ?
- A quelle heure se couchent-ils ?
- A quelle heure font-ils des expériences scientifiques ou effectuent-ils des travaux de maintenance de la Station ?
- A quelle heure ont-ils du temps libre ?
- Quelle est la principale différence entre le programme d'un astronaute et celui d'un élève ?
- Pourquoi avez-vous besoin d'un horaire ?

Feuille d'exercice D : Le jour et la nuit, page 126

Réponses :

00:00	Lever du Soleil	00:45	Coucher du Soleil
01:30		02:15	
03:00		03:45	
04:30		05:15	
06:00		06:45	
07:30		08:15	
09:00		09:45	
10:30		11:15	
12:00		12:45	
13:30		14:15	
15:00		15:45	
16:30		17:15	
18:00		18:45	
19:30		20:15	
21:00		21:45	
22:30		23:15	
00:00		00:45	



4 Guide de l'enseignant

Feuille d'exercice E : L'année, pages 127-128

Réponses :

Quels sont les noms des saisons ?

Les quatre saisons, dans notre partie du monde, sont le printemps, l'été, l'automne et l'hiver. Dans d'autres parties du monde, on parle d'autres saisons. Demandez à vos élèves de partager leur expérience d'autres pays qu'ils ont visités.

Quels sont les noms des mois ?

Le calendrier grégorien compte 12 mois : janvier, février, mars, avril, mai, juin, juillet, août, septembre, octobre, novembre et décembre. D'autres cultures se réfèrent à d'autres calendriers. Demandez à vos élèves d'explorer ce point (voir détails ci-dessous).

Note : dans toutes les réponses ci-dessous, nous nous référons au calendrier grégorien :

Combien y a-t-il de semaines dans un mois ?

En principe, un mois comporte quatre semaines et quelques jours.

Combien y a-t-il de semaines dans une année ?

Il y a 52 semaines dans l'année.

Combien y a-t-il de jours dans l'année ?

Une année se compose en principe de 365 jours.

Y a-t-il toujours le même nombre de jours dans une année ?

Tous les quatre ans, l'année compte 366 jours.

Combien de fois cela se produit-il ?

Tous les quatre ans.

Combien y a-t-il de jours dans un mois ?

Un mois se compose de 30 ou de 31 jours. Février compte 28 jours sauf les années bissextiles (29 jours).

Y a-t-il toujours le même nombre de jours dans un mois ?

Non, ce nombre varie d'un mois à l'autre.

Comment se nombre varie-t-il ?

Nombre de jours par mois :

Janvier	31	Juillet	31
Février	28 (29 tous les quatre ans)	Août	31
Mars	31	Septembre	30
Avril	30	Octobre	31
Mai	31	Novembre	30
Juin	30	Décembre	31

Combien y a-t-il de jours dans une semaine ?

Il y a sept jours dans une semaine.

4 Guide de l'enseignant

Combien y a-t-il d'heures dans une journée ?

Il y a 24 heures dans une journée.

Combien y a-t-il de minutes dans une heure ?

Il y a 60 minutes dans une heure.

"Réfléchis à ce point", page 128.

Combien y a-t-il d'heures dans une semaine ?

Il y a 24 heures par jour et sept jours par semaine, donc :

$$24 \times 7 = 168$$

Il y a 168 heures dans une semaine.

Combien y a-t-il de minutes dans une journée ?

Il y a 60 minutes dans une heure, 24 heures dans une journée, donc :

$$60 \times 24 = 1440$$

Il y a 1440 minutes dans une journée.

Autres idées et orientations :

Le jour et la nuit

Vous pouvez également demander à vos élèves d'observer le Soleil qui se lève le matin et qui se couche le soir. Ils peuvent noter le résultat de leurs observations sur un tableau (par exemple, une fois par semaine sur une période de quelques mois) puis les comparer lorsque le temps change. Si le Soleil se lève ou se couche alors que vos élèves sont encore au lit, vous ou un de leurs parents, par exemple, peuvent noter l'heure. Si les journaux locaux donnent l'heure du lever et du coucher du Soleil, ces données, ou celles d'un agenda, peuvent être utilisées.

