

## Sommaire

1. Sommaire	p. 0
2. Présentation de l'exposition, ateliers, visites détaillées	p. 1 - 6
3. Liens avec les programmes de l'Education Nationale	p. 7 - 22
4. Le système solaire	p. 23 - 35
5. De l'observation à la conquête spatiale	p. 36 - 38
6. Chronologie	p. 39 - 47
7. Etre astronaute	p. 48 - 50
8. Vivre dans l'espace	p. 51 - 55
9. Les risques physiologiques et physiques	p. 56 - 58
10. Les satellites	p. 59 - 61
11. Les inventions de l'espace	p. 62 - 64
12. Le tourisme spatial	p. 65
13. Bibliographie	p. 66 - 69



## 4 octobre 1957 Spoutnik est le premier engin à quitter le berceau terrestre.

L'exposition COSMOMANIA, l'incroyable aventure de l'espace retrace l'histoire de 50 années de conquête spatiale. Les visiteurs vivent, comme s'ils y étaient, les grands moments de cette prodigieuse aventure en marche et sont les témoins des progrès réalisés depuis 1957.

Ils pénètrent dans cinq "bulles", qui mettent en scène les cinq moments majeurs de la conquête spatiale dans des décors d'intérieurs reconstitués et aménagés avec le mobilier et les objets de l'époque :

- la **bulle de 1961** présente un salon soviétique, au moment du premier vol d'un homme dans l'espace,
- la **bulle de 1969** est une cuisine américaine, où la télévision diffuse les images du premier pas de l'Homme sur la Lune,
- la **bulle de 1979** est un salon français, le soir de Noël, dans lequel les visiteurs assistent au premier lancement d'une fusée Ariane,
- la **bulle de 1997** est la chambre d'un adolescent européen, passionné d'espace, qui assiste à la retransmission, pour la première fois par Internet, d'une image de sol martien, avec la mission Pathfinder,
- la **bulle de 2003** reconstitue une cuisine chinoise dans laquelle les visiteurs sont témoins du premier vol d'un taïkonaute.

Grâce à l'ambiance musicale et aux éléments interactifs mis à leur disposition, les visiteurs sont plongés dans l'univers spatio-temporel de chaque événement. Ils peuvent écouter des reportages à la radio, entendre des conversations téléphoniques, consulter des revues et journaux, regarder la télévision sur des sujets relatifs à l'aventure spatiale. Les bulles sont reliées entre elles par les "couloirs temporels" dans lesquels les visiteurs glanent des repères historiques, scientifiques et culturels. Des panneaux de textes illustrés et des bornes audiovisuelles racontent la conquête spatiale et permettent d'aller plus loin dans la compréhension de chaque époque et des événements spatiaux.

L'espace est entré aujourd'hui dans notre quotidien. Un formidable outil d'exploration pour voir la Terre et l'Univers comme jamais auparavant.

Le dernier couloir temporel aboutit à "l'espace aujourd'hui" : un élément audiovisuel présentant l'activité spatiale actuelle et ses enjeux. Dans cette partie de l'exposition, les visiteurs peuvent avoir depuis l'espace une vision de la Terre, du système solaire et de l'Univers. Ils s'installent ensuite dans "l'agora", une salle multimédia interactive où scientifiques et décideurs débattent du futur de l'espace et où ils sont conviés à donner leur avis.

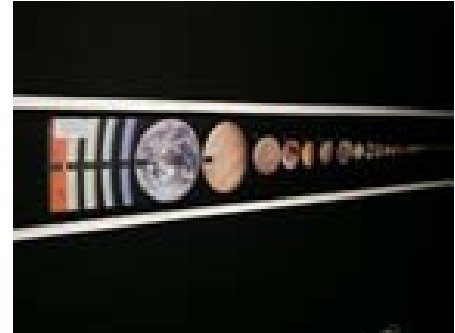
Une halte leur est proposée par Aérospace Valley, pôle de compétitivité Midi-Pyrénées Aquitaine pour apprécier l'aventure industrielle étonnante qui place ces deux régions au cœur de la conquête européenne de l'espace. Le parcours prend fin dans la "base Mars 2057", une bulle qui permet à chacun de devenir astronaute sur Mars dans un futur éloigné. Tout au long de la visite, des jeux, des textes et des manipulations sont réservés aux enfants pour participer pleinement au voyage et partager cette exploration avec les plus grands.

## Les ateliers de l'exposition

La visite de l'exposition comprend plusieurs ateliers interactifs proposés par les animateurs de Cap Sciences et adaptés à chaque niveau de public.

### Explorer la géographie du système solaire

Vivez l'aventure des sondes spatiales envoyées depuis la Terre. Elle a changé notre regard sur le soleil, les planètes, les astéroïdes et les comètes. Prenez la mesure des distances et du temps.



### S'entraîner comme un spationaute

Pourquoi s'entraîner avant de partir dans l'espace ? Comment se préparer à l'accélération et à l'impesanteur ? Êtes-vous prêt pour le voyage ? Pour le savoir, testez le siège rotatif et le siège d'allègement.

### Vivre une journée dans l'espace

Peut-on vivre à bord de la station spatiale internationale comme on vit chez soi ? Enquêtez sur les activités quotidiennes simples et celles plus complexes du travail. Observez la journée d'un spationaute dans l'espace.

### Construire un satellite

Qu'est ce qu'un satellite et à quoi ça sert ? Comment les guide-t-on depuis le sol ? Sur quelles orbites sont-ils ? Découvrez et assemblez les différents éléments qui les composent. Construisez une maquette d'un satellite d'observation de la Terre.

### Passer une journée sur Terre grâce à l'espace

Avec le lancement du premier satellite en 1957, l'URSS a ouvert la voie de l'espace. Cinquante ans plus tard, ces monstres de technologie sont omniprésents dans la vie quotidienne. A quoi servent-ils exactement ? Est-il possible aujourd'hui de s'en passer ?

## Les ateliers

### Vivre une journée dans l'espace

**Niveau :** à partir du CE2

**Thème:** La vie dans l'espace

**Durée :** 20 minutes

#### Objectifs pédagogiques :

- Découvrir comment les hommes vivent dans l'espace.
- Se rendre compte que l'espace est un milieu hostile dangereux pour l'homme.
- Prendre conscience de la difficulté liée à la perte de repères acquis sur Terre.

#### Descriptif de l'activité :

Jeu d'équipes coopératif et compétitif qui consiste à trouver comment les spationautes réalisent dans l'espace les actions de la vie quotidienne que nous faisons sur Terre.

### Construire un satellite

**Niveau :** à partir du CE2

**Thème :** Le satellite

**Durée :** 20 minutes à 40 minutes

#### Objectif :

- Identifier les différentes parties d'un satellite et ses instruments.
- Comprendre les principes de fonctionnement des différents équipements à bord d'un satellite.
- Comprendre les fonctions de servitudes à bord d'un satellite liées au fait d'être en orbite dans l'espace.
- Montrer l'intérêt de la salle blanche dans les techniques spatiales.

#### Descriptif de l'activité :

Le public équipé de blouse blanche pénètre dans la salle blanche afin de construire un satellite.

## Géographie de l'espace

**Niveau :** à partir du CE2

**Thème:** Le système solaire

**Durée :** 20 minutes

### Objectifs pédagogiques :

- Découvrir les planètes du système solaire.
- Prendre la mesure du temps et des distances entre les différents objets du système solaire.
- Identifier les différents objets du système solaire : étoiles, planètes, comètes, astéroïdes, planètes naines.
- Comprendre que notre connaissance du système solaire s'est construit autour des informations rapportées par les sondes.

### Descriptif de l'activité :

Le but du jeu est de replacer les planètes du système solaire sur leurs orbites ainsi que d'autres objets grâce aux sondes qui les ont explorées.

## Passer une journée sur Terre grâce à l'espace

**Niveau :** à partir du CE2

**Thème :** La technologie issue de la conquête spatiale

**Durée :** 20 minutes

### Objectifs pédagogiques :

- Montrer l'importance des satellites dans la vie quotidienne.
- Montrer l'utilisation des satellites dans divers secteurs d'activités plus spécifiques (satellites militaires, guidage des avions, utilisation scientifique...).
- Appréhender la notion de « dépendance » à l'espace de notre société.

### Descriptif de l'activité :

Jeu de rôle dans lequel l'animateur raconte une journée de vacances catastrophique pendant laquelle rien ne se passe comme prévu.

Mais qu'a-t-il bien pu se passer ?

## S'entraîner comme un spationaute

**Niveau :** à partir de la 6<sup>ème</sup>

**Thème :** L'entraînement des spationautes

**Durée :** 20 à 40 min

### Objectifs pédagogiques :

- Se familiariser avec l'entraînement d'un spationaute.
- Prendre conscience que les qualités psychologiques sont aussi importantes que l'aspect physique pour devenir spationaute.
- Prendre conscience de la difficulté à devenir spationaute.

### Descriptif de l'activité :

Cet atelier a pour but de vivre la préparation physique et psychologique des spationautes avant leur départ pour l'espace.

Dans un décor d'une salle de gym, le public pourra tester des outils de l'entraînement des spationautes tels que le fauteuil rotatif et le siège d'allègement. A côté, se déroulera le test psychologique.

## RECAPITULATIF DES ATELIERS DE L'EXPOSITION PAR NIVEAU SCOLAIRE

Niveau Durée	Primaire – 6 <sup>ème</sup>	Collège à partir de 5 <sup>ème</sup>	Lycée
	<b>Demi-journée</b>  <b>2 h</b>  <b>( matin ou après-midi )</b>	<b>Visite animée et 3 ateliers de 20 min :</b>  Géographie de l'espace + Construire un satellite + Vivre une journée dans l'espace	<b>Visite animée et 3 ateliers de 20 min :</b>  Vivre une journée dans l'espace + S'entraîner comme un spationaute + Construire un satellite
<b>Journée</b>  <b>5h</b>	<b>Visite animée et 3 ateliers de 20 min + 1 atelier de 40 min + film :</b>  Géographie de l'espace + Vivre une journée dans l'espace + Passer une journée sur Terre + Construire un satellite	<b>Visite animée et 2 ateliers de 20 min + 2 ateliers de 40 min:</b>  Vivre une journée dans l'espace + Passer une journée sur Terre + S'entraîner comme un spationaute + Construire un satellite	<b>Visite animée et 2 ateliers de 20 min + 2 ateliers de 40 min:</b>  Vivre une journée dans l'espace + Passer une journée sur Terre + S'entraîner comme un spationaute + Construire un satellite

## CYCLE DES APPROFONDISSEMENTS – CE2, CM1, CM2

Extraits des programmes de l'école élémentaire 2002  
BO hors série n°1 du 14 février 2002.

Compétences transversales		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Savoir respecter des consignes ;</li> <li>- Etre capable de raisonner avec logique et rigueur et donc savoir :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifier un problème et mettre au point une démarche de résolution ;</li> <li>▪ Rechercher l'information utile, l'analyser, la trier, la hiérarchiser, l'organiser, la synthétiser ;</li> <li>▪ Mettre en relation les acquis des différentes disciplines et les mobiliser dans des situations variées ;</li> <li>▪ Identifier, expliquer, rectifier une erreur ;</li> <li>▪ Distinguer ce dont on est sûr de ce qu'il faut prouver ;</li> <li>▪ Mettre à l'essai plusieurs pistes de solution.</li> </ul> </li> <li>- Respecter les règles</li> </ul>		
Maîtrise du langage et de la langue française		
<b>Maîtrise du langage oral</b>	Savoir se servir des échanges verbaux dans la classe	Situations de dialogue collectif : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Savoir rapidement l'enjeu de l'échange et en retenir les informations successives.</li> <li>- Questionner l'adulte ou les autres élèves à bon escient.</li> <li>- Se servir de sa mémoire pour conserver le fil de la conversation et attendre son tour.</li> <li>- S'insérer dans la conversation.</li> </ul> Situations de travail de groupe et mise en commun des résultats de ce travail : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Commencer à prendre en compte les points de vue des autres membres du groupe.</li> </ul> Situations d'exercice : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formuler une demande d'aide.</li> <li>- Exposer ses propositions de réponse et expliciter les raisons qui ont conduit à celles-ci.</li> </ul>
<b>Maîtrise du langage écrit</b>	Etre capable de <ul style="list-style-type: none"> <li>- Renseigner un questionnaire.</li> <li>- Comprendre un texte écrit court et simple.</li> <li>- Lire et utiliser différents langages, en particulier les images (différents types de textes, tableaux et graphiques, schémas, représentations cartographiques, représentations d'œuvres d'art, photographies, images de synthèse).</li> </ul>	
Géographie		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situer dans l'espace un lieu ou un ensemble géographique, en utilisant des cartes à différentes échelles ;</li> <li>- Comprendre l'unité et la complexité du monde par une première approche : de la mondialisation ; des inégalités et des interdépendances dans le monde ;</li> <li>- Avoir une approche sensible de la réalité ;</li> <li>- Mobiliser leurs connaissances pour donner du sens à l'actualité ;</li> </ul>		

Histoire	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situer dans le temps les événements, les découvertes scientifiques ou techniques étudiés et de les mettre en relation avec des faits historiques ou culturels utiles à leur compréhension ;</li> </ul>	
Education civique	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cultiver une attitude de curiosité pour les autres pays du monde (histoire, civilisation, actualité).</li> </ul>	
Mathématiques	
<b>Mesure et grandeurs</b>	- Connaître les unités légales du système métrique
Sciences expérimentales et technologie	
<p>L'objectif est en tout premier lieu d'observer méthodiquement les phénomènes les plus quotidiens et d'engager les élèves dans une première démarche de construction d'un modèle scientifique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la lumière et les ombres ;</li> <li>- les points cardinaux et la boussole ;</li> <li>- le mouvement apparent du Soleil ;</li> <li>- la durée du jour et son évolution au cours des saisons ;</li> <li>- la rotation de la Terre sur elle-même et ses conséquences ;</li> <li>- le système solaire et l'Univers ;</li> <li>- mesure des durées, unités.</li> </ul> <p><i>Avoir compris et retenu :</i>            Quelques phénomènes astronomiques : "course du Soleil" ; durée des jours et des nuits ; évolution au cours des saisons (calendrier) ; lien avec la boussole et les points cardinaux ; un petit nombre de modèles simples concernant ces phénomènes ; le système solaire et l'Univers ;</p>	
<b>Le mouvement apparent du Soleil</b>	Être capable de représenter qualitativement la trajectoire apparente du Soleil dans le ciel et son évolution au fil de l'année.
<b>La rotation de la Terre sur elle-même et ses conséquences</b>	Savoir que la Terre tourne sur elle-même d'un tour en vingt-quatre heures. Être capable de retrouver le sens de rotation de la Terre sur elle-même à partir de l'observation du mouvement apparent du Soleil.
Sciences de la vie et de la terre	
<b>Le corps humain et l'éducation à la santé</b>	- Découverte du fonctionnement du corps en privilégiant les conditions de maintien du corps en bonne santé

## CLASSE DE 6<sup>ème</sup>

Compétences transversales	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développer les capacités d'expression orale.</li> <li>- Entraîner à une argumentation utilisant un vocabulaire bien défini.</li> <li>- Développer la pensée logique : formuler des hypothèses et les confronter aux faits.</li> </ul>	
Objectifs scientifiques	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développer des éléments de culture scientifique indispensables dans le monde contemporain.</li> <li>- Former les esprits à la rigueur, à la méthode scientifique, à la critique et à l'honnêteté intellectuelle.</li> <li>- Former au raisonnement, tant quantitatif que qualitatif.</li> <li>- Ouvrir sur les techniques.</li> <li>- Motiver la recherche.</li> <li>- Prolonger les apports des sciences dans à la préparation et à l'éducation aux choix d'orientation.</li> <li>- Susciter des vocations scientifiques.</li> </ul>	
Méthodologie Scientifique	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- S'informer, observer.</li> <li>- Réaliser des manipulations, des montages expérimentaux simples, des mesures.</li> <li>- Communiquer dans un domaine scientifique oralement.</li> <li>- Reasonner (classer, adopter une démarche scientifique, faire preuve d'esprit critique).</li> </ul>	
Technologie	
<b>Le fonctionnement de l'objet technique</b>	Associer à un usage un besoin. Identifier objet et objet technique. Identifier la fonction d'usage de l'objet. Décrire le principe général de fonctionnement d'un objet simple. Description ou reconstitution du principe à partir d'une maquette modulaire. Énoncer la fonction d'estime de l'objet.
<b>L'évolution des objets techniques</b>	Situer dans le temps les inventions en rapport avec l'objet étudié. Classer chronologiquement des objets ayant la même fonction d'usage. Identifier des principes techniques simples liés à l'objet étudié et leur évolution.
<b>La réalisation d'un objet technique</b>	Identifier et classer les contraintes de fonctionnement, d'utilisation, de sécurité...
Sciences de la vie et de la Terre	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développer l'esprit critique du consommateur.</li> </ul>	
Education à l'Environnement pour un Développement Durable	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adopter une attitude raisonnée fondée sur la connaissance et développer un comportement citoyen responsable vis-à-vis de l'environnement : gestion des ressources.</li> </ul>	

Education Physique et Sportive	
Sur le plan des méthodes : Identifier et apprécier les conditions et les déterminants de l'action.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se confronter à une difficulté et proposer une réponse adaptée pour résoudre le problème posé.</li> <li>- S'engager dans des situations d'apprentissages en reproduisant des procédures simples, utilisées dans des situations analogues.</li> <li>- Connaître et différencier les éléments d'une tâche : identifier le but, les opérations à mener, les résultats et les principaux critères de réussite de l'action motrice.</li> <li>- Situer son degré de réussite à partir d'informations et de critères simples donnés par l'enseignant.</li> </ul>
Sur le plan de la maîtrise de la langue française : Décrire et commenter ses actions et celles d'autrui.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Décrire ce que l'on fait et ce que font les autres, pour comprendre réussites ou échecs (reformuler la consigne, préciser les critères de réussite).</li> <li>- Enoncer simplement une règle d'action mise en évidence au cours d'une phase de recherche.</li> </ul>
Sur le plan de la santé : Identifier les effets de l'action motrice et de l'effort physique sur le corps et en tenir compte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les principes pour se préparer à fournir un effort et les mettre en oeuvre avec l'aide de l'enseignant.</li> <li>- Identifier les effets de la motricité, de l'effort physique et du stress sur son corps (sudation, chaleur, fatigue, variations du rythme cardiaque, etc...).</li> <li>- Apprécier ses qualités physiques pour dégager ses points forts et ses points faibles.</li> <li>- Se familiariser avec les règles d'hygiène de vie.</li> <li>- S'engager dans l'activité à des intensités plus ou moins élevées.</li> </ul>
Sur le plan de la citoyenneté : Construire et appliquer des règles individuelles et collectives.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître, comprendre et respecter les règles en vigueur dans le groupe et la classe comme outils nécessaires à l'organisation collective garantissant les droits et devoirs de chacun.</li> <li>- Accepter de travailler dans des groupes divers (niveaux, besoins, mixtes.).</li> </ul>
Sur le plan de la sécurité : Organiser individuellement et en groupe leurs apprentissages dans des conditions optimales de sécurité.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître le matériel utile à la sécurité passive et appliquer les règles de sécurité données par l'enseignant.</li> <li>- Reconnaître les indicateurs corporels associés aux différentes phases de l'effort physique pour éviter la blessure et optimiser sa prestation.</li> <li>- Reconnaître et respecter les principales caractéristiques du milieu de pratique, pour s'y engager sans peur et sans risque.</li> <li>- Savoir demander de l'aide auprès de l'enseignant pour préserver son intégrité physique ou celle d'autrui.</li> </ul>

## CLASSE DE 5<sup>ème</sup>

### Compétences transversales

- Développer les capacités d'expression orale.
- Entraîner à une argumentation utilisant un vocabulaire bien défini.
- Développer la pensée logique : formuler des hypothèses et les confronter aux faits.