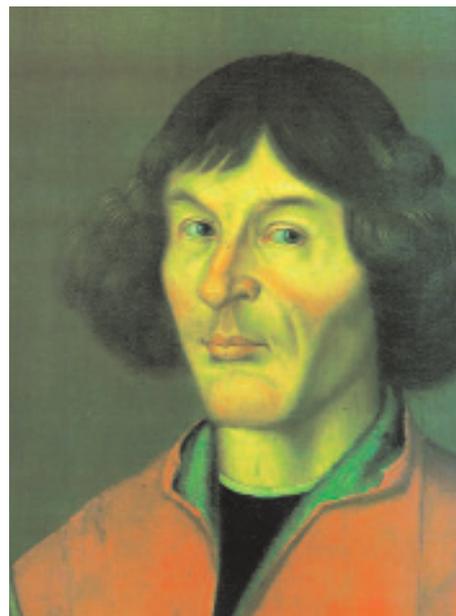
"Réfléchis à ce point", page 127.

L'année

Cette activité peut vous servir à parler avec vos élèves d'autres calendriers utilisés dans le passé ou dans d'autres cultures. On peut également diviser l'année en saisons (printemps, été, etc. ou en saison pluvieuse, saison sèche), vacances, fêtes.

Complément d'information

Les premiers calendriers reposaient, pour l'essentiel, sur les mouvements de la Lune, car c'était le changement le plus régulier et le plus facile à observer dans le ciel. En 3000 avant Jésus-Christ, environ, les Egyptiens ont établi le premier calendrier basé sur les étoiles. L'année égyptienne se composait de 36 semaines de 10 jours et le début de chaque semaine était déterminé par l'apparition d'une certaine constellation.



Copernic

4 Guide de l'enseignant

Et il en fut ainsi jusqu'à ce que Copernic (1473-1543) émette l'idée que le Soleil était au centre du système solaire. Les savants pensaient jusqu'alors que la Terre était au centre du système solaire et que le Soleil, la Lune et les étoiles tournaient autour de notre planète. Le modèle de Copernic est également appelé modèle héliocentrique alors que le modèle géocentrique est également connu sous la dénomination de modèle de Ptolémée, du nom de l'astronome grec.

Le calendrier que nous utilisons aujourd'hui est basé sur le calendrier de Jules César dans lequel l'année est divisée en 365 jours, avec un jour supplémentaire tous les quatre ans. Ce calendrier fut légèrement modifié par le pape Grégoire en 1582 ; ce fut la naissance du calendrier grégorien. D'autres cultures utilisent toujours d'autres systèmes : le calendrier chinois, par exemple, est basé sur la Lune et sur un cycle de 60 ans. Le calendrier juif commence le jour de la création du monde d'après les croyances religieuses (7 octobre 3761 avant Jésus-Christ selon le calendrier grégorien) ; il comporte une année de 12 ou 13 mois.

Sujets connexes :

Chapitre 2.1 "L'entraînement et la formation d'un astronaute", Feuille d'exercice D "Nouveaux symboles".

Chapitre 4.2 "Travailler à bord de la Station spatiale internationale".

Sites internet :

<http://www.calendarzone.com/>

<http://webexhibits.org/calendars/index.html>

<http://www.12x30.net/intro.html>



Noël dans l'espace



4 Guide de l'enseignant

4.2 Travailler à bord de la Station spatiale internationale

Leçon – Éléments de base :

Texte pour les élèves :	Les astronautes conservent des heures régulières Travailler, se détendre, dormir Entretien, réparation de la Station spatiale Expériences scientifiques
Feuilles d'exercice :	Un environnement sain (propreté, ordre, système de déchets propres) Expérience : la croissance cristalline Expérience : la croissance des plantes Les fuseaux horaires

Sujets abordés :

Langues
Sciences
Mathématiques
Sciences sociales



Un astronaute travaille sur un module d'expérience

Complément d'information :

Chaque fois que cela est possible, les astronautes à bord de l'ISS s'efforcent de maintenir des horaires réguliers : une période de travail de huit heures suivie d'une autre période de huit heures de détente et d'exercices puis huit heures de sommeil lorsque la Station est dans "la nuit". Le samedi, les astronautes ne travaillent généralement que quatre heures tandis que le dimanche est le jour de repos. Mais il y a toujours des travaux essentiels de maintenance à effectuer et des expériences à vérifier et surveiller. Les heures de travail ont tendance à se prolonger et les temps libres sont souvent interrompus. A bord, il n'y a de place à bord pour personne qui souhaiterait avoir un horaire régulier de 9 heures à 17 heures.