### Objectifs scientifiques

- Développer des éléments de culture scientifique indispensables dans le monde contemporain.
- Former les esprits à la rigueur, à la méthode scientifique, à la critique et à l'honnêteté intellectuelle.
- Former au raisonnement, tant quantitatif que qualitatif.
- Ouvrir sur les techniques.
- Motiver la recherche.
- Prolonger les apports des sciences dans à la préparation et à l'éducation aux choix d'orientation.
- Susciter des vocations scientifiques.

### Méthodologie Scientifique

- Réaliser une expérience.
- En réponse à une situation-problème, proposer un protocole expérimental à partir d'une liste de matériel éventuellement en excès permettant de répondre à la question.
- Utiliser la conjonction « donc » de façon pertinente dans des argumentations.
- Utiliser le conditionnel « si ... alors ».
- Développer l'autonomie, la responsabilité et la créativité? dans le domaine des sciences.

### Education à l'Environnement pour un Développement Durable

- Former le citoyen-consommateur : apprentissage de la sécurité sur la sauvegarde de la santé, et sur le respect de l'environnement.

### Education civique

- Les enjeux de l'information : l'analyse du traitement de l'information permet l'exercice de l'esprit critique chez les élèves.

Education Physique et Sportive	
<p>Identifier et apprécier les conditions et les déterminants de l'action.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modifier et / ou optimiser son projet initial en mettant en relation les informations éprouvées personnellement au cours de l'action (repères sensoriels) et les informations externes recueillies par la co-observation (tests pratiques « de terrain » ou fiche d'évaluation).</li> <li>- Organiser seul ou en groupe un dispositif individuel ou collectif relatif à l'apprentissage (travail en atelier ou routine d'apprentissage).</li> <li>- Apprécier et adapter les procédures utilisées dans l'action, au regard des résultats à obtenir : élaborer une stratégie personnelle d'apprentissage utilisant la connaissance des résultats.</li> <li>- Maintenir les efforts physiques et intellectuels nécessaires dans une tâche d'apprentissage.</li> </ul>
<p>Décrire et commenter ses actions et celles d'autrui.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyser et expliquer ses réussites et ses échecs.</li> <li>- Argumenter oralement et juger une prestation en utilisant des critères objectifs donnés par l'enseignant.</li> <li>- Exposer à un camarade ou un groupe restreint les opérations et informations utiles à la réalisation d'un projet individuel ou collectif.</li> </ul>
<p>Identifier les effets de l'action motrice et de l'effort physique sur le corps et en tenir compte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en relation les exercices réalisés avec les effets qu'ils produisent sur le développement corporel.</li> <li>- Connaître et reconnaître le type d'effort à fournir et la récupération nécessaire.</li> </ul>
<p>Organiser individuellement et en groupe les apprentissages dans des conditions optimales de sécurité.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconnaître et respecter certaines caractéristiques du milieu de pratique pour les aménager, les transformer sans le dénaturer et rendre plus cohérent et plus fonctionnel un projet individuel ou collectif.</li> </ul>

## CLASSE DE 4<sup>ème</sup>

Compétences transversales	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développer les capacités d'expression orale.</li> <li>- Entraîner à une argumentation utilisant un vocabulaire bien défini.</li> <li>- Développer la pensée logique : formuler des hypothèses et les confronter aux faits.</li> </ul>	
Objectifs scientifiques	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développer des éléments de culture scientifique indispensables dans le monde contemporain.</li> <li>- Former les esprits à la rigueur, à la méthode scientifique, à la critique et à l'honnêteté intellectuelle.</li> <li>- Former au raisonnement, tant quantitatif que qualitatif.</li> <li>- Ouvrir sur les techniques.</li> <li>- Motiver la recherche.</li> <li>- Prolonger les apports des sciences dans à la préparation et à l'éducation aux choix d'orientation.</li> <li>- Susciter des vocations scientifiques.</li> </ul>	
Méthodologie Scientifique	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développer les capacités d'observation et de réflexion parallèlement aux aptitudes expérimentales.</li> <li>- Développer l'autonomie, la responsabilité et la créativité dans le domaine des sciences.</li> </ul>	
Physique- Chimie	
<b>Vitesse de la lumière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ordres de grandeur de distances de la Terre à quelques étoiles et galaxies dans l'Univers ou des durées de propagation de la lumière correspondantes : faire des calculs entre distance, vitesse et durée.</li> </ul>
<b>Emission, propagation et réception de signaux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un émetteur (source de lumière, source sonore, antenne émettrice) émet un signal (lumineux, sonore, hertzien) qui se propage ; ce signal peut-être capté par un récepteur (œil, oreille, antenne réceptrice). L'homme baigne dans une multitude de signaux qui transportent des informations.</li> </ul>
Education à l'Environnement pour un Développement Durable	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Former le citoyen-consommateur : apprentissage de la sécurité, sur la sauvegarde de la santé, et sur le respect de l'environnement.</li> </ul>	

Education Physique et Sportive	
<p>Identifier et apprécier les conditions et les déterminants de l'action.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modifier et / ou optimiser son projet initial en mettant en relation les informations éprouvées personnellement au cours de l'action (repères sensoriels) et les informations externes recueillies par la co-observation (tests pratiques « de terrain » ou fiche d'évaluation).</li> <li>- Organiser seul ou en groupe un dispositif individuel ou collectif relatif à l'apprentissage (travail en atelier ou routine d'apprentissage).</li> <li>- Apprécier et adapter les procédures utilisées dans l'action, au regard des résultats à obtenir : élaborer une stratégie personnelle d'apprentissage utilisant la connaissance des résultats.</li> <li>- Maintenir les efforts physiques et intellectuels nécessaires dans une tâche d'apprentissage.</li> </ul>
<p>Décrire et commenter ses actions et celles d'autrui.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyser et expliquer ses réussites et ses échecs.</li> <li>- Argumenter oralement et juger une prestation en utilisant des critères objectifs donnés par l'enseignant.</li> <li>- Exposer à un camarade ou un groupe restreint les opérations et informations utiles à la réalisation d'un projet individuel ou collectif.</li> </ul>
<p>Identifier les effets de l'action motrice et de l'effort physique sur le corps et en tenir compte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en relation les exercices réalisés avec les effets qu'ils produisent sur le développement corporel.</li> <li>- Connaître et reconnaître le type d'effort à fournir et la récupération nécessaire.</li> </ul>
<p>Organiser individuellement et en groupe les apprentissages dans des conditions optimales de sécurité.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconnaître et respecter certaines caractéristiques du milieu de pratique pour les aménager, les transformer sans le dénaturer et rendre plus cohérent et plus fonctionnel un projet individuel ou collectif.</li> </ul>

## CLASSE DE 3<sup>ème</sup>

<b>Compétences transversales</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développer les capacités d'expression orale.</li> <li>- Entraîner à une argumentation utilisant un vocabulaire bien défini.</li> <li>- Développer la pensée logique : formuler des hypothèses et les confronter aux faits.</li> </ul>	
<b>Objectifs scientifiques</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développer des éléments de culture scientifique indispensables dans le monde contemporain.</li> <li>- Former les esprits à la rigueur, à la méthode scientifique, à la critique et à l'honnêteté intellectuelle.</li> <li>- Former au raisonnement, tant quantitatif que qualitatif.</li> <li>- Ouvrir sur les techniques.</li> <li>- Motiver la recherche.</li> <li>- Prolonger les apports des sciences dans à la préparation et à l'éducation aux choix d'orientation.</li> <li>- Susciter des vocations scientifiques.</li> </ul>	
<b>Méthodologie Scientifique</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développer les capacités d'observation et de réflexion parallèlement aux aptitudes expérimentales.</li> <li>- Développer l'autonomie, la responsabilité et la créativité dans le domaine des sciences.</li> </ul>	
<b>Sciences de la Vie et de la Terre</b>	
<b>Responsabilité humaine : santé et environnement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discuter sur des bases scientifiques de la responsabilité de l'Homme quant aux conséquences de ses activités sur l'environnement à l'échelle de la planète.</li> </ul>
<b>Physique- Chimie</b>	
<b>Notion de gravitation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présentation succincte du système solaire.</li> <li>- Action attractive exercée à distance par :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le soleil sur chaque planète,</li> <li>• Une planète sur chaque objet proche d'elle,</li> <li>• Un objet sur un autre objet du fait de leur masse</li> </ul> </li> </ul> <p>La gravitation est une interaction attractive entre deux objets qui ont une masse ; elle dépend de leur distance. La gravitation gouverne tout l'Univers (système solaire, étoiles et galaxie).</p>
<b>Education à l'Environnement pour un Développement Durable</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Former le citoyen-consommateur : apprentissage de la sécurité, sur la sauvegarde de la santé, et sur le respect de l'environnement.</li> </ul>	

Education Physique et Sportive	
<p>Identifier et apprécier les conditions et les déterminants de l'action.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modifier et / ou optimiser son projet initial en mettant en relation les informations éprouvées personnellement au cours de l'action (repères sensoriels) et les informations externes recueillies par la co-observation (tests pratiques « de terrain » ou fiche d'évaluation).</li> <li>- Organiser seul ou en groupe un dispositif individuel ou collectif relatif à l'apprentissage (travail en atelier ou routine d'apprentissage).</li> <li>- Apprécier et adapter les procédures utilisées dans l'action, au regard des résultats à obtenir : élaborer une stratégie personnelle d'apprentissage utilisant la connaissance des résultats.</li> <li>- Maintenir les efforts physiques et intellectuels nécessaires dans une tâche d'apprentissage.</li> </ul>
<p>Décrire et commenter ses actions et celles d'autrui.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyser et expliquer ses réussites et ses échecs.</li> <li>- Argumenter oralement et juger une prestation en utilisant des critères objectifs donnés par l'enseignant.</li> <li>- Exposer à un camarade ou un groupe restreint les opérations et informations utiles à la réalisation d'un projet individuel ou collectif.</li> </ul>
<p>Identifier les effets de l'action motrice et de l'effort physique sur le corps et en tenir compte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en relation les exercices réalisés avec les effets qu'ils produisent sur le développement corporel.</li> <li>- Connaître et reconnaître le type d'effort à fournir et la récupération nécessaire.</li> </ul>
<p>Organiser individuellement et en groupe les apprentissages dans des conditions optimales de sécurité.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconnaître et respecter certaines caractéristiques du milieu de pratique pour les aménager, les transformer sans le dénaturer et rendre plus cohérent et plus fonctionnel un projet individuel ou collectif.</li> </ul>

## LYCEE

### Compétences transversales

- Trier des informations.
- Décrire une expérience, un phénomène.
- Rédiger une argumentation en utilisant à bon escient les conjonctions (car, donc, si... alors, etc.).

### Objectifs Disciplinaires

- Aimer, s'intéresser aux sciences.
- Comprendre la démarche intellectuelle, l'évolution des idées.
- Construction progressive du corpus de connaissances scientifiques.
- Acquérir une culture scientifique élémentaire, une culture de base dans un domaine de la connaissance indispensable à la compréhension du monde qui nous entoure.
- Inciter certains élèves à s'orienter vers les filières à dominante scientifique et à choisir plus tard des métiers liés aux sciences et aux technologies.
- Faire apparaître les liens entre l'activité scientifique et le développement technologique qui conditionne notre vie quotidienne.

### Compétences Scientifiques

- Pousser l'élève à se poser des questions.
- Utiliser un vocabulaire scientifique.
- Pratique de la démarche scientifique.
- Apprentissage de l'observation et de l'expérience.
- Agir en suivant un protocole fourni.
- Reconnaître, nommer, choisir et utiliser le matériel de laboratoire (verrerie, instruments de mesure...).
- Exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs compatibles avec les conditions de l'expérience.
- Déterminer le domaine de validité d'un modèle.
- Décrire une expérience.

**LYCEE Seconde**

Physique	
<p><b>1.1. Présentation de l'Univers</b> L'atome, la Terre, le système solaire, la Galaxie, les autres galaxies .</p>	<p>Utiliser à bon escient les noms des objets remplissant l'espace aussi bien au niveau microscopique (noyau, atome, molécule, cellule etc...) qu'au niveau cosmique (Terre, Lune, planète, étoile, galaxie).</p>
<p><b>1.2. Echelle des longueurs</b> Echelle des distances dans l'univers de l'atome aux galaxies. Unités de longueur. Taille comparée des différents systèmes.</p>	<p>Savoir classer ces objets en fonction de leur taille. Savoir positionner ces objets les uns par rapport aux autres sur une échelle de distances. Savoir que le remplissage de l'espace par la matière est essentiellement lacunaire, aussi bien au niveau de l'atome qu'à l'échelle cosmique.</p>
<p><b>1.3. L'année de lumière.</b> Propagation rectiligne de la lumière. Vitesse de la lumière dans le vide et dans l'air. Définition et intérêt de l'année de lumière.</p>	<p>Connaître la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide (ou dans l'air) et savoir qu'il s'agit d'une vitesse limite. Convertir en année de lumière une distance exprimée en mètres et réciproquement. Expliquer que "voir loin, c'est voir dans le passé". Utiliser les puissances de 10 dans l'évaluation des ordres de grandeur, dans les calculs, et dans l'expression des données et des résultats. Repérer un angle.</p>
<p><b>1.2. Principe d'inertie</b> 1.2.a. Effets d'une force sur le mouvement d'un corps. Rôle de la masse du corps</p>	<p>Savoir qu'une force s'exerçant sur un corps modifie la valeur de sa vitesse et/ou la direction de son mouvement et que cette modification dépend de la masse du corps.</p>
<p>1.2.b. Enoncé du principe d'inertie pour un observateur terrestre : "tout corps persévère. dans son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme si les forces qui s'exercent sur lui se compensent"</p>	<p>Enoncer le principe d'inertie. Savoir qu'il est équivalent de dire : "un corps est soumis à des forces qui se compensent" et "un corps n'est soumis à aucune force".</p>
<p><b>1.3. La gravitation universelle</b> 1.3.a. L'interaction gravitationnelle entre deux corps. 1.3.b. La pesanteur résulte de l'attraction terrestre. Comparaison du poids d'un même corps sur la Terre et sur la Lune.</p>	<p>Utiliser le principe d'inertie pour interpréter en termes de force la chute des corps sur Terre. Calculer la force d'attraction gravitationnelle qui s'exerce entre deux corps à répartition sphérique de masse, et représenter cette force. Cas du poids en différents points de la surface de la Terre</p>
<p>1.3.c. Trajectoire d'un projectile. Interprétation du mouvement de la Lune (ou d'un satellite) par extrapolation du mouvement d'un projectile.</p>	<p>Prévoir qualitativement comment est modifié le mouvement d'un projectile lorsqu'on modifie la direction du lancement ou la valeur de la vitesse initiale.</p>

Sciences de la vie et de la terre	
<b>LA PLANÈTE TERRE ET SON ENVIRONNEMENT</b>	
<p><b>La Terre est une planète du système solaire.</b>                      Le Soleil est une étoile autour de laquelle tournent différents objets (planètes, astéroïdes, comètes). Ils sont de tailles, compositions chimiques et activités internes variées. Certaines planètes ont des enveloppes externes gazeuses ou liquides.                      L'énergie solaire reçue par les planètes varie en fonction de la distance au soleil.                      La répartition en latitude des climats et l'alternance des saisons sont des conséquences de la sphéricité de la Terre, et de sa rotation autour d'un axe incliné par rapport au plan de révolution autour du soleil.</p>	
<p><b>Planète Terre et environnement global</b>                      La structure et l'évolution des enveloppes externes de la Terre (atmosphère, hydrosphère, lithosphère et biosphère) s'étudient à partir d'images satellitaires.                      Les mouvements des masses atmosphériques et océaniques résultent de l'inégale répartition géographique de l'énergie solaire parvenant à la surface de la Terre et de la rotation terrestre. Ces mouvements ont des conséquences sur l'évolution de l'environnement planétaire.</p>	
<b>BIOLOGIE : L'organisme en fonctionnement</b>	
<p><b>Relations entre activité physique et paramètres physiologiques.</b>                      L'augmentation de l'activité physique s'accompagne d'un accroissement de la consommation de dioxygène et de nutriments par les cellules musculaires.                      L'effort physique est associé à la variation de l'activité des systèmes circulatoire et respiratoire.</p>	
Education physique et sportive	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Adapter ses déplacements aux différents types d'environnements".</li> <li>- "S'engager lucidement dans la pratique de l'activité". Les élèves apprennent à s'engager et se contrôler dans l'activité, à développer leurs ressources pour acquérir une meilleure connaissance de soi. Cette compétence implique de connaître et utiliser les méthodes de préparation à l'effort pour entrer dans une activité, de connaître et utiliser les règles de sécurité inhérentes à chacune, de connaître le matériel et de l'utiliser de façon appropriée. Les élèves s'engagent dans l'activité en prenant des risques tout en assurant leur propre sécurité et celle des autres. Elle suppose aussi de répartir son effort dans l'activité, par exemple entre des phases d'effort et de récupération. Après l'activité, elle suppose de réguler son niveau d'énergie pour aborder dans le calme d'autres situations. Les élèves construisent ainsi une hygiène de vie.</li> <li>- "Mesurer et apprécier les effets de l'activité". Les élèves apprennent à mesurer et apprécier les effets de leur action, de celle des autres. Pour eux-mêmes, ils apprennent à éprouver les conséquences de l'activité, à construire des repères extéroceptifs et proprioceptifs. Par l'observation des autres, ils parviennent à distinguer les conduites d'apprentissage efficaces.</li> <li>- "Se confronter à l'application et à la construction de règles de vie et de fonctionnement collectif". Les élèves apprennent à échanger dans un groupe en respectant ou en construisant des règles collectives d'organisation de la classe ou du groupe de travail, à porter un regard critique sur les excès inhérents à la pratique de certaines formes d'activités, à construire une opinion sur le sport, etc. Les élèves peuvent aussi commenter les performances des sportifs de haut niveau afin de devenir des spectateurs lucides et éclairés.</li> </ul>	
<p><b>Maîtriser ses déplacements dans différents environnements</b></p>	<p>Connaître les dangers et les règles propres à l'environnement dans lequel on évolue</p>

LYCEE

Première S

Physique	
<p><b>1 - Mouvement d'un solide indéformable</b></p> <p>1 . 1 Vecteur vitesse d'un point du solide</p> <p>1 . 2 Centre d'inertie d'un solide</p> <p>1 . 3 Mouvement de translation d'un solide</p> <p>1 . 4 Mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe; vitesse angulaire</p>	<p>Savoir que le vecteur vitesse <math>V</math> est le même pour tous les points d'un solide en translation.</p> <p>Savoir que chaque point d'un solide en rotation autour d'un axe fixe a une trajectoire circulaire.</p> <p>Pour un solide en rotation autour d'un axe fixe, relier la vitesse d'un point à la vitesse angulaire.</p>
<p><b>2 - Forces macroscopiques s'exerçant sur un solide</b></p> <p>Actions exercées sur un solide; exemples d'effets produits (maintien en équilibre, mise en mouvement de translation, mise en mouvement de rotation, déformations).</p>	<p>Identifier et représenter les actions qui s'exercent sur un solide.</p> <p>Prévoir dans des cas simples la possibilité de mise en rotation d'un solide autour d'un axe fixe .</p>
<p><b>3 - Une approche des lois de Newton appliquées au centre d'inertie</b></p> <p><b>1ère loi :</b> Principe d'inertie Ce principe n'est vrai que dans certains référentiels. Ces référentiels sont dit galiléens.</p> <p><b>2ème loi:</b> Aspect semi-quantitatif : comparaison de la somme des forces et de la variation du vecteur vitesse du centre d'inertie dans un référentiel galiléen.</p> <p><b>3ème loi :</b> Principe des actions réciproques</p>	<p>Connaître et appliquer les lois de Newton:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dans un référentiel galiléen, si le vecteur vitesse <math>VG</math> du centre d'inertie ne varie pas, la somme <math>\vec{F} = \sum \vec{f}</math> des forces qui s'exercent sur le solide est nulle et réciproquement.</li> <li>- Dans un référentiel galiléen, si le vecteur vitesse <math>VG</math> du centre d'inertie varie, la somme <math>\vec{F} = \sum \vec{f}</math> des forces qui s'exercent sur le solide n'est pas nulle. Sa direction et son sens sont ceux de la variation de <math>VG</math> entre deux instants proches .</li> <li>- A et B étant deux corps, soient <math>\vec{F}_{B/A}</math> la force exercée par B sur A et <math>\vec{F}_{A/B}</math> la force exercée par A sur B . Quel que soit l'état de mouvement de A par rapport à B on a toujours l'égalité vectorielle: <math>\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}</math></li> </ul>

**LYCEE**

**Terminale L et ES**

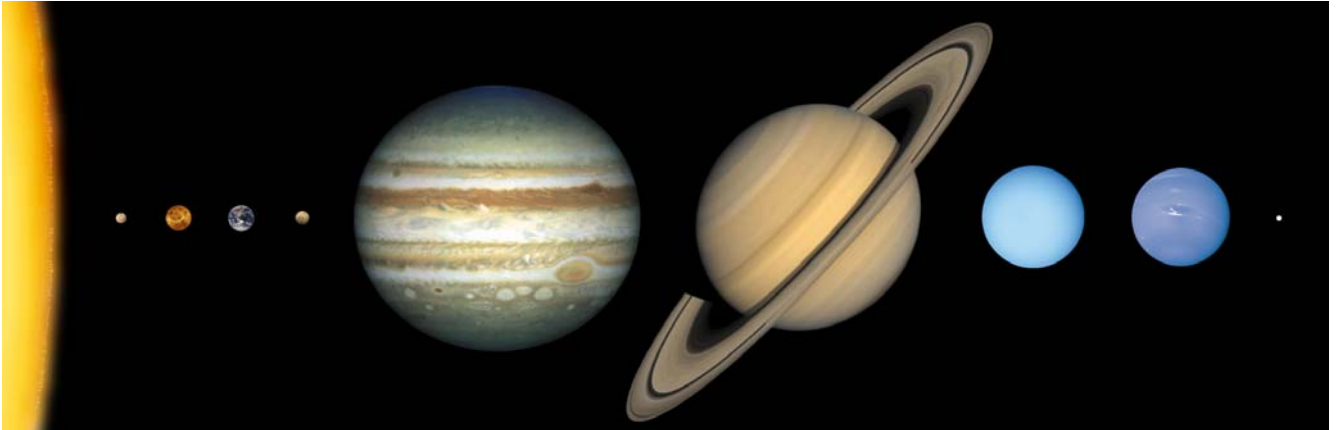
Géographie	
<p><b>L'espace mondial :</b> Mondialisation et interdépendances</p>	<p>L'espace mondial se présente aujourd'hui comme un système marqué par la multiplication de flux de toute nature (hommes, marchandises, capitaux, informations) qui ont des effets sur les sociétés. Ces flux sont organisés par des acteurs spatiaux comme les États, les entreprises multinationales, les organisations internationales, les organisations non gouvernementales, les organisations illicites. L'intensité de ces échanges favorise l'émergence de lieux de la mondialisation à différentes échelles, notamment les métropoles mondiales disposant d'un pouvoir de commandement.</p>
Histoire	
Le monde de 1945 à nos jours	
<p>De la société industrielle à la société de communication.</p>	<p>Ce thème invite à une présentation synthétique des grandes transformations du second XX<sup>ème</sup> siècle (cadre économique, mutations sociales, civilisation matérielle, évolution des sciences et des techniques, révolution informatique). Il inclut le fonctionnement du marché mondial des biens culturels et la question de la "mondialisation de la culture".</p>
<p>Les grands modèles idéologiques et la confrontation Est-Ouest jusqu'aux années 1970.</p>	<p>On étudie les traits majeurs des modèles soviétique et américain, en se centrant sur les années 1950-1960, et les lignes de force de la politique internationale de 1945 aux années 1970, moment où la détente crée un certain équilibre international.</p>

**Terminale S**

Géographie	
<p><b>L'espace mondial</b></p>	<p>L'étude de l'espace mondialisé veut faire comprendre le monde d'aujourd'hui, marqué par un inégal développement et par le processus de mondialisation qui crée de nouvelles interdépendances mais qui ne recouvre pas tous les aspects de l'organisation géographique du monde.</p>
Histoire	
<p><b>Le monde contemporain</b></p>	<p><b>Les relations internationales depuis 1945</b> les enjeux contemporains, présentation des modèles soviétique et américain (guerre froide 1947-1991).</p>

Physique	
<p><b>Évolution temporelle des systèmes mécaniques - Satellites et planètes</b></p> <p>Lois de Kepler (trajectoire circulaire ou elliptique). Référentiels héliocentrique et géocentrique. Étude d'un mouvement circulaire uniforme; vitesse, vecteur accélération; accélération normale. Énoncé de la loi de gravitation universelle pour des corps dont la répartition des masses est à symétrie sphérique et la distance grande devant leur taille (rappel). Application de la deuxième loi de Newton au centre d'inertie d'un satellite ou d'une planète : force centripète, accélération radiale, modélisation du mouvement des centres d'inertie des satellites et des planètes par un mouvement circulaire et uniforme, applications (période de révolution, vitesse, altitude, satellite géostationnaire). Interprétation qualitative de l'impesanteur dans le cas d'un satellite en mouvement circulaire uniforme.</p>	<p>Savoir-faire expérimentaux <i>Savoir enregistrer expérimentalement la trajectoire d'un projectile et exploiter le document obtenu.</i> Énoncer les lois de Kepler et les appliquer à une trajectoire circulaire ou elliptique. Définir un mouvement circulaire uniforme et donner les caractéristiques de son vecteur accélération. Connaître les conditions nécessaires pour observer un mouvement circulaire uniforme vitesse initiale non nulle et force radiale. Énoncer la loi de gravitation universelle sous sa forme vectorielle pour des corps dont la répartition des masses est à symétrie sphérique et la distance grande devant leur taille. Appliquer la deuxième loi de Newton à un satellite ou à une planète. Démontrer que le mouvement circulaire et uniforme est une solution des équations obtenues en appliquant la deuxième loi de Newton aux satellites ou aux planètes. Définir la période de révolution et la distinguer de la période de rotation propre. Exploiter les relations liant la vitesse, la période de révolution et le rayon de la trajectoire. Connaître et justifier les caractéristiques imposées au mouvement d'un satellite pour qu'il soit géostationnaire. Retrouver la troisième loi de Kepler pour un satellite ou une planète en mouvement circulaire uniforme. Exploiter des informations concernant le mouvement de satellites ou de planètes.</p>
<p><b>5. L'atome et la mécanique de Newton : ouverture au monde quantique</b></p> <p>Limites de la mécanique de Newton. Quantification des échanges d'énergie. Quantification des niveaux d'énergie d'un atome, d'une molécule, d'un noyau. Application aux spectres, constante de Planck, <math>\Delta E = h \nu</math>.</p>	<p>Connaître les expressions de la force d'interaction gravitationnelle et de la force d'interaction électrostatique. Savoir que l'énergie de l'atome est quantifiée et que la mécanique de Newton ne permet pas d'interpréter cette quantification. Connaître et exploiter la relation <math>\Delta E = h \nu</math>, connaître la signification de chaque terme et leur unité. Convertir les joules en eV et réciproquement. Interpréter un spectre de raies. Dans les échanges d'énergie, associer le MeV au noyau et l'eV au cortège électronique.</p>

## Le système solaire



Le système solaire, centré sur le Soleil, est constitué de tous les objets plus petits qui tournent autour de celui-ci. À part le Soleil, les plus gros objets du système solaire sont les huit grandes planètes qui se sont formées en même temps que lui. Chacune porte le nom d'un dieu de la mythologie romaine.

Les plus proches du Soleil sont les quatre planètes rocheuses ou planètes telluriques (du latin *tellus*, la terre, le sol), relativement petites : Mercure, Vénus, la Terre et Mars. Elles possèdent en général trois enveloppes concentriques (noyau, manteau et croûte).

Au-delà de Mars et Jupiter se trouve la ceinture d'astéroïdes – une région peuplée de millions de cailloux. Ce sont les restes de la formation des planètes il y a 4,5 milliards d'années.

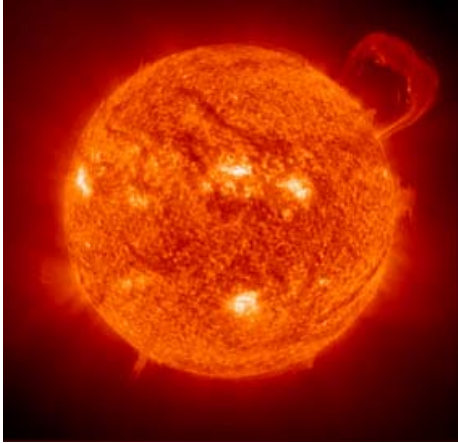
A l'extrémité de la ceinture d'astéroïdes (composée de petits corps rocheux) se trouvent les quatre géantes gazeuses que sont Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune. Ces planètes sont bien plus grosses que la Terre mais très légères par rapport à leur taille. Elles sont essentiellement formées d'hydrogène et d'hélium.

La planète la plus éloignée que nous connaissions jusqu'à récemment était un corps glacé appelé Pluton. L'assemblée générale de l'union astronomique internationale réunie à Prague le 24 août 2006 a décidé d'exclure Pluton de la classification des Planètes du système solaire. Elle a classé dans la catégorie de « planètes naines » plus de 1000 corps glacés découverts au-delà de Pluton et appelés les objets de la ceinture de Kuiper.

Plus loin encore, on trouve les comètes du nuage d'Oort. Elles sont tellement loin qu'on ne peut pas les voir, même avec les plus gros télescopes. De temps à autre, l'une de ces comètes est dérangée et se dirige vers le Soleil. Elle devient alors visible la nuit dans le ciel.

Le système solaire s'étend sur plus de 12000 millions de kilomètres. Il ne représente qu'un point dans l'Univers. Vénus, Mercure et Saturne sont visibles à l'œil nu. Il faudra attendre l'invention du télescope en 1609 pour observer les cratères de la Lune.

Le **Soleil**, notre plus proche étoile



Le nom du Soleil vient de "Sol", une divinité latine très ancienne, de l'époque des rois sabins, dont le culte fut introduit en même temps que celui de la Lune.

Le Soleil a 4,6 milliards d'années.

C'est l'étoile la plus proche de nous. Sans le Soleil, il n'y aurait ni lumière du jour ni chaleur et notre planète serait un monde sombre et gelé, sans océans liquides et sans vie. Mais il produit également les ultra-violets dangereux qui provoquent les coups de soleil et le cancer chez l'homme.

Cette énorme boule de gaz constitue 99% de la masse du système solaire.

**Rayon moyen :** 700 000 km (équivalent de 109 Terres mises bout à bout)

**Masse :**  $2.10^{30}$  kg (environ 330 000 Terres)

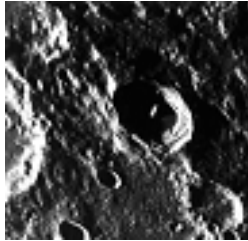
**Période de révolution :** 300 millions d'années

**Température de surface :** 5 800°C

**Distance à la Terre :** 150 millions de km

**Composition initiale :** 70,5% d'hydrogène ; 27,2% d'hélium et environ 2% de divers éléments (carbone, azote, oxygène, fer et tous les éléments lourds).

## Mercure



La surface cratérisée de Mercure. NASA

Elle doit son nom au " Messenger ailé des Dieux " parce qu'elle se déplace très rapidement autour du Soleil et effectue un tour complet en seulement 88 jours. C'est exactement les deux tiers de sa période orbitale.

Découverte pendant l'Antiquité, grâce à son éclat qui peut être confondu avec une étoile, Mercure est la planète la plus proche du Soleil. Elle n'est pas facile à observer parce qu'elle est toujours près du Soleil dans le ciel.

C'est une petite planète rocheuse. Elle ressemble beaucoup à la Lune. Sa surface est couverte de cratères d'impact. L'atmosphère et l'eau y sont inexistantes. À midi, sa température à l'équateur peut grimper jusqu'à 450°C mais les nuits sont extrêmement froides, avec des températures inférieures à -180°C. Ses cratères sombres près des pôles pourraient cacher de l'eau glacée.

Désert de poussières et de roches tantôt brûlantes, tantôt glacées, Mercure est un astre mort, c'est-à-dire sans activité interne, depuis au moins 3,6 milliards d'années.

**Rayon moyen** : 2 439.7 ± 1.0 km (0,32 fois celui de la Terre)

**Masse** : 0.330 18.10<sup>24</sup> kg ( 0,05 fois la masse terrestre)

**Période de révolution sidérale (autour du Soleil)** : 88 jours

**Période de rotation sidérale (autour de l'équateur)** : 58,7 heures

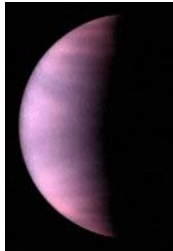
**Distance au soleil** : 58 millions de km

**Signe particulier** : le jour solaire sur Mercure dure 2 ans mercuriens ! La raison de cette particularité ? Mercure pivote très lentement sur elle-même, d'où une valeur du jour solaire d'environ 6 mois terrestres.

**Expéditions** : Pour l'instant, la sonde Mariner 10 nous a révélé un peu moins de la moitié de sa surface. L'ESA et le Japon ont prévu de lancer deux sondes spatiales sur Mercure en 2012.

**Durée typique du voyage aller avec les techniques actuelles** : 5 ans

## Vénus



Venus in ultraviolet light

Vénus est une très vieille divinité latine, déesse de la végétation. L'identification à la planète vient du fait que cette dernière est considérée comme la plus belle planète du ciel.

Vénus est la deuxième planète à partir du Soleil. Elle est toujours assez proche du Soleil dans le ciel. Elle est visible dans le ciel le matin et le soir comme une "étoile", c'est l'objet le plus brillant du ciel pendant la nuit après la Lune. On l'appelle aussi l'étoile du berger. L'observation au télescope montre que Vénus présente des phases, tout comme la Lune.

Elle est aussi brillante parce qu'elle est couverte de nuages qui réfléchissent la lumière solaire. Les nuages jaunâtres sont gorgés de sulfure et d'acide sulfurique.

D'une certaine manière, Vénus est la sœur jumelle de la Terre. Elle a à peu près la même taille et est faite de matières rocheuses. Elle se dissimule toutefois sous une épaisse atmosphère de CO<sub>2</sub> : le gaz que nous expirons. Cette atmosphère est tellement dense qu'en allant sur la planète on aurait l'impression de marcher dans l'eau.

Vénus est donc plus chaude que Mercure.

Sans protection spéciale, un visiteur de Vénus mourrait instantanément, écrasé par la pression immense de l'air, suffoqué par l'atmosphère, carbonisé par la chaleur et dissout par l'acide.

La surface de Vénus a été cartographiée par radar. Les cartes montrent des milliers de volcans et de cratères d'impact. On y voit également deux grandes zones montagneuses, avec une chaîne de montagnes plus hautes que le Mont Everest.

Vénus ne possède aucun satellite naturel.