Le premier devoir des astronautes concerne la Station elle-même. Des tâches d'entretien régulières comme le nettoyage des filtres, la mise à hauteur des logiciels ou tout simplement passer l'aspirateur (un modèle spécial « espace ») pour aspirer la poussière et autres débris flottant dans l'air ou déposée sur les surfaces des modules, occupent une partie non négligeable de leur temps. Ce n'est qu'après d'être assurés que la Station fonctionne correctement que les astronautes peuvent attaquer leur vrai travail, c'est-à-dire superviser ou contrôler les résultats des expériences scientifiques en cours à bord de la Station.

De nombreuses expériences à bord de l'ISS sont conçues pour se dérouler sans intervention de l'homme ; elles sont suivies à partir du sol par les chercheurs qui les ont préparées. Dans de tels cas, les astronautes doivent simplement surveiller que tout se passe bien ; dans le cas contraire, ils sont prêts à intervenir. En revanche,

4 Guide de l'enseignant

Roberto Vittori
parle à la radio



d'autres expériences exigent la participation active des astronautes. Il peut leur être demandé, par exemple, de mélanger des produits chimiques à l'intérieur d'une boîte à gants ou de manipuler des appareils délicats dans le cadre d'une expérience de croissance cristalline. Le suivi des expériences depuis la Terre nécessite au moins de pointer les caméras dans la bonne direction mais toujours en comptant sur l'œil de l'homme qui a subi une formation intensive à cet effet. Le travail qui est peut-être le plus passionnant et certainement le plus fatiguant a lieu à l'extérieur des modules pressurisés de la Station. Les

expériences qui doivent être exposées au vide de l'espace ou au rayonnement solaire brut sont boulonnées sur des plates-formes montées à l'extérieur de la Station. Pour les mettre en place ou les ramener pour évaluation, les astronautes doivent enfiler leur combinaison spatiale ; travaillant toujours en équipes de deux, pour des raisons de sécurité, ils sortent de la Station. Ils peuvent profiter de cette occasion pour procéder à de petits travaux de maintenance à l'extérieur.

Bon nombre des expériences menées à bord de l'ISS utilisent comme sujet les astronautes eux-mêmes. La physiologie de l'homme est très modifiée par l'impesanteur (la perte osseuse et la perte musculaire sont les plus importantes) mais ce ne sont pas, et de loin, les seuls problèmes. Les expériences médicales menées à bord de l'ISS permettent de prendre des mesures précises et de tester des remèdes possibles. Ces recherches sont essentielles si l'homme veut entreprendre de longs voyages dans le système solaire. Mais elles ont aussi leurs propres avantages beaucoup plus près de nous. Ainsi, sur la Terre, les personnes âgées, en particulier, souffrent d'une dégénérescence des os et des muscles. Vu que ces pertes se développent beaucoup plus rapidement en impesanteur et dans des conditions contrôlées, certaines expériences peuvent prendre des années sur la Terre alors que dans l'espace on les réalise sur des périodes beaucoup plus courtes.

Mais l'activité que préfèrent la plupart des astronautes, c'est la communication. Quelques heures par semaine sont généralement réservées à la radiodiffusion de programmes destinés aux écoles et aux collègues sur la Terre, à des sessions de téléphone ou, plus généralement aujourd'hui, à des apparitions sur le web. Les astronautes ont ainsi une chance de faire partager leur étrange environnement et quelques instants merveilleux avec les "terriens".



Frank De Winne

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

Feuille d'exercice A : Propreté et ordre, page 130

Les questions proposées sur la Feuille d'exercice ont pour objectif de demander aux élèves de réfléchir comment ils organiseraient eux-mêmes leur salle de classe, de proposer des idées pour leur salle de classe et de réfléchir à la désignation d'un responsable de l'environnement dans cette salle. On peut également y inclure les règles qui, à leur avis, sont nécessaires à une bonne entente, par exemple le respect qu'ils se doivent mutuellement, la discipline, etc.