**Rayon moyen** : 6 051.8 ± 1.0 km (0,95 fois celui de la Terre)

**Masse** : 4.8685.10<sup>24</sup> kg (0,81 fois la masse terrestre)

**Température superficielle moyenne** : 470°C

**Période de révolution sidérale (autour du Soleil)** : 225 jours

**Période de rotation sidérale (autour de l'équateur)** : 243 jours rétrogrades

**Distance au soleil** : 108 millions de km

**Expéditions** : Des douzaines de sondes spatiales ont visité Vénus (Mariner 2 en 1962, puis par Pioneer Venus et Venera 7). La première sonde à se poser sur Venus fut Venera 9 qui transmet la première photo de sa surface. Enfin plus récemment l'orbiteur Magellan nous a fourni une carte détaillée de sa surface en utilisant un radar.. La sonde de l'ESA, Venus Express, s'est placée en orbite autour de Vénus le 11 avril 2006 et a permis d'obtenir des images pour étudier l'atmosphère et la géologie de la planète.

## Terre



La Terre tourne autour du Soleil à une vitesse de 30 km/s (– 45 fois plus vite que le Concorde). Il lui faut 365 jours pour une orbite complète.

Elle tourne aussi très vite sur elle-même. Les personnes qui vivent sur l'équateur « se déplacent » d'ouest en est à une vitesse de 1.670 km/heure. (Cette vitesse est moins grande pour ceux qui habitent près des pôles). La façon la plus évidente de s'en rendre compte consiste à observer le Soleil, la Lune et les étoiles se déplacer à travers le ciel.

L'inclinaison de l'axe qui relie le pôle nord au pôle sud signifie que la Terre connaît des saisons. Lorsque le pôle nord pointe vers le Soleil, c'est l'été dans les pays de l'hémisphère nord. Lorsque le pôle nord pointe à l'opposé du Soleil, c'est alors l'hiver dans ces pays. Les saisons sont exactement inversées au sud de l'équateur.

La Terre ne ressemble à aucune autre planète jamais observée. C'est le seul monde que nous connaissions qui dispose de vastes zones d'eau de surface et d'autant d'oxygène dans son atmosphère. Elle est également la seule planète connue abritant la vie. C'est ce qui fait d'elle une planète aussi spéciale.

Vue d'une sonde ou de la Lune, la Terre est une planète bleue, une oasis dans l'espace. C'est parce que près des 7/10<sup>èmes</sup> de sa surface sont recouverts par les océans.

A 150 millions de kilomètres du Soleil, dans la zone 'Goldilocks' (Boucles d'or), la Terre n'est ni trop chaude ni trop froide pour permettre aux océans d'exister. Sa température est aussi parfaite pour favoriser la vie. Et c'est ainsi qu'elle existe depuis des milliards d'années.

La Terre est la plus grande des quatre planètes rocheuses de notre Système Solaire. Elle est très lourde pour sa taille. Son grand noyau central riche en fer atteint une température de 6 000°C, aussi chaud que la surface du Soleil.

Le champ magnétique de la Terre, agit comme un bouclier. Il protège la planète de la plupart des particules projetées à grande vitesse dans l'espace par les tempêtes solaires. Il arrive parfois que des particules traversent la barrière proche des pôles magnétiques. Cela produit des aurores polaires, plus communément appelées Aurores boréales (au nord) et australes (au sud).

La surface de la Terre est également protégée par l'épaisseur de son atmosphère. Elle bloque la plupart des radiations nocives provenant de l'espace. C'est également elle qui provoque la combustion des petits objets entrants, comme les étoiles filantes. Seules les plus grandes météorites et comètes atteignent la surface et explosent, creusant de vastes cratères.

**Rayon moyen** :  $6\,371.00 \pm 0.01$  km

**Masse** :  $5.9736 \cdot 10^{24}$  kg

**Température superficielle moyenne** :  
15°C

**Période de révolution sidérale (autour du Soleil)** : 365,26 ans

**Période de rotation sidérale (autour de l'équateur)** : 23 h 56 min

**Distance au soleil** : 778 millions de km

## Un satellite naturel de la Terre, la Lune



La plupart des scientifiques pensent qu'elle est née lorsqu'une planète errante s'est écrasée sur la jeune Terre. D'énormes volumes de matière ont été projetés dans l'espace, et ont pu s'agglutiner pour former la Lune. C'est pourquoi les roches de la Lune ressemblent autant à celles de la Terre.

A la différence de la Terre, la Lune semble morte à l'intérieur. Aujourd'hui, il n'y a pas d'éruptions volcaniques et les tremblements de Lune sont de faible intensité. Elle cache en son centre un petit cœur de fer solide. Il n'y a pas de champ magnétique; d'air ni de vent. Le côté ensoleillé est plus chaud que de l'eau bouillante et son côté nocturne est plus froid que n'importe où sur la Terre (moins 180°C).

Douze hommes ont marché sur la face visible de la Lune entre 1969 et 1972. Ils y ont laissé des instruments scientifiques et sont revenus de leurs voyages avec près de 400 kg de roches et de terres. Pendant les missions suivantes, les astronautes ont conduit sur la Lune un véhicule alimenté par des batteries (la 'jeep lunaire').

Ces dernières années, des orbiteurs ont révélé que de l'eau gelée pouvait exister au fond des cratères situés près des pôles lunaires. Protégée des rayons du Soleil, la glace peut être présente depuis des millions d'années. Les futurs explorateurs pourraient s'en servir pour fabriquer de l'oxygène et pour obtenir de l'eau potable.

**Rayon moyen** : 3476 km (0,27 fois celui de la Terre)

**Masse** : 0,01 fois la masse terrestre

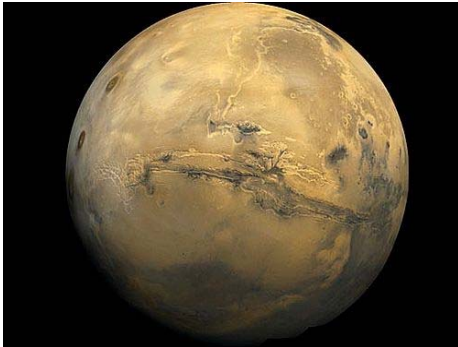
**Période de révolution sidérale (autour de la Terre)** : 27,3 jours

**Période de rotation sidérale (autour de l'équateur)** : 27,3 jours

**Distance à la Terre** : 384 000 km

## MARS

Mars est la quatrième planète à partir du Soleil.



On appelle souvent Mars la 'Planète Rouge' parce qu'elle apparaît dans le ciel comme une étoile rouge-orangé. C'est à cause de cette couleur que les Grecs et les Romains de l'Antiquité l'ont baptisée du nom de leur Dieu de la Guerre.

Aujourd'hui, grâce aux sondes spatiales qui y sont envoyées, nous savons que cette planète présente cette apparence à cause de l'oxyde de fer III (couramment nommé hématite) contenu dans les minéraux de sa surface qui recouvre les roches martiennes.

**Rayon moyen** : 3 390 ± 4 km (0,53 fois celui de la Terre)

**Masse** : 0,641 85.10<sup>24</sup> kg (0,11 fois la masse terrestre)

**Température moyenne** : - 63°C

**Période de révolution sidérale (autour du Soleil)** : 687 jours

**Période de rotation sidérale (autour de l'équateur)** : 24,6 heures

**Distance au soleil** : 228 millions de km

### Satellites de Mars :

**Phobos** est un démon personnifiant la peur, il accompagne son père Arès (Mars) au combat.

**Deimos** est le frère de Phobos et personnifie la Crainte.

Par rapport à la planète Mars dont l'albédo est de 0,15, celui de Phobos et Deimos est de 0,06. Leur nom concorde avec leur caractère sombre.

**Expéditions** : planète la plus explorée du système solaire, première sonde en 1976.

## Jupiter



Jupiter

Au-delà de la ceinture d'astéroïdes se trouve Jupiter, la cinquième planète à partir du Soleil. Jupiter est gigantesque. Elle est tellement grosse qu'elle pourrait facilement engloutir toutes les autres planètes (ou plus de 1300 Terres). Sa masse est plus de deux fois supérieure à celle de la totalité des autres planètes du système solaire. Malgré sa taille impressionnante, Jupiter est la planète qui tourne le plus rapidement sur elle-même en faisant un tour complet en moins de 10 heures.

Jupiter est cinq fois plus éloignée du Soleil que la Terre. Tous les 13 mois environ, elle se rapproche de la Terre et devient très brillante dans le ciel.

Jupiter est une énorme boule de gaz, sans surface solide. Elle est essentiellement constituée de gaz très légers, d'hydrogène et d'hélium. L'observation au télescope révèle une atmosphère nuageuse entourée de ceintures et de taches très colorées. La plus grande tache - appelée la Grande Tache Rouge - est en fait une gigantesque tempête dont la taille est équivalente à plusieurs fois la Terre. Elle souffle continuellement depuis plus de 300 ans.

Jupiter possède un anneau de poussières invisible depuis la Terre, de plus de 100 000 km de largeur, qui a été découvert par la sonde spatiale Voyager.

### Satellites de Jupiter

Elle détient aussi le record du nombre de lunes répertoriées (63 au dernier recensement). Ses quatre plus grosses lunes ont été découvertes en 1610 par Galilée, le savant italien.

- Io est parsemée de volcans sur une surface sulfureuse jaune-orangé.
- Europa a une surface lisse, couverte de glace, qui ressemble à une coquille d'œuf fêlée.
- Ganymède présente des taches brillantes et sombres avec des sillons et des cratères.
- Callisto possède une surface très ancienne entièrement couverte de cratères.

**Rayon moyen :** 69 911 ± 6 km (11,2 fois celui de la Terre)

**Masse :** 1 898.6.10<sup>24</sup> kg (318 fois la masse terrestre)

**Température superficielle moyenne :** -145°C

**Période de révolution sidérale (autour du Soleil) :** 11,9 ans

**Période de rotation sidérale (autour de l'équateur) :** 9,84 heures

**Distance au soleil :** 778 millions de km

## Saturne, la géante gazeuse



Saturne vue depuis Cassini-Huygens

### Satellites de Saturne

Titan fut le premier satellite découvert (au XVII<sup>ème</sup> siècle) et le plus gros. On en a découvert de très petits encore récemment. Il fallut attendre 1847 pour que John Herschel, fils de William, proposa, outre de numéroter ces satellites, de leur donner les noms de frères et soeurs de Saturne, des Titans et des Titanides. (Océan, Koios, Krios, Hypérion, Japet, Cronos, Théia, Rhéa, Thémis, Mnémosyne, Phoebé et Téthys).

Saturne est un très ancien dieu latin détrôné par Jupiter. Saturne est la sixième planète à partir du Soleil. On pensait qu'elle était la planète la plus lointaine jusqu'à ce que le télescope soit inventé.

Seconde en taille après Jupiter, Saturne est principalement composée des gaz légers que sont l'hydrogène et l'hélium. Saturne pourrait intégrer 764 Terres mais cette géante gazeuse ne pèse que 95 fois notre monde rocheux. Si l'on pouvait mettre toutes les planètes dans une piscine, Saturne serait la seule à pouvoir flotter !

Malgré sa taille, Saturne fait un tour complet sur elle-même en un peu plus de 10 heures. Elle tourne si vite que son équateur est boursoufflé.

Vue au télescope, Saturne a une couleur jaune pâle. Elle n'a pas de surface solide, et ce que nous voyons sont les nuages qui apparaissent sous la forme de bandes claires et sombres. Ces nuages sont balayés par des vents très puissants. Une grande partie de la chaleur qui alimente ces vents provient de l'intérieur de la planète. Au-delà des nuages, on trouve un système d'anneaux plats en forme de disque.

**Rayon moyen** : 58 232 ± 6 km (9,5 fois celui de la Terre)

**Masse** :  $568.46 \cdot 10^{24}$  kg (95,2 fois la masse terrestre)

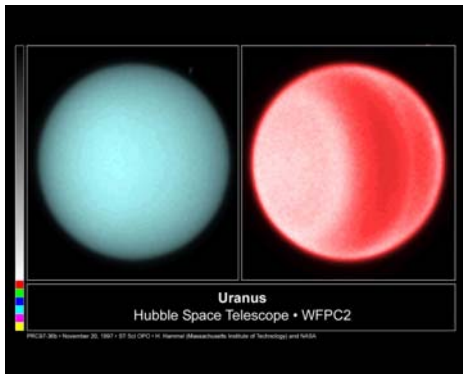
**Température superficielle moyenne** : -150°C

**Période de révolution sidérale (autour du Soleil)** : 29,5 ans

**Période de rotation sidérale (autour de l'équateur)** : 10,2 heures

**Distance au soleil** : 1 425 millions de km

## Uranus



Uranus est la septième planète à partir du Soleil. Elle a été découverte par William Herschel en 1781.

Il lui faut 84 ans pour compléter son orbite autour du Soleil à cause de sa lenteur et de la distance à parcourir. Uranus est une planète géante, la troisième plus grosse planète de notre système solaire (elle correspond à 64 Terres). Malgré sa taille, elle tourne rapidement sur elle-même.

La rotation d'Uranus ressemble à celle d'une toupie couchée sur un côté. Il en résulte que le Soleil est parfois juste au-dessus des pôles. Chaque pôle a un été et un hiver de 21 ans, en devenant tour à tour les points les plus chauds et les plus froids de la planète !

Ses principaux gaz dans cette épaisse atmosphère sont l'hydrogène et l'hélium, avec un peu de méthane (la couleur bleue d'Uranus est due à la présence du méthane qui réfléchit le bleu).

Uranus est essentiellement formée de "glaces" (un mélange d'eau, de méthane et d'ammoniac). Elle pourrait contenir un petit noyau rocheux, qui expliquerait la faible masse de la planète par rapport à sa taille.

### Satellites d'Uranus

Uranus possède 27 lunes connues. Aucune d'entre elles n'est très grosse. Les plus gros satellites d'Uranus, de plus de 1 500 km de diamètre, sont Oberon et Titania.

Uranus possède également une douzaine d'anneaux sombres, faits de poussières. La plupart sont extrêmement fins. Leur forme est maintenue par la proximité des satellites " bergers ". Au moins un anneau a été créé par des météorites s'écrasant dans un petit satellite.

**Rayon moyen :** 25 362 ± 7 km (4 fois celui de la Terre)

**Masse :** 86.831.10<sup>24</sup> kg (15 fois la masse terrestre)

**Température superficielle moyenne :** - 214°C

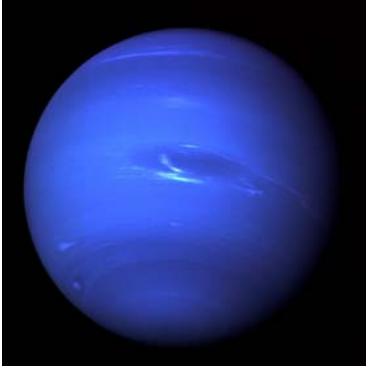
**Période de révolution sidérale (autour du Soleil) :** 84 ans

**Période de rotation sidérale (autour de l'équateur) :** 17 heures 14 minutes

**Distance au soleil :** 2 880 millions de km

**Expédition :** Quand la sonde Voyager 2 a visité Uranus en 1986, presque aucun nuage n'était visible. Toutefois, de récentes images prises par le télescope spatial Hubble ont montré des gigantesques tempêtes.

## Neptune



Neptune, dieu romain de l'élément humide, est peu connu, si ce n'est sous son identification avec le dieu grec Poséidon.

Neptune a été découverte en 1846 par Johann Galle, un astronome de l'Observatoire de Berlin. Pour son observation, Galle s'est basé sur les calculs du mathématicien français, Urbain Le Verrier.

Neptune semble être la sœur jumelle d'Uranus, tant la ressemblance est forte. Elle est 57 fois plus grosse que la Terre et tourne relativement vite sur elle-même: un jour sur Neptune ne dure que 16 heures 7 minutes.

Comme Uranus, elle possède une atmosphère composée d'hydrogène, d'hélium et de méthane. Elle dispose probablement d'un noyau rocheux enveloppé dans un manteau de glace. Bien que l'atmosphère soit très froide, la planète bleue est le siège de vents très violents et de tempêtes. Voyager 2 a observé une énorme tache, de la taille de la Terre.

Neptune possède au moins cinq anneaux étroits et sombres (qui portent le nom de Galle, Le Verrier, Adams et d'autres scientifiques dont les travaux ont contribué à la découverte de la planète).

### Satellites de Neptune

On lui connaît 13 lunes. La plus grosse est de loin Triton, un monde glacé plus grand que Pluton. Triton est très froide, de sorte que sa fine atmosphère a gelé sur sa surface. On observe toutefois de nombreux volcans en activité d'où jaillissent des gerbes de gaz et de poussière. Triton est également étrange parce qu'elle tourne " à l'envers " (d'est en ouest) autour de Neptune. On pense que Triton aurait été capturée par Neptune, il y a très longtemps.

Les autres satellites de Neptune ont des noms empruntés aux divinités marines : **Thalassa**, **Néréïde**, **Naïade**, ...

**Rayon moyen** : 24 622 ± 19 km (3,88 fois celui de la Terre)

**Masse** :  $102.43 \cdot 10^{24}$  kg (17,1 fois la masse terrestre)

**Température superficielle moyenne** : - 220°C

**Période de révolution sidérale (autour du Soleil)** : 165 ans

**Période de rotation sidérale (autour de l'équateur)** : 19,2 heures

**Distance au soleil** : 4 500 millions de km

## Pluton qui n'est plus considérée comme une planète depuis 2006

Pluton signifie "le riche" et est le surnom du dieu des enfers, Hadès.

Pluton a été découvert par hasard en 1930 par Clyde Tombaugh, alors âgé de seulement 24 ans.

Elle est bien plus petite que les planètes du système solaire, même plus petite que notre Lune.

Pluton décrit une orbite elliptique (en forme d'œuf).

On sait encore très peu de Pluton. Sa surface est extrêmement froide et semble être recouverte de glaces. Depuis peu, Pluton se trouve relativement près du Soleil et bénéficie d'un court été. Les glaces superficielles se sont transformées en une fine atmosphère. Aujourd'hui, Pluton est en train de retourner dans les profondeurs glaciales du système solaire et son atmosphère sera bientôt gelée à nouveau.

Pluton tourne "à l'envers", d'est en ouest, en 6 jours 9 heures. Sa plus grosse lune, Charon, emploie le même temps pour tourner autour de Pluton, si bien qu'une hémisphère de Pluton ne pourra jamais voir Charon. Deux lunes plus petites ont récemment été découvertes avec le télescope spatial Hubble.

Pluton a très longtemps été considérée comme la neuvième planète du système solaire (même si elle arrivait parfois plus près du Soleil que Neptune).

### Satellites de Pluton

**Charon** est un génie du monde des Enfers chargé de faire passer les âmes des morts sur l'autre rive du fleuve à travers les marais de l'Achéron.

**Nix** est la déesse mère de Charon (que l'on peut orthographier Nyx).

**Hydra** (ou Hydre) est le monstre mythologique à 9 têtes.

**Rayon moyen :** 1 195 ± 5 km (0,18 fois celui de la Terre)

**Masse :** 102.43.10<sup>24</sup> kg (0,002 fois la masse terrestre)

**Température superficielle moyenne :** -230° C

**Période de révolution sidérale (autour du Soleil) :** 249 ans

**Période de rotation sidérale (autour de l'équateur) :** 6 jours 9 heures

**Distance au soleil :** entre 4 500 millions de km (30 fois la distance de la Terre au Soleil) et 7 381 millions de km (49 fois la distance de la Terre au Soleil).

(\*) Les rayons correspondent à une surface où la pression est égale à 1 bar (10<sup>5</sup> Pa). Crédit : IMCCE

Source : Esa Kids

## De l'observation à la conquête spatiale

### Les visionnaires

On retrouve dans la littérature le besoin de conquérir l'Espace bien avant l'ère spatiale. Lucien de Samosate, Johann Kepler, Francis Godwin, Cyrano de Bergerac avaient imaginé des voyages cosmiques d'où l'on observait la Terre avant qu'Edgar Allan Poe, Herbert George Wells, Jules Verne, Konstantin Edouardovitch Tsiolkovski, Alexis Tolstoï ou Hermann Oberth ne puissent écrire sur l'observation spatiale de notre planète.

- **Lucien de Samosate**, né à Samosate en 120 et mort après 180 à Athènes, rhéteur et satiriste de Syrie qui écrivait en grec. Il est l'auteur un conte facétieux sans référence scientifique, *Histoire véritable*, dans lequel le personnage voyage vers la Lune. Ce texte est parfois considérée comme une des premières œuvres de science-fiction.
- Influencé par ce conte, Cyrano de Bergerac (**Hercule Savinien Cyrano de Bergerac**, 6 mars 1619 - 28 juillet 1655) écrivit les *États et empires de la Lune* et du Soleil, conte initiatique sur un voyage céleste imaginaire vers 1650.  
*L'Histoire comique des États et Empires du Soleil* est une œuvre posthume de Savinien Cyrano de Bergerac qui fait suite à *L'Histoire comique des États et Empires de la Lune*. Le héros, Dyrcona, revenu de son voyage dans la lune, est accueilli par le Comte de Colignac. Accusé de sorcellerie, il est arrêté, s'évade, et s'envole vers le soleil.
- **François Marie Arouet**, dit **Voltaire**, (1694 - mai 1778), écrivain et philosophe français admis à l'Académie française en 1746. *Micromégas* est un conte philosophique de Voltaire paru en 1752, considéré (rétrospectivement) comme une des premières œuvres de science-fiction.  
Le conte décrit la visite de la Terre par un être venu d'une planète de l'étoile Sirius, nommé Micromégas, et de son compagnon de la planète Saturne.

- **Georges Le Faure**, écrivain français (juin 1856 - 25 mai 1953). Aventures extraordinaires d'un savant russe - Tome I - La Lune, 1888.
- **Herbert George Wells** (septembre 1866 - août 1946) écrivain britannique surtout connu aujourd'hui pour ses romans de science-fiction. Il écrit notamment *Les Premiers hommes dans la Lune*, 1901 qui raconte l'histoire d'un scientifique qui a construit un astronef et accompagné par un jeune aventurier voulant faire fortune, il se dirige vers la Lune où ils découvrent la civilisation souterraine des Sélennites.
- **Jules Verne** (février 1828 - mars 1905). Passionné de sciences, il rêve déjà de la conquête de l'Espace. Grand précurseur, il écrit *De la terre à la lune*, trajet direct en 97 heures en 1865 et *Autour de la Lune* en 1870.  
*De la terre à la lune*, trajet direct en 97 heures raconte l'histoire d'un français, Michel Ardan, parti en Floride dans le but de fabriquer un projectile dans lequel pourraient se loger plusieurs personnes et de voyager vers la Lune.  
*Autour de la Lune* est la suite de *De la terre à la lune*.
- Plus récemment encore, **Edgard Allan Poë** (janvier 1809 - octobre 1849) nous a raconté les aventures d'un bourgeois de Rotterdam, s'élevant en ballon jusqu'à notre satellite, et envoyant de ses nouvelles à sa bonne ville natale par un Sélénite complaisant.

## Les premiers observateurs

- **Nicolas Copernic** (1473-1543), chanoine et astronome polonais, a remis en cause le modèle géocentrique du monde de Ptolémée et d'Aristote dans le "De Revolutionibus orbium caelestium". Cet ouvrage propose un modèle héliocentrique du monde, dans lequel tous les mouvements planétaires sont centrés sur le Soleil. Mais surtout, Copernic va affirmer que la Terre est animée de 2 mouvements : l'un sur elle-même en 24h et l'autre autour du Soleil en un an, faisant de la Terre une planète comme les autres. Copernic ne va pas démontrer l'héliocentrisme, il faudra attendre plus de 150 ans pour avoir une preuve du mouvement de la Terre.
- **Galilée** (1564-1642) physicien, établit la loi de l'inertie (tout corps non soumis à une force extérieure est animé d'un mouvement rectiligne uniforme et se trouve dans un référentiel que l'on nomme aujourd'hui "galiléen"). C'est à la fin de l'année 1609 et au début de 1610 qu'il a l'idée de braquer une lunette d'approche récemment inventée et qu'il a construit lui-même vers le ciel. Il observa des taches sur le Soleil, des cratères sur la Lune, les phases de Vénus, une multitude d'étoiles dans la Voie lactée et des satellites autour de Jupiter. Cette dernière découverte donnait le coup de grâce au géocentrisme. Il adhéra aux idées de Copernic et à l'héliocentrisme.
- **Johann Hévélius** (1611-1687) construisit des instruments astronomiques de plus en plus grand (il amena la précision de mesure à une minute de degré) et observa la surface de la Lune qu'il cartographia, Jupiter, Saturne ainsi que les taches solaires.
- **Christian Huygens** (1629-1695), hollandais, développa une théorie ondulatoire de la lumière. Il construisit des lunettes astronomiques puissantes et découvrit Titan, le plus gros des satellites de Saturne en 1655.

Il expliqua que l'anneau de Saturne était en fait un mince disque de matière sans contact avec la planète en 1659. En 1673, il publia la loi sur l'accélération centrifuge des corps en mouvement circulaire.



Saturne, image du cnes

- **Jean-Dominique Cassini** (1625-1712), né dans le comté de Nice alors italien, fut le premier directeur de l'observatoire de Paris. Entre 1671 et 1684 Cassini découvrit trois satellites de Saturne : Téthys, Rhéa et Japet. En 1675, il remarqua que l'anneau de Saturne était fait de deux parties distinctes séparées par un espace vide que l'on appelle depuis la "division de Cassini".
- **Isaac Newton** (1643-1727) réussit à unifier les diverses théories de ses prédécesseurs. En 1687 Newton publie l'ensemble de ses travaux reliant la mécanique et l'astronomie dans son oeuvre majeure "Les Principes". Il montre que la loi de la gravitation universelle (deux corps subissent une force d'attraction proportionnelle au produit de leurs masses, divisé par le carré de la distance qui les sépare) explique aussi bien la chute d'un corps sur Terre, l'oscillation du pendule que les mouvements de la Lune et des planètes. Il fut également l'inventeur du premier télescope à miroir.

- **Edmund Halley** (1656-1743) découvrit le premier que les étoiles n'étaient pas fixes mais animées d'un mouvement propre grâce à des observations anciennes de Sirius, Procyon et Arcturus. Surtout, il observa un grand nombre de comètes et, appliquant les principes de Newton, montrer que les comètes de 1378, 1456, 1531, 1607 et 1682 n'étaient en fait qu'une seule et même comète à cause de leurs éléments orbitaux très proches. Il put ainsi prévoir le retour de cette comète pour 1759, comète désignée désormais sous le nom de "comète de Halley".
- **William Herschel** (1738-1822), astronome allemand naturalisé anglais, découvrit la planète Uranus en 1781, deux satellites d'Uranus (Titania et Obéron) en 1787 et deux satellites de Saturne (Mimas et Encelade) en 1789. Il dressa également une carte de la Voie Lactée.
- **Pierre Jules César Janssen** (1824-1907) effectua de nombreuses observations spectroscopiques, il découvrit la présence de vapeur d'eau dans l'atmosphère de Mars.



## Les pionniers de la conquête spatiale

- **Konstantin Edouardovitch Tsiolkovski** (1857-1935), le père de l'aéronautique. Il a établi le premier l'équation du mouvement de la fusée basée sur le principe de l'action-réaction, puis la théorie des fusées à étages. Il fut l'auteur de *La théorie des gaz* (1883), *L'Espace libre*, *Exploration des espaces cosmiques par des engins à réaction* (1903).
- **Robert Hutchings Goddard** (1882-1945) est le précurseur qui a lancé le plus de fusée dès 1926 et qui développa les fusées à propulsion liquide.
- **Hermann Oberth** (1894-1989), professeur de mathématiques et de physique, il publia en 1923 une étude intitulée *La fusée vers les espaces interplanétaires*, *La route des voyages spatiaux* en 1929 et *Les Hommes dans l'espace* en 1954. Un an plus tard, il part rejoindre l'équipe de l'ingénieur Wernher von Braun aux Etats-Unis qui travaillent sur les projets spatiaux américains.
- **Robert Esnault-Pelterie** (1881-1957), Ingénieur et aviateur, il est le grand précurseur de l'aéronautique en France, il publia son œuvre majeure *L'aéronautique* en 1930 et réalisa ses premiers moteurs-fusées dans son atelier de Boulogne-Billancourt. En 1939, il met au point des matériaux réfractaires capables de résister aux très fortes températures encore utilisés aujourd'hui dans nos fusées.

## Chronologie

L'Américain **Robert H. Goddard** fait décoller la première fusée moderne dans les airs, elle grimpe jusqu'à 30 m d'altitude.

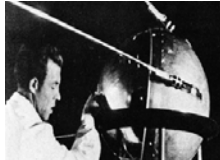
1926



Robert H. Goddard

Lancement du **missile V2**, première fusée capable de quitter l'atmosphère, par l'armée allemande. D'une portée de 270 km, ce missile peut atteindre l'Angleterre.

Sputnik



1942

Lancement du premier satellite artificiel par l'Union Soviétique, **Sputnik**, début de la course à l'espace.

4 octobre  
1957



Mise en orbite du premier animal par l'U.R.S.S., la chienne **Laïka** dans **Sputnik 2**.

3 novembre  
1957



Lancement du premier satellite américain, **Explorer 1**.

31 janvier  
1958



**Luna 1**, premier engin spatial lancé par l'Union Soviétique à s'affranchir de l'attraction terrestre.

2 janvier  
1959



**Luna 2**, lancé par l'Union Soviétique, devient le premier engin spatial à atteindre la Lune afin de s'y écraser.

14  
septembre  
1959



La sonde russe **Luna 3** a pris la première photographie de la phase cachée de la Lune.

7 octobre  
1959



**Yuri Gagarine**, cosmonaute soviétique est le premier homme à aller dans l'Espace à bord de **Vostok 1**.

12 avril  
1961



Yuri Gagarine



Première télécommunication par satellite (**Telstar**) entre les Etats-Unis et la France.

23 juillet  
1962



**Valentina Tereshkova** première femme cosmonaute à bord du vaisseau **Vostok 6**.

16 juin  
1963



**Diamant A** met sur orbite **Asterix**, premier satellite français.

26  
novembre  
1965



Première sortie extra-véhiculaire (dans l'espace) du cosmonaute soviétique **Alexei Leonov**.

18 mars  
1965



La sonde **Luna 9** est le premier engin à se poser en douceur sur la Lune.

31 janvier  
1966



Sonde soviétique **Venera 4**, lancée vers Vénus, premier engin spatial à effectuer et transmettre des analyses scientifiques sur une autre planète.

18 octobre  
1967



Luna 9



Premier lancement d'une fusée (fusée-sonde **Véronique**) à partir du Centre Spatial Guyanais.

9 avril  
1968



27 mars  
1968

Mort de Yuri Gagarine dans un accident d'avion aux circonstances mystérieuses.



Trace de pas sur la Lune

9 avril  
1968



20 juillet  
1969

Mission américaine **Apollo 11** s'envole en direction de la Lune. **Edwin Aldrin** et **Neil Armstrong** posent leurs pieds sur le sol lunaire. **Michael Collins**, lui est resté à bord de la navette.

**Lunakhod 1**, premier laboratoire automatique soviétique à se poser sur la Lune pour une durée de mission de 11 mois.

17  
novembre  
1970



30 mai  
1971

La sonde américaine **Mariner 9** fut la première à satelliser autour de la planète Mars.

La jeep lunaire, véhicule d'exploration planétaire est inaugurée par les astronautes américains lors de la mission **Apollo 15**.

30 juillet  
1971



Pioneer 10



Lancement de **Pioneer 10**, sonde interplanétaire, premier engin spatial à atteindre les limites du système solaire en 1987.

**Landsat 1**, premier satellite de télédétection spatiale.

23 juillet  
1972



2 mars 1972

Lancement de la sonde **Mariner 10** à destination des planètes Vénus et Mercure.

3  
novembre  
1973



14 mai  
1973

**Skylab**, station spatiale américaine placée sur orbite.

Amarrage entre le module américain **Apollo 18** et le vaisseau soviétique **Soyouz 19**.

17 juillet  
1975



19  
décembre  
1974

**Symphonie-1**, premier satellite français de télécommunications placé sur orbite géostationnaire.



20 août  
1975  
9 septembre  
1975

Lancement vers la planète Mars des sondes américaines **Viking 1** et **Viking 2**.

Lancement des sondes américaines **Voyager 1** et **Voyager 2** destinées à l'exploration des planètes géantes du système solaire.

20 août  
1977



Viking

22  
novembre  
1977



Lancement de **Meteosat-1**, satellite européen de météorologie.

Mise en service d'**Argos**, système international de collecte et de localisation de données.

15 octobre  
1978



24  
décembre  
1979



La France lance à Kourou en Guyane, la première fusée européenne **Ariane**.

1<sup>er</sup> vol en trio de cosmonautes soviétiques sur **Soyouz T-3**.

27  
novembre  
1980



Décollage d'Atlantis

1981



Envoi de **Columbia**, navette spatiale américaine. Réutilisable, elle décolle comme une fusée et atterrit sur une piste comme un avion. Après **Columbia** viendront **Challenger** puis **Atlantis**.

Jean-Loup Chrétien, premier spationaute français à partir dans l'espace à bord de la station soviétique **Saliout-7**.

25 juin -  
2 juillet  
1982



28  
novembre -  
8 décembre  
1983



Vol inaugural du laboratoire spatial **Spacelab-1** à bord de la navette **Columbia**.

L'américain Bruce Mc Candless teste le **MMU**, fauteuil volant qui permet à l'aide de moteurs de se déplacer dans l'espace lors du vol **STS-41B**.

7 février  
1984



28 janvier  
1986




Explosion de la navette **Challenger** 73 secondes après son décollage de Cap Canaveral avec à son bord 7 astronautes (explosion due à un joint d'étanchéité défectueux sur un des propulseurs auxiliaires).

Lancement de **Mir** (qui veut dire « paix ») par les russes, station orbitale, laboratoire scientifique alimenté en eau, en air et en nourriture par des sondes envoyés depuis la Terre dans lequel peuvent vivre plusieurs semaines voire plusieurs mois.

19 février  
1986



		★	21 février 1986	Lancement de <b>Spot-1</b> , satellite de télédétection français depuis Kourou.
Le premier lancement d'Ariane 4 fut une parfaite réussite.	15 juin 1988	★		
		★	15 novembre 1988	Unique vol sans cosmonaute de la navette spatiale soviétique <b>Bourane</b> .
Sortie extra-véhiculaire de J. L. Chrétien d'une durée de 6 heures sur la station <b>Mir</b> durant le vol <b>Aragatz</b> .	9 décembre 1988	★		
		★	8 août 1989	Lancement du satellite <b>Hipparcos</b> qui a mesuré la position de plus de 118 000 étoiles.
Lancement de la sonde américaine <b>Galiléo</b> à destination de Jupiter.	18 octobre 1989	★		
		★	24 avril 1990	Placement en orbite du télescope <b>Hubble</b> par une navette spatiale américaine.
	Hubble			
Lancement de <b>ERS-1</b> , satellite européen d'observation de la Terre dans le domaine des ondes radar.	17 juillet 1991	★		
		★	10 août 1992	Mise en orbite du satellite océanographique franco-américain <b>Topex/Poséidon</b> qui réalise les premières cartes altimétriques des océans.
Le système <b>GPS</b> devient opérationnel après le lancement du 24 <sup>ème</sup> satellite.	Janvier 1994	★		
		★	25 janvier 1994	Lancement de la sonde <b>Clémentine</b> destinée à l'étude et la cartographie de la Lune.
1 <sup>er</sup> amarrage entre la navette <b>Atlantis STS-71</b> et la station <b>Mir</b> .	27 juin – 7 juillet 1995	★		
		★	2 décembre 1995	Mise en orbite du satellite <b>Soho</b> qui observe le soleil en permanence.
Mission <b>Cassiopée</b> , Claudie-André Deshays, 1 <sup>ère</sup> spationaute française rejoint la station <b>Mir</b> .	17 août – 2 septembre 1996	★		

Mission **Mars Pathfinder** : dépôt sur Mars d'un petit véhicule télécommandé depuis la Terre nommé **Sojourner** puis rebaptisé **Rocky**, doté de caméras et de bras articulés.

4 juillet  
1997



7  
novembre  
1996

Lancement de **Mars Global Surveyor**, sonde d'étude et d'observation de la planète Mars.



Cassini-Huygens



Lancement du lanceur européen **Ariane 5** depuis le Centre Spatial Guyanais.

30 octobre  
1997



15 octobre  
1997

Lancement de la sonde spatiale **Cassini-Huygens** à destination de Saturne et Titan.



22  
février –  
28 août  
1998

**Perséus** : 1<sup>ère</sup> mission française avec Jean-Pierre Haigneré de 186 jours à bord de la station Mir.

Le premier module (**Zarya**) de la **station spatiale internationale (ISS)** envoyé dans l'espace par le lanceur russe Proton. Elle remplacera progressivement **Mir**.