Pedro Duque

Comme il est dit dans l'introduction de cette Feuille d'exercice, les astronautes doivent être bien organisés. Ils doivent également travailler en étroite collaboration avec ceux avec qui ils vivent 24 heures sur 24 dans un espace confiné. Cela pourrait conduire à d'autres discussions sur l'importance de travailler ensemble, d'entretenir des liens d'amitié avec les autres et de comprendre pourquoi, en particulier lorsque nous devons vivre et travailler avec d'autres personnes, il est important de respecter certaines règles, d'être ordonnés et bien organisés. Demandez aux élèves d'écrire un plan pour ce travail, ou un projet de plan que vous étudierez tous ensemble en classe, en utilisant un exemplaire du "journal de l'astronaute".

Feuille d'exercice B : Expériences dans l'espace – La croissance des plantes, page 131

On peut se livrer à beaucoup d'expériences à bord de la Station spatiale ; dans le domaine, par exemple, des sciences des matériaux, de la combustion, de la biologie et de la physiologie, etc. L'intérêt principal est de découvrir comment les choses se comportent en impesanteur. Cela peut déboucher sur des informations générales relatives aux propriétés des matériaux et des plantes, à la croissance des végétaux, au corps humain et à son fonctionnement, etc. Tous ces résultats peuvent compléter nos informations sur ce dont nous aurons besoin pour les missions spatiales de longue durée et sur ce qui peut nous aider à améliorer les conditions de vie sur Terre (par exemple, amélioration des amortisseurs sur les voitures, médicaments nouveaux et plus efficaces, plantes donnant de meilleures récoltes).

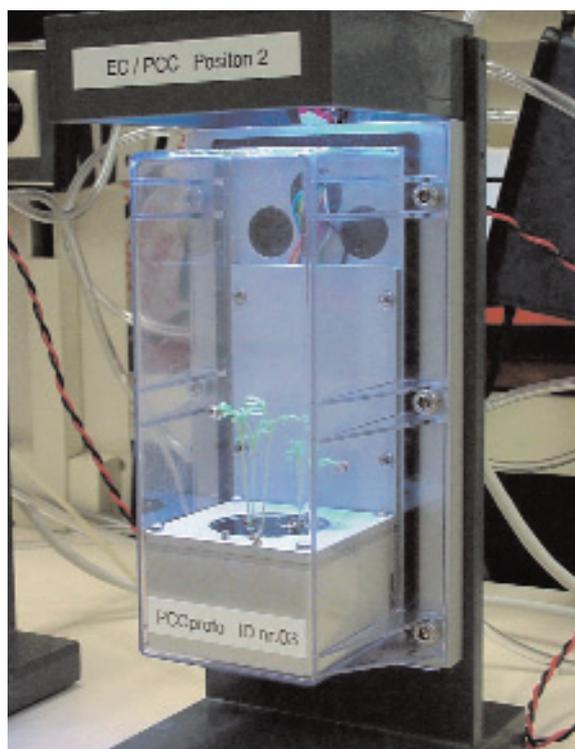
Cette Feuille d'exercice permet aux élèves de faire de véritables expériences scientifiques qui peuvent être également comparées à celles effectuées à bord de la Station.

Complément d'information : expériences sur les plantes

Les plantes sont vitales pour la vie sur Terre et elles pourraient également le devenir pour les futures missions spatiales. Les explorateurs de l'espace participant à des missions de plus longue durée devront peut-être dépendre des végétaux pour assurer leur survie. Il sera difficile d'embarquer à bord des véhicules spatiaux toute l'alimentation nécessaire à des missions de longue durée car le stockage est limité à bord. La solution pourrait consister à demander aux astronautes de faire pousser leurs propres produits alimentaires pendant la mission. Mais avant de compter sur

4 Guide de l'enseignant

Travailler à bord de la Station spatiale internationale



Réceptacle pour une expérience sur les plantes

les plantes comme ressources, nous devons savoir comment elles se comportent en impesanteur.