20  
novembre  
1998



10 décembre  
1999

Lancement du satellite européen **XMM-Newton** destiné à l'observation de l'Univers dans le domaine des rayons X.

Une mission russo-américaine s'installe à bord de l'**ISS**. Depuis cette date, elle accueille des équipages de 13 nations.

2000



2001

Lancement de **Jason-1** satellite d'altimétrie.

**Mir** s'est désintégrée dans l'atmosphère au-dessus de l'océan Pacifique après 15 ans de service.

23 mars  
2001





1<sup>er</sup> mars  
2002

Lancement du satellite européen **Envisat** dédié à l'étude des ressources terrestres.

La navette spatiale américaine **Columbia** explose dans le ciel du Texas avec 7 astronautes à bord alors qu'elle s'apprête à regagner la Terre après une mission de 16 jours dans l'espace.

1<sup>er</sup> février  
2003



	★	2 juin 2003	Lancement de la sonde européenne <b>Mars Express</b> à destination de Mars.
<b>Vol STS-111</b> : Philippe Perrin, premier spationaute français à participer à l'assemblage d'ISS.	★	5-19 juin 2003	
	★	15 octobre 2003	Yang Liwei premier taïkonaute à bord du vaisseau spatial chinois <b>Shenzhou 5</b> .
<b>Stardust</b> approche la comète Wild 2 après avoir collecté des poussières interstellaires et cométaires.	★	2 janvier 2004	
	★	3 et 24 janvier 2004	Les véhicules planétaires américains <b>Spirit</b> et <b>Opportunity</b> se posent sur Mars.
Lancement de l'atterrisseur français Philae à bord de la sonde européenne <b>Rosetta</b>	★	2 mars 2004	.
		21 juin 2004	<b>Space Ship One</b> est actuellement le seul avion spatial privé ayant emmené des passagers au-delà de la frontière de l'espace. Son premier vola permis à Mike Melvill d'atteindre l'altitude de 100 095 km.
		Rosetta	
Pour le 47 <sup>ème</sup> anniversaire du lancement de <b>Sputnik 1</b> , <b>Space Ship One</b> grimpe jusqu'à 112 km (record précédent pour un avion spatial).	★	4 octobre 2004	
	★	Octobre 2005	Mise en orbite de 2 taïkonautes par <b>Shenzhou 6</b> (2 <sup>ème</sup> vol habité pour la Chine).
Lancement par l'Iran de la fusée <b>Kavoshgar-1</b> .	★	4 février 2008	
	★	11 février 2008	Arrimage du laboratoire européen <b>Columbus</b> à l'ISS. Pilotage de la mise en position finale du module par le français <b>Léopold Eyharts</b> de l'ESA. Assemblage définitif réalisé par <b>Hans Schlegel</b> lors d'une sortie extravéhiculaire.
		Module Columbus	

**Ariane 5** décolle de Kourou avec son plus lourd passager, le cargo européen **Jules Verne**. D'une masse d'environ 20 t, ce premier exemplaire du véhicule de transfert automatique (**ATV**) construit par l'**ESA** volera seul pendant plus de trois semaines avant de s'amarrer à l'**ISS**, le 3 avril. Cet énorme vaisseau (4,5 m de diamètre pour une hauteur de 10 m) réalise la manœuvre de façon entièrement automatique. Il apportera aux astronautes de l'eau, de la nourriture, de l'oxygène et des ergols (produits destinés à fournir de l'énergie). Quatre mois plus tard, une fois vidé, il repartira avec les déchets de la station et se désintégrera dans l'atmosphère au-dessus du Pacifique.

10 mars  
2008



Ariane 5



Mission  
STS-123,  
ISS



13  
mars  
2008

**STS 123** : la navette spatiale **Endeavour** s'est correctement amarrée à l'**ISS**. Au cours de cinq sorties dans l'espace, les astronautes devront installer le bras robot allemand **Dextre**.

Installation de la première section du laboratoire de recherche orbital japonais **Kibo** sur l'**ISS**.

15 mars  
2008



L'astronaute  
Mike Fossum  
dans le  
module  
pressurisé  
japonais Kibo  
Japanese de  
l'ISS, mission  
STS-124



Leopold Eyharts



27 mars  
2008

La navette spatiale américaine **Endeavour** regagne la Terre au Centre spatial Kennedy avec ses 7 membres d'équipage, dont l'astronaute français de l'ESA **Léopold Eyharts**.

Le premier **ATV** a réussi son rendez-vous avec la station spatiale internationale.

3 avril  
2008

**Novespace**, seul centre européen permettant d'effectuer des vols dans les mêmes conditions que dans l'espace, lance en Gironde une série de vols en apesanteur pour réaliser des expériences scientifiques inédites sous l'égide de l'agence spatiale allemande.

Novespace envisage aujourd'hui d'élargir encore son offre en proposant au grand public des baptêmes de l'air à bord de son A300 pour un coût de 3.000 euros.



8 avril  
2008

La première spationaute sud-coréenne, **Yi So-Yeon**, et ses deux coéquipiers russes, s'installent à bord de l'**ISS**, après un périple de deux jours à bord d'un vaisseau **Soyouz**.

10 avril  
2008



**Jules Verne**, Véhicule de Transfert Automatique (ATV) réussi son autre mission, rehausser la Station spatiale internationale (ISS).

25 avril  
2008



La sonde américaine **Phoenix** se pose dans la région arctique de Mars jusque-là inexplorée pour sonder le permafrost martien, y trouver de l'eau gelée et déterminer si la vie y serait possible.

25 mai  
2008



**Corot** découvre au moins 2 nouvelles exoplanètes de type géantes gazeuses et un objet céleste inconnu, portant à 4 le nombre total de planètes extrasolaires découvertes à ce jour par le satellite. Un des signaux recueillis suggère aussi l'existence d'une autre exoplanète dont le rayon ferait 1,7 fois celui de la Terre.

28 mai  
2008



Jason-2

Lancement du satellite américano-européen **Jason-2**, qui permet de modéliser et prévoir l'évolution des océans et leurs interactions avec le climat.

20  
juin  
2008





ATV Jules Verne



6  
septembre  
2008

Au terme d'une mission de six mois, le **Jules Verne**, (ATV) se désamarre de l'ISS.

Décollage du nord-ouest de la Chine de la fusée Longue Marche II-F emportant le vaisseau spatial Shenzhou VII et trois taïkonautes.

25  
septembre  
2008



Zhai Zhigang, astronaute chinois de la mission Shenzhou VII, accomplit la première sortie dans l'espace jamais effectuée par la Chine, sortie de moins de 15 minutes.

Retour sur Terre des trois taïkonautes chinois au terme d'une mission de 68 heures dans l'espace.

29  
septembre  
2008



29  
septembre  
2008

La fusée Falcon 1, de la société américaine SpaceX, est le premier lanceur à propulsion liquide entièrement mis au point par une entreprise privée, à atteindre l'orbite terrestre.

La sonde américaine Phoenix a détecté de la neige tombant sur Mars.

30  
septembre  
2008



## Etre astronaute source : esa

En Europe, tous les astronautes sont regroupés au sein de l'ESA (Agence spatiale européenne), et plus précisément au sein de l'EAC (European Astronaut Corps), un corps européen d'astronautes établi à Cologne, en Allemagne. L'ESA compte 13 astronautes de huit pays différents.

Tous les astronautes de l'ESA ont suivi un parcours différent, avec toujours une formation pointue dans un ou plusieurs domaines à dominante scientifique.

### Une sélection ardue

Le renouvellement du corps des astronautes se fait en fonction des départs et des besoins des programmes spatiaux. L'ESA a ouvert une sélection début 2008.

Les critères de sélection sont les suivants :

- Etre un homme ou une femme d'un pays membre de l'ESA,
- Avoir entre 27 et 37 ans,
- Mesurer entre 1,53 m et 1,90 m,
- Etre en bonne santé physique et psychique,
- Parler anglais (le russe étant bienvenu) pour pouvoir partager des missions avec des astronautes de différentes nationalités,
- Avoir une formation en sciences de l'ingénieur, médecine ou autre science,

- Avoir des relations humaines faciles pour pouvoir vivre et travailler dans un espace très confiné avec d'autres astronautes,
- Remplir un dossier dont le poids et la taille en décourageant plus d'un (80% pour être exact !).

La plupart des astronautes apprennent aussi le pilotage dans l'armée de l'air de leur pays.

À l'EAC, il faut ensuite compter un an d'entraînement, c'est peu comparé aux 4 ans à la NASA ou à la dizaine d'année en Russie.

Pour une mission sur la navette américaine, les 4 ans de formation que suivent les apprentis astronautes américains sont de rigueur. Pour un départ dans un Soyouz, une formation d'1 an à 1 an ½ est délivrée à la Cité des Etoiles. Quant à un séjour dans la Station Spatiale Internationale (ISS), il impose un entraînement d'un à deux ans dans un groupe d'astronautes internationaux, et un entraînement de 18 mois spécifique à la mission attribuée.



## Les astronautes

### Les pionniers européens



Le corps d'astronautes de l'ESA

Depuis plus d'un quart de siècle, des européens découvrent les merveilles du voyage spatial. Les pionniers de la première heure ont été Vladimir Remek (Tchécoslovaquie), Miroslav Hermaszewski (Pologne) et Sigmund Jähn (Allemagne de l'est). Ils ont tous fait des visites d'une semaine dans la station spatiale soviétique Salyut 6.

Depuis 1978, 31 astronautes des états membres de l'ESA ont participé à 45 missions. Les trois premiers astronautes de l'ESA sélectionnés ont été Ulf Merbold (Allemagne), Wubbo Ockels (Pays-Bas) et Claude Nicollier (Suisse).

Ulf Merbold a été le premier à s'envoler en 1983. Il a participé à la mission Shuttle STS-9, premier vol du Spacelab de l'ESA. Wubbo Ockels est parti deux ans plus tard. Claude Nicollier a dû attendre 14 ans son premier vol (STS-46 en 1992), mais il est maintenant en tête avec 4 voyages spatiaux.

Le corps d'astronautes de l'ESA a été créé en 1998. Il y a maintenant 13 astronautes de l'ESA – quatre allemands, deux français et deux italiens, un suisse, un suédois, un belge, un espagnol et un hollandais.



MIR

### Vols internationaux



Neil Armstrong sur la Lune

La participation européenne aux vols habités remonte à 1969. Après que Neil Armstrong et Buzz Aldrin sont devenus les premiers hommes à marcher sur la Lune, la NASA a commencé à penser à l'idée de la construction d'une navette réutilisable.

Les pays européens ont décidé de concevoir un laboratoire scientifique, appelé Spacelab, qui pourrait se placer dans la soute de la navette. En retour, ils ont été autorisés à embarquer des astronautes sur des missions de la navette.

Depuis le vol de Ulf Merbold avec Spacelab-1 en 1983, 26 astronautes européens ont volé sur la navette américaine. Beaucoup de leurs vols ont utilisé le Spacelab pour des expériences en microgravité. D'autres ont pris part à des missions d'intervention sur le télescope spatial Hubble ou effectué des recherches scientifiques spécifiques.

19 vols ont embarqué des astronautes européens dans un engin spatial soviétique ou russe. Les visites dans les stations spatiales Salyut et Mir ont permis d'acquérir une expérience précieuse sur la vie prolongée dans l'espace. Thomas Reiter a passé presque six mois sur Mir, ce fut le premier astronaute de l'ESA à participer à une sortie dans l'espace. Ces dernières années, les astronautes de l'ESA ont régulièrement visité la station spatiale internationale (ISS).

## La formation au centre d'entraînement européen des astronautes

### Formation des astronautes



Des astronautes durant l'entraînement

Avant de partir dans l'espace, les astronautes doivent subir des centaines d'heures d'entraînement. Cet entraînement se divise en trois parties principales.

Tout d'abord, les débutants qui souhaitent se qualifier en tant qu'astronautes doivent réussir une formation de base d'un an. Les candidats prennent des cours de technologie spatiale et de sciences, apprennent des notions de base de médecine et découvrent le fonctionnement de la station spatiale internationale (ISS). Ils se perfectionnent aussi en plongée.

Après cette première partie, ils poursuivent par une autre année de formation avancée. Ils détaillent plus en profondeur les différentes parties de l'ISS, les expériences et les véhicules de transport ainsi que le rôle du contrôle au sol.

Ils peuvent ensuite être affectés à une mission. En travaillant autant qu'il est possible avec les autres membres de l'équipage, ils peuvent en savoir plus sur les tâches spécifiques liées à leur mission et s'habituent à l'apesanteur lors de vols paraboliques.

Au cours des années, les astronautes apprennent à se connaître parfaitement lors de leurs visites dans des centres d'entraînement aux Etats-Unis, en Russie, au Japon, au Canada et en Europe. Pour cela ils peuvent avoir à apprendre une langue étrangère – le russe – (l'anglais est obligatoire) et à se familiariser avec les expériences scientifiques et activités spécifiques de leur mission.

Pour assurer le succès d'une mission habitée dans l'espace, les astronautes comme les équipes de support de la mission sur Terre doivent connaître parfaitement chaque détail de l'engin spatial et de l'exploitation de la station. La formation en Europe s'effectue au centre de formation d'astronautes européen (EAC) à Cologne, en Allemagne.

Le centre EAC prépare les astronautes européens à de nombreux types de mission très différents. Il permet aussi aux astronautes d'autres pays : Etats-Unis, Russie, Canada et Japon, d'en savoir plus sur les éléments européens de la station spatiale internationale.

Une des méthodes de formation est la répétition d'activités orbitales dans un très grand bassin contenant des modules de vaisseaux spatiaux.



ATV

L'EAC dispose aussi de maquettes grandeur nature de modules spatiaux. Il y a notamment le camion ravitailleur ATV et le laboratoire scientifique Columbus.

Des équipements informatiques très modernes permettent aussi aux astronautes de s'entraîner grâce à un système de réalité virtuelle. Avec un casque spécial, ils peuvent se déplacer dans ou autour de la station spatiale comme s'ils y étaient.

## Vivre dans l'espace

### Une journée passée dans l'espace

Pendant qu'ils sont en orbite autour de la terre, les astronautes assistent à 16 couchers de Soleil par période de 24h et à un lever du jour environ toutes les 90 minutes.

On accorde 8,5h de repos par période de 24h aux astronautes, mais de nombreux rapports soulignent qu'entre 6h30 et 6 heures et demie suffisent pour que les membres d'équipage se sentent reposés.

### Les repas

Aujourd'hui, l'alimentation des spatonautes ressemble beaucoup à la notre. Comme dans un restaurant self-service, les spatonautes prennent leur repas sur un plateau avec des couverts. Le choix des aliments est large : viandes, légumes, laitages, fruits, pâtisseries, boissons... Toutefois, les conditions particulières de la vie dans l'espace imposent certaines contraintes : les aliments ne doivent pas faire de miettes, ni de gouttes ; ils doivent pouvoir être stockés en prenant un minimum de place et sans risque de développement bactérien. Les vols de longue durée nécessitent des ravitaillements : tous les deux mois en moyenne, les vaisseaux automatiques approvisionnent les résidents de l'ISS.

A bord d'une station spatiale, il y a des règles de sécurité et d'hygiène à respecter et des résultats micro bactériologiques parfaits (absence de micro organismes, coliformes, staphylocoques, salmonelles, champignons et levures...), le faible taux d'humidité résiduel pour ne pas avoir ni des bulles de liquide dans l'air, ni des miettes trop sèches qui risquent d'être inhalées, et tout cela en conservant les qualités gustatives, olfactives et visuelles des plats préparés.

Pour cela, des tests organoleptiques sont effectués sur 6 paramètres :

- la couleur des aliments,
- l'aspect des plats,
- la texture,
- le goût,
- l'assaisonnement,
- l'humidité résiduelle dans leur conditionnement.

Pour faciliter la conservation, le transport et la mise en température avant le repas, tous les plats doivent être présentés dans des boîtes de conserve ou en sachets lyophilisés. Leur présentation est aussi passée en revue afin d'éviter la flottaison de tout débris solide ou liquide dans la station (taille des morceaux de viande découpés, plats en sauce ou en gelée).

## Comment fait-on sa toilette dans une station spatiale ?

L'hygiène est aussi importante dans l'espace que sur Terre. Dans l'espace, l'eau ne coule pas car il n'y a pas de gravité pour l'attirer jusqu'au sol; elle s'accumule sur le corps de l'astronaute et forme une sorte de couche qui recouvre la peau. Les spationautes utilisent un distributeur de savon semblable à un tube de dentifrice et un système d'aspiration pour enlever complètement l'eau et le savon. Mais cette douche n'est pas aussi agréable que sur Terre, l'eau s'insinue partout, même dans le nez et les oreilles des spationautes. Se doucher dans l'espace n'a aucun effet relaxant. De plus, il est toujours difficile de s'assurer qu'aucune gouttelette ne s'échappe.

Puisque les réserves d'eau sont limitées, la meilleure solution est donc d'utiliser un linge humide imbibé de savon ne nécessitant pas de rinçage, ou des mouchoirs en papier traités avec des désinfectants particuliers.

### **Lavage des cheveux**

Pour les cheveux, ils utilisent un shampoing qui s'applique comme un shampoing normal, mais qui ne nécessite pas de rinçage, et s'essuie avec une serviette.

### **Lavage des dents**

Pour se laver les dents, les spationautes utilisent un dentifrice normal. Ils prennent l'eau d'un distributeur, mais ils n'ont évidemment pas de lavabos pour la recracher. Le lavabo est remplacé par un mouchoir en papier que l'on jette ensuite. Une autre solution consiste à utiliser des dentifrices que l'on mâche et qui ont été mis spécialement au point pour économiser l'eau.

### **Rasage ou coiffeur**

Pour se raser on peut utiliser un rasoir électrique, mais il faut se raser à proximité d'un tube aspirant pour éviter que les poils flottent dans la cabine. Vu qu'il n'y a pas de lavabo, le rasage humide est une opération difficile. En plus, l'eau et la mousse à raser ont tendance à coller à la peau. Il faut nettoyer la lame avec un mouchoir pour éliminer la mousse et les poils, et jeter le tout.

Pour se couper les cheveux, les spationautes en mission n'attendent pas forcément de rentrer sur Terre. Ils se les font couper par un de leur collègue, en utilisant comme pour le rasage un tube aspirant.

### **Faire ses besoins**

Les toilettes de l'espace sont peu différentes de celles que l'on peut trouver sur Terre. Elles ont en plus de celles que nous connaissons des entonnoirs jaunes qui servent à canaliser l'urine. Ces entonnoirs sont adaptés à l'anatomie des hommes et des femmes. Ils sont reliés à un tube et permettent aux spationautes des deux sexes d'utiliser le même dispositif.

Les déchets sont aspirés dans un trou et on utilise un jet d'air pour les évacuer.

Les déchets solides sont comprimés, entreposés, et seront évacués plus tard.

Les déchets liquides sont recyclés en eau. À cause de l'impesanteur, les spationautes doivent s'attacher aux pieds et aux cuisses pour éviter de s'envoler au moment de faire leurs besoins.

## D'où provient l'eau utilisée à bord de la station ?

La quantité d'eau en moyenne consommée par une personne par jour vivant dans un pays développé est de 200 litres. Pour une mission à bord de la station de 365 jours composée de 3 spationautes, il faudrait embarquer 219000 L d'eau.

Les hommes produisent (ou plutôt libèrent) de l'eau de différentes manières. Ils respirent et transpirent. Ces deux phénomènes permettent la libération d'eau. À l'extérieur de la station spatiale règne le vide spatial. À cause de cela, la station doit être totalement close. Donc si la vapeur d'eau produite par les hommes n'était pas extraite, la station serait rapidement humide et l'air serait malsain. Du coup, l'humidité de l'air d'une station spatiale est contrôlée en permanence. L'air est continuellement filtré et l'eau en excédent est extraite et récupérée. Mais toutes les sources d'eau sont exploitées. L'eau des urines et d'origine fécale est aussi récupérée, ainsi que l'eau consommée pour les douches et l'hygiène des mains, ainsi que celle pour le lavage des vêtements.

Une fois l'eau récupérée, il faut la traiter, la recycler pour pouvoir la réutiliser, mais aussi qu'elle soit potable.

Sur terre, le recyclage de l'eau se fait un peu par traitement physique, mais surtout par traitement biologique. À bord d'une station spatiale, on utilise des procédés physiques et chimiques pour décontaminer l'eau et la filtrer. Elle est rendue potable par stérilisation thermique. À bord de l'ISS, le matériel qui effectue cette tâche est appelé « processeur d'eau ». C'est lui aussi qui permet d'assurer la circulation d'eau, l'eau ne coulant pas comme sur Terre.

## Comment se peser en impesanteur ?

En impesanteur, le poids disparaît mais la masse, quantité de matière présente dans un objet, subsiste. Comment la mesurer ? Les stations spatiales possèdent une balance. Les modèles diffèrent par leur aspect mais fonctionnent selon le même principe que sur la Terre. Il s'agit d'un siège oscillant que l'on met en mouvement : la fréquence des oscillations dépend de la masse du spationaute. Un étalonnage de la masse permet une lecture directe de la masse.

Le poids  $P$  d'un objet correspond à la force d'attraction exercée par un astre (comme la Terre) sur un objet de masse  $m$  (unité du système international : kg)

$$P = m \times g$$

$P$  est une force exprimée en Newton.

$g$  est l'accélération de la pesanteur. Elle est égale à  $9.81 \text{ m.s}^{-2}$  (au niveau de la mer à  $45^\circ$  de latitude).

Cette valeur est valable sur Terre mais pas dans l'espace. Aussi, la mesure du poids des spationautes dans l'espace correspond au poids qu'ils auraient sur Terre.

Question : Quel serait le poids pour un spationaute qui aurait une masse de 70 kg ?

Réponse : 686.70 N.

Lorsque l'on se pèse sur une balance, ce n'est pas notre poids que l'on calcule, mais notre masse. Le poids est une force calculée en Newton, alors que la masse est calculée en Kg.

## Quelles sont les occupations des spationautes à bord de la station ?

Même si les spationautes sont à bord de la station pour travailler, ils ont aussi d'autres occupations diverses et variées.

Ils disposent d'une télévision pour regarder des films (c'est eux qui emmènent les cassettes et les DVD), d'un ordinateur avec des jeux et peuvent se divertir avec différents jeux individuels (comme par exemple un jeu avec des boules aimantées).

En impesanteur, tout ce qui se trouve dans la station peut être un jeu, notamment l'eau et la nourriture !

Les spationautes pratiquent aussi beaucoup d'activités sportives dans la station afin de pouvoir garder une bonne santé. Ainsi, ils font de la marche sur tapis roulant et du vélo d'appartement, et cela pendant environ deux heures par jour.

## Comment les spationautes dorment-ils ?

Tout comme nous qui vivons sur Terre, les spationautes ont besoin de dormir pour maintenir une bonne santé physique et un fonctionnement optimal du cerveau. Lorsqu'ils sont allongés, les spationautes continuent à flotter et leurs muscles ne se relâchent pas.

En microgravité, dormir sur le plancher est tout aussi confortable que de dormir sur un mur. 45% de tous les médicaments employés par les membres d'équipage de la navette spatiale sont des somnifères. Certains astronautes disent ressentir des sensations étranges lorsqu'ils dorment en microgravité. Ces sensations, jumelées à une intensité sonore et à une luminosité excessives, ne contribuent pas à ce que le sommeil soit des plus réparateurs.

À l'intérieur de la station, il n'y a pas beaucoup de place. Les spationautes dorment en position verticale par rapport à la station. Des sacs de couchage sont accrochés le long des parois. Au moment où ils vont se coucher, ils se glissent dans leur sac de couchage, et s'accrochent avec des sangles pour ne pas s'envoler pendant leur sommeil.

En plus de tout cela, ils disposent de bouchons pour les oreilles et de masques pour les yeux afin de s'isoler du bruit et de la lumière régnant à l'intérieure de la station.

### **Quand est-ce qu'ils dorment ?**

En 24h, les astronautes assistent à 16 nuits à bord de la station. Leur journée est calquée sur celle des techniciens au sol qui suivent la mission. Le réveil a généralement lieu vers 8h, les repas sont pris au même moment que sur Terre, et ils se couchent rarement avant 23h.

## Le travail des spationautes à bord de la station

À bord de la station spatiale internationale, les spationautes sont avant tout présents pour effectuer des expériences et mettre au point des techniques qui pourront ensuite être développées sur Terre, mais aussi pour effectuer des mesures et des observations qui sont difficilement faisables sur Terre.

Grâce à de puissants télescopes, ils peuvent prendre des photos de notre planète. Mais ces télescopes sont aussi dirigés vers l'espace.

Un autre travail des spationautes est de faire pousser des plantes à bord de la station afin de mieux comprendre comment ces plantes se développent, mais aussi d'observer et d'étudier les différences qu'il peut y avoir sur Terre et dans l'espace.

Enfin, les spationautes réalisent des expériences physiques, ainsi que des sorties dans l'espace pour réparer des éléments de la station ou pour en ajouter.

## **Comment font les spationautes pour faire pousser des plantes ?**

Dans l'espace, il n'y a pas de terre, ni de lumière naturelle. Du coup, dans l'espace, la terre est remplacée par un support hors-sol. La lumière du soleil est remplacée par une lumière artificielle. L'éclairage est fourni par des diodes qui ne couvrent pas tout le spectre solaire (cela n'existe pas). Il faut donc essayer de le reconstituer avec d'autres couleurs, principalement le rouge et le bleu. L'arrosage est fait avec de l'eau et un engrais qui apporte des sels minéraux.

## **Pourquoi les spationautes portent-ils un scaphandre ?**

Un scaphandre constitue un environnement de travail stable et une protection contre l'environnement extrême de l'espace.

Sur Terre, les humains respirent en inspirant de l'oxygène et en expirant du CO<sub>2</sub>. Dans l'espace, le système de survie de base installée dans le dos de l'astronaute doit jouer le même rôle, il doit fournir de l'oxygène et se débarrasser du CO<sub>2</sub>.

Il n'y a pas de pression dans l'espace car l'espace est un vide. Pour assurer la survie d'un astronaute dans l'espace, le scaphandre doit être pressurisé. La pression à l'intérieur du scaphandre équivaut seulement à un tiers de la pression que nous subissons sur Terre, car l'absence de pression dans l'espace fait que le scaphandre se comporte comme un ballon rigide. Le fait de garder la pression la plus basse possible dans le scaphandre permet aux astronautes de se pencher et de bouger à l'intérieur du scaphandre plus facilement lorsqu'ils exécutent leur tâches.

Le scaphandre peut aussi être décrit comme une armure. Il consiste en sept couches de tissu thermal et résistant aux micrométéorites (particules de roches qui se déplacent à une si grande vitesse qu'elles peuvent percer la peau humaine et une fine couche de métal).

Le scaphandre protège également son occupant contre les températures extrêmement chaudes et froides de l'espace. Face au soleil, la température peut monter bien au-delà des 100°C, et dans l'obscurité descendre jusqu'à -100°C. Sur Terre, c'est l'atmosphère qui sert de filtre.

## Risques physiologiques et physiques

### L'IMPESANTEUR

Dans un environnement de microgravité, où la pesanteur est quasi inexistante, l'astronaute subit une perte de masse musculaire et de masse osseuse puisque ses os et ses muscles n'ont plus à supporter le poids de son corps.

- Les effets de la perte osseuse (1 ou 2% par mois) peuvent ne pas affecter les astronautes pendant leur séjour en orbite, mais de retour sur Terre, leurs os affaiblis deviennent plus fragiles.
- La seule façon d'atténuer l'atrophie musculaire qui survient dans l'espace consiste à se soumettre à des exercices physiques intensifs, particulièrement à un entraînement en force, et à s'alimenter de façon adéquate.

Dans l'espace, le système sanguin du spationaute est en impesanteur. Le flux de sang envoyé par le cœur vers la tête est facilité et donc plus important (comme lors de la position « tête en bas »). En ce qui concerne le bas du corps, la pesanteur n'est plus là pour aider le sang à « descendre », le flux sanguin « retour » est donc plus faible. Le sang se répartit donc de manière différente dans le corps en impesanteur et sur Terre, ce qui explique que les spationautes aient le visage « bouffi ».

### Les solutions

Depuis plus de 7 millions d'années, l'homme a évolué sur notre planète et il s'est adapté à son environnement. Soumis à la pesanteur depuis toutes ces années, son corps est conçu pour vivre avec.

Depuis à peine 50 ans, l'homme fait des voyages dans l'espace, un milieu où il n'y a pas de pesanteur. Il fait ainsi évoluer son corps dans un milieu qui n'est pas conçu pour, et qui lui est hostile.

Au cours de sa mission, chaque spationaute est suivi très soigneusement sur le plan médical.

Les muscles représentent 30% de la masse du corps. Des études ont montré que la taille, le tonus, la force et la capacité d'endurance des muscles diminuent s'ils ne supportent aucun poids, comme c'est le cas dans l'espace (notamment les muscles qui doivent habituellement lutter contre la gravité, comme ceux des membres inférieurs, du bassin et du bas du dos).

Plus l'exposition à l'impesanteur est longue, plus les muscles perdent en force, en volume et en capacités fonctionnelles. Ce sont les muscles des membres inférieurs qui sont les plus touchés. Au terme d'une mission de 3 mois, le périmètre des mollets peut diminuer de 10 à 20%, c'est le « syndrome du poulet ». Pour lutter contre ce phénomène, il est important de faire du sport.

Les membres de l'équipage à bord de l'ISS utilisent un véloergomètre et un tapis roulant pour faire des exercices cardiovasculaires ainsi qu'un exerciceur contre résistance (RED) pour renforcer les muscles.

- Sur le véloergomètre l'astronaute place ses pieds sur des pédales à brides et peut aussi utiliser des sangles de fixation à la taille, un support dorsal et des poignées pour se maintenir en équilibre.

- Le tapis roulant nécessite l'utilisation d'un dispositif de charge qui permet de retenir l'astronaute. Deux cordons à ressort sont placés de chaque côté du tapis et fixés à un harnais qui s'installe autour de la taille de l'astronaute. On peut donner aux cordons une tension pouvant se situer entre 66 % et 100 % du poids du sujet pour déterminer l'intensité de l'exercice d'entraînement.
- L'exerciseur RED est constitué d'une paire de caissons fixés à un système de poulies et à un harnais semblable à un appareil de levée de poids. Il permet aux astronautes de se lever sur la pointe des pieds, de s'accroupir et de soulever des poids afin de raffermir les muscles qui ne sont pas beaucoup sollicités dans l'espace.

Des vêtements spéciaux sont aussi disponibles. La combinaison « pingouin » impose des tensions musculaires sur les pieds, les épaules et les reins. Sanglés dans des élastiques extrêmement rigides, passant sur ses épaules et sous les pieds, le spationaute est tout recroquevillé. Pour retrouver une position normale, il est obligé de produire un effort pour s'étendre.

Mais malgré tous ces efforts, les améliorations obtenues sont encore insuffisantes, et une fois de retour sur Terre, le spationaute doit se réadapter à la gravité et ses muscles mettront du temps pour retrouver leur dimension et leur puissance musculaire.

## LES RAYONNEMENTS

On compte trois types de rayonnements spatiaux :

- les rayons cosmiques galactiques (RCG) provenant de l'extérieur du système solaire;
- les particules solaires éjectées lors d'éruptions solaires;
- les rayons piégés par le champ magnétique terrestre.

Le danger réside dans le fait que ce rayonnement émet suffisamment d'énergie pour modifier ou briser les molécules d'ADN, ce qui peut endommager ou tuer une cellule. Il peut en résulter des problèmes de santé aigus ou à long terme. Certains problèmes aigus, tels des changements sanguins, la diarrhée, la nausée et les vomissements, ne sont pas graves et se guérissent. D'autres, par contre, sont beaucoup plus sévères et peuvent endommager le système nerveux central ou même causer la mort.

Certains effets sur la santé peuvent sauter une génération et se manifester chez les descendants de la personne exposée qui leur aurait transmis des gènes ayant subi une mutation.

Les types de problèmes de santé qui se manifestent sont déterminés par la durée de l'exposition aux rayonnements, par la vulnérabilité de l'astronaute aux rayonnements et par d'autres variables. L'exposition aux rayonnements dépend des facteurs suivants :

- altitude de l'engin spatial;
- degré de protection offert par l'engin spatial ou la combinaison spatiale;
- durée de la mission;
- durée et intensité de l'exposition;
- type de rayonnements.

## LA MALADIE DES CAISSONS

La maladie des caissons (ou mal de décompression) résulte d'une exposition rapide de l'organisme à une diminution significative de la pression atmosphérique. La présence de minuscules bulles d'azote dans le sang et les tissus peut provoquer divers malaises allant d'une sensation d'engourdissement ou de picotement à la douleur articulaire et même la mort.

La prise d'oxygène pur avant une exposition soudaine à une faible pression atmosphérique permet d'éliminer l'azote des tissus et, par conséquent, réduit le risque de maladie des caissons. Avant de sortir de la navette, les astronautes se soumettent donc à un protocole de décompression pendant une douzaine d'heures. Les astronautes respirent d'abord de l'oxygène pur à la pression normale de la cabine pendant une ou deux heures.

## Des satellites

### Les satellites naturels des planètes

Dès 1610, Galilée identifie des astres tournant autour de Jupiter : ils seront nommés "satellites" du latin "satelles, satellitis" qui signifie "garde ou escorte".

Les satellites sont des corps solides qui tournent autour de corps célestes de masse plus importante par effet de gravitation.

Il existe des satellites naturels tels que la Lune en orbite autour de la Terre et des satellites artificiels construits par l'homme, lancés dans l'espace et placés en orbite autour d'une planète.

On compte dans le système solaire près de 140 satellites naturels. Ils peuvent être de grosse taille et ressembler à de petites planètes ou beaucoup plus petits et irréguliers, rappelant des astéroïdes.

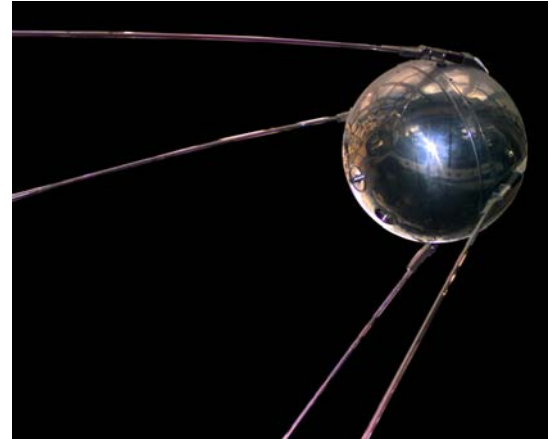
Aujourd'hui, quand un nouveau satellite est découvert, il reçoit d'abord un nom provisoire ainsi formé : S/année de la découverte et initiale de la planète suivi du numéro d'ordre des satellites découverts dans l'année.

Exemple : S/2000 J4 est le 4ème satellite de Jupiter découvert durant l'année 2000.

La Terre n'a qu'un seul satellite naturel – la Lune – mais plusieurs centaines de satellites artificiels sont aujourd'hui en orbite autour d'elle.



La lune



Sputnik

**Sputnik , le premier satellite artificiel** a été envoyé par une fusée soviétique le 4 octobre 1957. Depuis, 4 000 satellites artificiels ont été lancés autour de la Terre mais également du Soleil, de la Lune, de Mars et de Vénus. Plus de 95 % des satellites artificiels sont automatiques.

Ils servent à l'observation de la Terre, aux télécommunications ou à la recherche scientifique.

## Les satellites de télécommunications



Tracking and Data Relay Satellite (TDRS), satellite relai radio, télévision et autres signaux entre l'espace et la Terre.

Ce sont des relais de communications téléphoniques, d'émissions de télévision ou de données par Internet à haut-débit. Ils sont complémentaires des moyens de transmission câblés, des fibres optiques ou des ondes hertziennes.

## Les satellites de météorologie

Meteosat et MetOp nous permettent de photographier, d'étudier et de surveiller la Terre : évolution du climat, fonctionnement et protection de l'environnement.

Mais ces satellites permettent aussi de faire de la télé-épidémiologie. Beaucoup de maladies infectieuses transmissibles sont dues à des modifications du climat. Afin de prévenir des épidémies à l'échelle mondiale et de mieux les comprendre, différents satellites sont utilisés en coopération.

## Les satellites de localisation



GPS

Certains satellites permettent à tout moment de se positionner sur la Terre ou en mer (GPS ou Galileo), de retrouver son chemin, de contrôler la circulation ou les missions de recherche et de sauvetage.

**Le projet GMES** (Global Monitoring for Environment and Security) **lancé par l'Europe** a deux objectifs principaux : le suivi de l'environnement et la protection des populations.