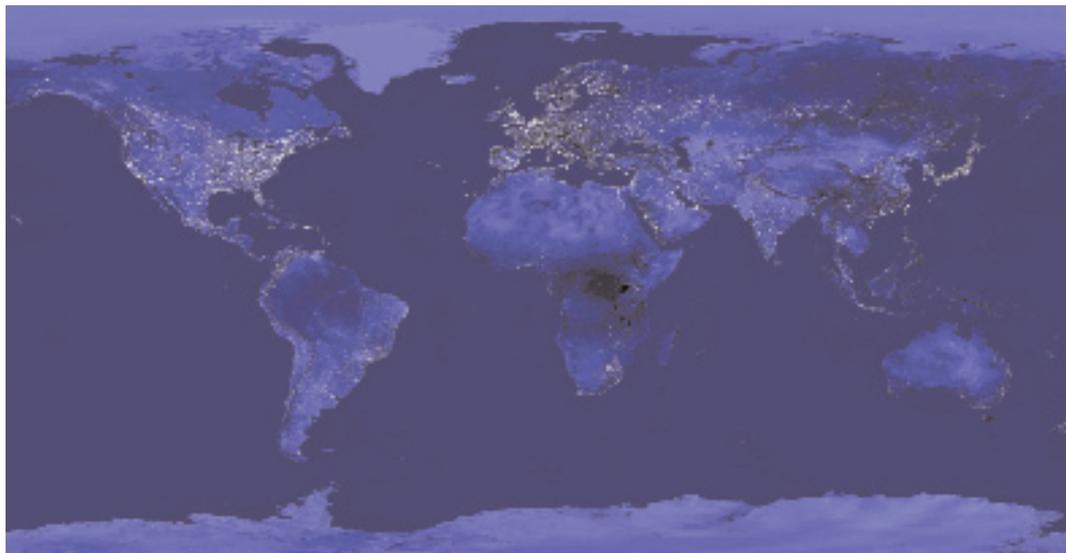
A cause de l'impesanteur, les expériences sur les plantes sont placées dans des réceptacles fermés hermétiquement, sinon, la terre et l'eau flotteraient à l'intérieur de la Station. Des réceptacles spéciaux ont été mis au point pour la recherche sur les plantes dans l'espace. Ils permettent aussi de s'assurer que les plantes reçoivent la quantité correcte de gaz, d'eau, d'éclairage et de température. Mais comment les plantes savent-elles dans quelle direction pousser lorsqu'elles sont en impesanteur, là où il n'y a pas véritablement de haut ni de bas ?

D'après les expériences déjà exécutées lors de missions spatiales précédentes, les chercheurs ont découvert que les plantes poussaient dans toutes les directions. Toutefois, au bout d'un certain temps, elles semblent s'adapter à leur environnement et commencent à pousser dans une direction plus stable. C'est parce qu'elles commencent à utiliser d'autres sources que la force de gravité pour s'orienter : les feuilles utilisent la lumière, comme référence, alors que les racines s'étirent vers l'eau. Ces recherches nous ont également livré d'autres informations sur le système d'équilibre des plantes mais il nous reste encore beaucoup de choses à découvrir sur les processus de croissance.

Les résultats de ces recherches peuvent déboucher sur une plus grande utilisation des plantes à bord des véhicules spatiaux, par exemple, pour réguler le niveau de gaz de l'air de la cabine (les plantes absorbent du dioxyde de carbone et dégagent de l'oxygène) et pour recycler l'eau (puisque'elles peuvent être utilisées pour filtrer les eaux usées). Ces résultats peuvent également nous apporter des informations précieuses que l'on pourra mettre à profit sur la Terre comme, par exemple, l'amélioration des récoltes ou la mise au point de nouveaux médicaments.



Croissance dans l'espace



Vue nocturne de la Terre

Feuille d'exercice C : Observer la Terre – Fuseaux horaires, pages 133-136

Réponses :

1. Quelle heure est-il à Vienne lorsqu'il est 14 heures à Moscou ?
Il est 12 heures à Vienne.
2. Quelle heure est-il à Lisbonne lorsqu'il est 21 heures à Helsinki ?
Il est 19 heures à Helsinki.
3. Quelle heure est-il à Sydney lorsqu'il est 8 heures à Nairobi ?
Il est 15 heures à Sydney.
4. Quelle heure est-il à Vancouver lorsqu'il est 16 heures à Singapour ?
Il est 0 heure à Vancouver, l'hiver au moins. En été, Vancouver est dans le fuseau "Heure du Pacifique" (heure d'été en Europe) et on observe un retard de 13 heures par rapport à Singapour ; il est donc 1 heure.
5. Quelle heure est-il à Lima lorsqu'il est minuit à Tokyo ?
Il est 10 heures à Lima.

Si ces nombres sont trop difficiles pour vos élèves, nous vous suggérons d'écrire au tableau d'autres heures (c'est-à-dire des heures qui ne demandent pas de calculs sur un trop grand nombre de fuseaux horaires).

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 :

Timeanddate.com



4 Guide de l'enseignant

4.3 Retour sur Terre

Leçon – éléments de base :

Texte pour les élèves :	<ul style="list-style-type: none">• Le véhicule spatial ramène les astronautes sur la Terre• Les parachutes se déploient pour ralentir le véhicule spatial• Les astronautes ressentent la force de gravité mais doivent se reposer pendant quelques semaines• Les astronautes quittent à regret la Station spatiale mais se réjouissent de revoir leurs amis et leur famille• Ils ont hâte de raconter leurs aventures• Ils rêvent toujours d'une autre mission
Feuilles d'exercice :	<ul style="list-style-type: none">• Les frottements• Prépare une entrevue• Résumer ce que vous avez appris• Jeu de cartes de mémoire

Sujets abordés :

Sciences

Langues

Arts

Complément d'information :

Tôt ou tard (la mission d'un équipage de l'ISS dure de trois à six mois), il faut reprendre le chemin de la Terre. Le nouvel équipage est à bord depuis une semaine tandis que l'équipage qui va être relevé lui fait faire le tour du propriétaire ; les "anciens" réconfortent les "nouveaux" qui ont le mal de l'espace et ils se moquent gentiment d'eux lorsqu'ils déambulent en se cognant contre les parois ! Même les astronautes les plus expérimentés ont besoin d'un certain temps de réadaptation lorsqu'ils reviennent à bord de la Station. Ceux qui repartent pour la Terre ne résistent pas à faire une petite démonstration de leur agilité à se déplacer en impesanteur et des compétences qu'ils ont acquises après plusieurs mois.



Des astronautes quittent la Terre

Il y a deux façons de retourner sur la Terre, tout comme il y a deux façons de rejoindre l'ISS : soit avec la Navette spatiale, soit avec une capsule Soyouz. Pendant un certain temps, après la perte de la Navette spatiale Columbia, seul Soyouz a été utilisée. Quel que soit le véhicule utilisé pour revenir à Terre, les astronautes sont confrontés aux dangers de la rentrée dans l'atmosphère terrestre. A bord de la Station, ils se déplaçaient à la vitesse d'environ 28 000 km/h. Il leur faut perdre de la vitesse pour réaliser un bon atterrissage sur la Terre; Il est impossible d'emporter suffisamment d'ergols pour assurer une telle décélération. Le véhicule



La Navette en vol avec sa soute ouverte

4 Guide de l'enseignant

André Kuipers est
extrait de la
capsule Soyouz



de rentrée va donc utiliser ce qui lui reste d'ergols pour passer juste en deçà de la vitesse orbitale. Le véhicule spatial va alors tomber dans l'atmosphère et utiliser le frottement de l'air pour freiner.

Frottement est synonyme de chaleur : certaines parties du véhicule spatial atteignent des températures de plus de 2000 degrés Celsius. La Navette est équipée de tuiles résistant à la chaleur pour la protéger tandis que le Soyouz est équipé d'un blindage thermique. Mais la rentrée est une procédure dangereuse comme le savent les astronautes ; certains d'entre eux y ont laissé leur vie.

Au moment du départ, une brève cérémonie est organisée près du sas de transfert. Puis le sas est

fermé et le véhicule spatial se détache de la Station. Lorsqu'il est à une certaine distance de sécurité de la Station, les moteurs s'allument et avec une lenteur relative, le véhicule spatial commence à descendre. A bord, les astronautes ressentent les premiers effets, encore légers, de la décélération alors que leur véhicule rentre dans l'air raréfié de la haute atmosphère. C'est la première fois, depuis des mois, qu'ils prennent conscience de leur poids. La décélération augmente ; il est impératif que la protection thermique se comporte correctement car l'air autour du véhicule spatial est si chaud qu'il émet des lueurs rougeoyantes. Les messages radio ne peuvent traverser ce nuage de chaleur et, pendant quelques minutes, l'équipage est absolument seul.

Peu à peu, la vitesse s'annule. L'air et la protection thermique refroidissent. A bord, les astronautes ressentent toute la force de la gravité terrestre qui semble incroyablement puissante. Ils ont du mal à lever les bras et respirent avec difficulté. A bord

de la Navette, le pilote, qui a transporté l'équipage de relève, se prépare à un atterrissage en douceur. Dans la capsule Soyouz, un parachute se déploie automatiquement et, lorsque la capsule approche du sol, des fusées se déclenchent pour la ralentir encore davantage ; enfin, elle touche le sol avec un léger rebond.

Dans les deux cas, les collègues des astronautes et les équipes médicales sont à l'arrivée. Aucun des astronautes ne peut réellement marcher bien qu'ils soient résolus à essayer. Il leur faudra quelques semaines de soins et de repos au lit avant de se réadapter partiellement à l'écrasante force de gravité terrestre. mais ils vont récupérer. Ils regardent le ciel, où la Station en orbite disparaît de leur vue. C'est promis, ils y retourneront.

Claudie Haigneré salue
les journalistes



Roberto Vittori est examiné par
un médecin

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

Feuille d'exercice A : Un véhicule spatial retourne vers la Terre, pages 139-140

Cette activité concerne le frottement et peut servir à expliquer pourquoi un véhicule spatial qui retourne vers la Terre doit être équipé d'un bouclier thermique. Lors de la rentrée dans l'atmosphère, ce véhicule rencontre des particules qui causent un frottement et donc de la chaleur à l'extérieur. Les véhicules habités doivent ramener leur équipage sans danger vers la Terre et ont donc besoin d'une bonne protection. Demandez aux élèves de réfléchir à des situations dans leur vie quotidienne où ils sont confrontés au frottement (par exemple, lorsqu'ils font du vélo et doivent freiner, lorsqu'ils ralentissent naturellement en vélo, lorsqu'ils font du ski, du patin, etc.).

Feuille d'exercice B : Préparer une entrevue avec un astronaute, page 141

Les astronautes donnent beaucoup d'entrevues ou *interviews* avant et après une mission spatiale. Le grand public est curieux de découvrir ce que les astronautes ont vécu à bord de la Station spatiale. Expliquez aux élèves ce qu'est une entrevue et comment la conduire puis demandez-leur de rédiger une entrevue. Expliquez-leur que les 'interviews' sont corrigées et que le texte imprimé est souvent plus court que l'entrevue proprement dite. Pour préparer ces interviews, les élèves pourraient rassembler des informations trouvées sur les sites internet consacrés aux biographies des astronautes et aux missions auxquelles ils ont participé. (voir les liens ci-dessous). Ils y trouveront également des exemples d'interviews.

Feuille d'exercice C : Réaliser votre jeu de mémoire, pages 142-146

Cette dernière feuille d'exercice a pour objectif de résumer de manière ludique ce que les élèves ont compris. Les images représentent chacune un chapitre. Expliquez ce que vous voyez sur les images et vérifiez que les élèves se souviennent et qu'ils ont appris quelque chose. Ils peuvent également dessiner eux-mêmes leurs propres cartes à jouer.

Activité supplémentaire :

Abonnez-vous aux pages d'information du site internet de l'ESA.

Rédigez un communiqué de presse concernant une mission réussie.

Composez un journal avec les entrevues que vous avez réalisées ou produisez un programme d'information pour la télévision.

Sujets connexes :

Chapitre 2.1, Feuille d'exercice A "Rédiger une demande pour devenir astronaute".

Chapitre 3.3 "Le ravitaillement de la Station spatiale".

Chapitre 4.1, Feuille d'exercice C "La journée d'un astronaute et la vôtre".

Websites:

Interviews, biographie des astronautes, complément d'information pour préparer les interviews :

<http://www.esa.int/esaHS/astronauts.html>

Frottement : <http://www.fearofphysics.com/Friction/frintro.html>

http://www.bbc.co.uk/schools/scienceclips/ages/8_9/friction.shtml

Sites internet consacrés aux missions

Mission Delta : <http://www.esa.int/Delta>

Mission Cervantes : <http://www.esa.int/Cervantes>

Mission Eneide : <http://www.esa.int/Eneide/>

Mission Odissea : <http://www.esa.int/Odissea>

Future missions : <http://www.esa.int/esaHS/future.html>

Programme d'exploration Aurora : <http://www.esa.int/SPECIALS/Aurora/index.html>

ATV : <http://www.esa.int/SPECIALS/ATV/index.html>