Les zones à risque, soumises à des dégradations naturelles (inondations, incendies...) ou d'origine humaine (déversement d'hydrocarbures, ...), vont être suivies de près. Les applications d'accords internationaux sur les changements climatiques, comme le protocole de Kyoto, ou en matière de sécurité et d'aide internationale seront également observés.

Cette surveillance accrue de la Terre par le ciel doit permettre à l'Europe de procéder à des alertes plus rapides et plus précises ainsi que des prises de décision sans délai dans les zones sensibles. Le projet GMES prévoit également un soutien spatial aux forces et aux organisations européennes dans leurs interventions humanitaires ou leurs opérations de maintien de la paix.

## L'espace se mêle d'agriculture

En France, des centaines de milliers d'hectares de cultures sont photographiés depuis les satellites.

À 830 km d'altitude, Spot prend des photos avec une résolution de 10 à 20 m.

Les agriculteurs abonnés au service appelé Farmstar (pilote par la société Infoterra) récupèrent des images de leurs champs en couleurs. À chaque couleur correspond un état de la terre et de ses besoins.

Ainsi les agriculteurs peuvent doser et identifier les besoins de la terre pour chaque parcelle, et notamment les besoins en engrais – l'idée étant d'en limiter l'utilisation. Pour le maïs ou la betterave, ils peuvent aussi déterminer les besoins en eau et fixer ainsi la date de démarrage de l'irrigation – l'idée là aussi est d'éviter une trop grande consommation.

Le blé a été la première culture concernée par cette application. Chaque année l'exploitant reçoit 5 cartes entre février et mai, lors des différentes étapes critiques de la culture, pour adapter son action.

Après la semence, l'image du champ vu du ciel permet de vérifier où la culture a pris et où elle a échoué. Plus tard, on peut estimer si le rendement sera bon. Une indication de la qualité est aussi donnée. Selon le verdict, le blé servira au boulanger ou à nourrir les animaux.

## Les balises Argos Attitude Reckoning through Ground Observable

Signals

Avec les balises **Argos**, les biologistes suivent les animaux à la trace...

Ce système, en pratique depuis 1978, sert à mettre en place des mesures de protection des animaux dans leur milieu (conservation des espèces menacées, les grandes voies migratoires d'espèces en voie de disparition), mais aussi à la navigation ou à la pêche et, surtout, à l'étude des océans.

Le système Argos permet de repérer un animal, que l'on a d'abord équipé d'un émetteur, quelle que soit sa position. Un satellite capte les messages de cet animal qui sont ensuite renvoyés au scientifique en charge du programme n'importe où dans le monde en moins de vingt minutes. On étudie ainsi toute la vie quotidienne de ces animaux dans le monde qui les entoure:

- Les déplacements des espèces et les migrations,
- la recherche de nourriture et les habitats,
- les différents comportements selon les saisons et l'environnement.

Chaque année, près de 3000 animaux sont équipés d'un émetteur et étudiés : des cigognes, des phoques, des tortues de mer, des aigles, des baleines...

## Les inventions d'aujourd'hui, ou les transferts de technologies

### Transferts de technologies

De nombreuses inventions de notre quotidien résultent de la conquête de l'espace.

À l'Agence Spatiale Européenne (ESA), un programme de transfert de technologie favorise les nouvelles applications et la circulation des connaissances entre États Membres. Ce programme dépend de l'ESTEC (Centre Européen de Recherche et Technologie Spatiale) aux Pays-Bas. Les expérimentations appelées à se développer et à être commercialisées en cas de succès, concernent tous les domaines. De l'environnement aux loisirs en passant par la sécurité ou la santé, bon nombre de recherches sont lancées : nouveaux textiles, voitures vertes, scanners ultra-performants...

### Le Soleil source d'électricité

Les effets de la lumière sur des matériaux semi-conducteurs permettent la transformation de l'énergie solaire en énergie électrique, c'est l'effet photovoltaïque. L'industrie spatiale s'est emparée de cette découverte datant du XIX<sup>ème</sup> siècle pour alimenter les satellites. Aujourd'hui, cette énergie renouvelable est une priorité et on trouve désormais des panneaux solaires sur des maisons, des calculatrices et des chargeurs de voiture,...



## Equipement spécialisé

Lors d'une sortie dans l'espace, l'astronaute est empaqueté de la tête aux pieds. Sa tenue protectrice se termine par des gants très épais. Un système a donc été inventé pour éviter la condensation de l'humidité due à la chaleur corporelle ; ainsi pas de buée ! On retrouve aujourd'hui ce système, destiné à l'origine aux membres des capsules Apollo, sur des lunettes de ski.

Les tenues des astronautes conçues pour résister aux rayons du Soleil ont également inspiré des nouvelles tenues pour faire face au feu, avec textile innovant et système de refroidissement intégré.

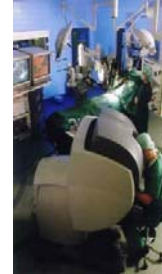
## Un matériau à mémoire pour de belles dents

Les matériaux à mémoire de forme, comme le nitinol (un alliage de nickel et de titanium), ont la propriété étonnante de toujours retrouver la forme qu'on leur a donnée à l'origine même après avoir été pliés, tordus, etc.

Utilisés dans l'aérospatiale, ils servent à fabriquer des charnières de satellites ou des antennes qui sont pliées au lancement et se déploient dans l'espace.

L'orthodontie en a trouvé une application intelligente qui permet aux appareils dentaires d'exercer une traction continue sur les dents. Les alliages à mémoire de forme servent aussi aux agrafes pour réduire des fractures, ils équipent également les paires de lunettes parmi de nombreuses autres applications.

## La médecine transformée par l'espace



L'envoi des premiers hommes dans l'espace, a contribué à la naissance de services de santé à distance : télémedecine, téléconsultation, téléexpertise.

On peut désormais dialoguer avec un médecin et lui envoyer des images grâce aux satellites de télécommunications pour obtenir un diagnostic. La télémedecine peut aussi venir en aide aux équipes d'urgence déployées sur les lieux d'une catastrophe.

La téléconsultation a de nombreuses applications dans les urgences telle que la prise en charge des malades et le dialogue entre les médecins à distance (plusieurs spécialistes peuvent "voir" un même patient sans le déplacer), on l'appelle alors téléexpertise.

L'agence spatiale française, le CNES, a encouragé le développement de la Station portable de télémedecine. Elle se compose de divers éléments (appareil photo numérique, ordinateur, GPS, brassard de tension automatique, tests de glycémie, etc...) et donne donc accès à la téléconsultation.

## De la Préhistoire à nos squelettes

C'est pour étudier la perte de masse osseuse des astronautes que la médecine spatiale a mis au point le scanner XtremeCT. Ce scanner spatial peut analyser très finement - et sans faire de prélèvement - la structure osseuse des individus.

Le scanner a permis l'analyse de fossiles vieux de 2 millions d'années en évitant leur destruction. En comparant la densité et la structure de zones osseuses des mâchoires de deux australopithèques d'Afrique du Sud, il a été possible de situer ces espèces dans notre arbre généalogique.

Ce scanner pourrait ouvrir de nouvelles perspectives pour la prévention et le traitement de l'ostéoporose qui provoque chaque année de nombreuses fractures et touche près d'une femme sur deux.

## L'airbag, objectif sécurité

L'airbag est un sac gonflable qui se déploie instantanément pour protéger conducteur et passager en cas de choc frontal dans une voiture.

Des capteurs mesurent les accélérations et les décélérations du véhicule et les transmettent à un microprocesseur. Quand le microprocesseur reconnaît l'impulsion d'un choc, il commande une explosion de gaz qui gonfle l'airbag.

Le type de capteurs présents dans l'airbag équipaient auparavant les satellites afin de les orienter. Quant à l'explosion contrôlée, elle s'inspire directement de l'explosion qui libère Ariane V de son pas de tir.

## Voitures du futur

Les techniques de l'espace sont adaptées à l'automobile de compétition avant de voir le jour sur les voitures de série. On peut espérer des réservoirs légers en titane, une isolation inspirée des moteurs d'Ariane, ou encore une consommation largement revue à la baisse.

Le prototype de la "voiture verte" nous donne une idée des progrès à venir. Elle roule au GPL et est lubrifiée à l'huile de tournesol. Au total, elle emprunte quatre technologies aux programmes spatiaux pour améliorer la sécurité et réduire les risques liés au feu et à ses effets. Tout cela ne l'empêche pas d'atteindre 315 km/h. Son boîtier utilise le signal EGNOS (le premier service européen de navigation par satellite, préparatoire à Galileo) pour déterminer la vitesse, l'accélération et la position de la voiture en temps réel. Quant à la voiture solaire Nuna, sa structure est renforcée avec des matériaux développés pour les satellites afin de résister aux météorites. Elle est également recouverte de photopiles identiques à celles des satellites.

## Les trouvailles de demain

Chaque point d'un objet touché possède une signature ondulatoire unique. Il suffit donc de lui associer une action à effectuer et n'importe quelle chaise, table, mur, fenêtre peut devenir un tableau de commande...

Un bouton dessiné sur le mur pourra allumer la lumière ou permettre d'écouter un mp3...

## La course au tourisme spatial

3 sociétés occupent le terrain : **Space Adventures**, **Virgin Galactic** et **EADS Astrium**.

Le leader mondial des expéditions spatiales privées, **Space Adventures**, a été créé en 1998. Il propose des vols spatiaux de tourisme en collaboration avec l'Agence spatiale fédérale russe (FKA).

A ce jour, Space Adventures comptent 6 touristes de l'espace :

- **28 avril au 6 mai 2001** : Dennis Tito.
- **25 avril au 5 mai 2002** : Mark Shuttleworth.
- **1<sup>er</sup> au 11 octobre 2005** : Gregory Olsen qui aurait payé 20 millions de dollars.
- **18 au 29 septembre** : Anousheh Ansari, première femme touriste de l'espace, américano-iranienne, à bord de la mission Soyouz TMA-9 pour une durée de 10 jours dans l'ISS.
- **7 au 20 avril 2007** : Charles Simony pour un montant de 25 millions de dollars a participé au vol Soyouz TMA-10 en direction de l'ISS.
- **13 octobre 2008** : Richard Garriott, participant au vol Soyouz TMA-13.

### Virgin Galactic

La société Virgin Galactic de Richard Branson, créée en 2004 propose quant à elle un vol parabolique à plus de 100 km d'altitude à partir de 2008, à bord d'avions spatiaux de type **SpaceShipTwo** (sur les bases du légendaire Space Ship One de l'entreprise Scaled Composites), pouvant emporter 7 passagers payant dans un premier temps 200 000 dollars la place. Le prix devrait baisser vers les 30 000 à 40 000 dollars si le succès est au rendez-vous pour 3 à 4 minutes en apesanteur.



Space Ship One en vol  
Source : Rokits XPrize gallery

### EADS Astrium

La société EADS Astrium a dévoilé le 13 juin 2007 son projet de tourisme spatial. Le premier vol pourrait avoir lieu en 2012. Un avion-fusée conçu par Astrium permettra à quatre passagers d'atteindre une altitude de plus de 100 km pour observer la Terre et expérimenter l'apesanteur, pour un coût se situant entre 150 000 et 200 000 euros par personne. La durée du vol sera d'environ une heure et demie.

## BIBLIOGRAPHIE

### JEUNESSE

- **La conquête spatiale racontée aux enfants**  
Olivier de Goursac, illustrations de Pascal Laye, De La Martinière Jeunesse, 2006.  
A partir de 9 ans.
- **Mon encyclopédie du ciel et de l'espace**  
Collection mes grandes Découvertes, Gallimard Jeunesse, 2008. De 6 à 9 ans.
- **Destination Planète Mars Secrets et mystères de la Planète rouge**  
Didier Jamet, illustrations de Djohr Guedra, collection Science & Vie découvertes, Tana éditions, 2006. De 8 à 12 ans.
- **La conquête spatiale**  
Serge Gracieux et Laurence Salès, collection VOIR LES SCIENCES (inclus un DVD de 100 min), Fleurus, 2007. A partir de 7 ans.
- **L'espace le grand défi**  
Collection BIGB@NG (inclus un cédérom et un site internet [www.bigbang-net.com](http://www.bigbang-net.com)), Hachette Jeunesse, 2004. A partir de 9 ans.
- **L'espace**  
Marie Kolaczek, illustrations de Olivier Latyk et Philippe Mignon, Collection KIDIDOC, Nathan, 2006. De 3 à 6 ans.
- **L'espace et ses secrets**  
Ian Graham, ouvrage en 3 dimensions, Larousse 2007. A partir de 8 ans.

### TOUT PUBLIC

- **La conquête de l'espace**  
Mark Traa, Editions Gründ 2007.
- **L'espace La conquête d'un rêve**  
Claude Carlier, Timée Editions 2007.
- **L'espace les plus belles images**  
Ouvrage réalisé en collaboration avec l'Agence Spatiale Internationale (ESA), Editions de La Martinière, 2005.
- **L'homme sur Mars Science ou fiction ?**  
Charles Frankel, collection Quai des Sciences, Dunod 2007.
- **L'astronomie est un jeu d'enfant**  
Mireille Hartmann, préface de Pierre Léna, Collection Education, Editions Le Pommier.

## PUBLIC AVERTI

- **A la conquête de l'espace De Spoutnik à l'homme sur Mars**  
Jacques Villain, préface de Jean-François Clervoy, Vuibert et Ciel & Espace, 2007.
- **50 ans d'aventure spatiale**  
Philippe Collot, préface de Claudie Haigneré, Editions Michel LAFON 2007.
- **Robert Esnault-Pelterie Du ciel aux étoiles, le génie solitaire**  
Félix Torres et Jacques Villain, préface de Pierre Béty, éditions Confluences 2007.
- **La maîtrise du feu 40 ans de propulsion solide et de composites**  
Félix Torrès, collection DOCAVIA, Editions Larivière, 2004.

## BD

- **La conquête de l'espace**  
Yoshitoh Asari, collection MANGA science, PiKa EDITION, 2005.  
A partir de 9 ans
- **Le jardin de l'espace**  
Violette Le Quéré-Cady, collection Okisé, INRA EDITIONS, 2006.

## REVUES

- **50 ans de conquêtes spatiales**  
Hors-série de Science & Vie , octobre 2007.
- **Spoutnik 1957 La véritable histoire de l'espace**  
Hors-série de Ciel & Espace en partenariat avec le CNES, numéro anniversaire Spécial 50 ans, octobre 2007.
- **A la conquête de l'espace**  
Hors-série Les CLES de l'actualité JUNIOR MILAN Jeunesse.

## SITES INTERNET

- <http://www.cite-espace.com/>

La Cité de l'Espace à Toulouse propose aux petits comme aux grands de découvrir l'espace et toutes les activités spatiales actuelles. En s'immergeant dans des décors très réalistes, en manipulant des équipements interactifs et ludiques, les visiteurs partagent l'aventure spatiale grandeur nature.

- <http://www.esa.int/esaCP/index.html>

Chargée de la coopération internationale, l'ESA présente ses diverses activités, l'actualité du secteur, la liste des centres spatiaux, les manifestations ainsi qu'une galerie d'images consultable par sujets.

- <http://www.cnes.fr>

Présentation des activités et des projets du CNES, l'actualité du secteur aérospatial et ses enjeux industriels.

Une rubrique « Découverte » offre une rétrospective de la conquête spatiale.

La célèbre agence américaine offre des milliers de pages consacrées à la conquête de l'espace et à l'astronomie : actualité, projets, histoire, emploi... .

- <http://www.onera.fr>

Spécialisé dans la recherche aérospatiale, l'ONERA présente ses activités ainsi que l'actualité scientifique : publications, brevets déposés, articles de presse, conférences et séminaires, cours en ligne, images représentatives de ses activités.

- <http://www.gifas.asso.fr>

Le Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales (GIFAS) est une fédération professionnelle qui regroupe 265 sociétés. Actualités, annuaire des adhérents, emplois, chiffres-clés, manifestations et publications.

- <http://www.aerospacevalley.com>

Pôle de compétitivité mondial Midi-Pyrénées et Aquitaine Aéronautique, spatial et des systèmes embarqués. Espace actualité, communication, emploi et presse.

- <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbig/accueil.htm>

Dossier thématique Sagascience « Le Bigbang » propose un voyage dans le temps, de l'explosion primordiale à l'émergence des briques du vivant sur Terre.

- [http://www.citesciences.fr/francais/ala\\_cite/expositions/cosmomania/partenaires.php](http://www.citesciences.fr/francais/ala_cite/expositions/cosmomania/partenaires.php)

Présentation de l'exposition Cosmomania et préparation de la visite. Plan et photos de l'exposition, sélection de documents, conférences en vidéo, spectacle au planétarium...

- <http://www.cieletespace.fr>

Site de la revue, agence photos et radio Ciel et Espace.

Présentation de films (visites guidées), annonce de rencontres et conférences.

- <http://www.asc-csa.gc.ca>

Site de l'Agence Spatiale Canadienne.

- <http://www.solarviewscom/french/homepage.htm>

Ce site propose de parcourir le système solaire, étudier l'histoire de l'exploration spatiale et suivre l'actualité astronomique.

- <http://www.planete-mars.com>

Le site de l'association Planète Mars, section française de The Mars Society, réalisé par des passionnés, foisonne d'images et d'informations sur l'exploration de Mars.

## FILM

### La conquête spatiale

Franck Chaudemanche, C'est pas sorcier, France Télévisions.

Distribution 2006, DVD 105 min

## A découvrir

- <http://www.picdumidi.com>

Site du Pic du Midi dans les Hautes-Pyrénées. Le plus beau panorama des Pyrénées, un musée sur l'astronomie et l'histoire du Pic du Midi. Visite en famille, groupe touristique, sorties scolaires et séminaires d'entreprise.

- <http://www.fermedesetoiles.com>

Site de la Ferme des Etoiles, le Hameau des Etoiles et le Festival d'Astronomie de Fleurance. Découverte de l'astronomie dans le Dôme d'Exploration de l'Univers lors de journées pédagogiques pour les enfants et de stages d'astronomie pour les adultes et les familles.

- <http://www.astronomy2009.fr>

Site coordinateur de l'Année Mondiale de l'Astronomie en France. L'AMA est une célébration globale de l'astronomie et des contributions à la société et à la culture motivée par le 400<sup>ème</sup> anniversaire de la première utilisation de la lunette astronomique Galilée. Programme des activités par régions et des projets labellisés.

- <http://www.planetesciences.org>

Planète Sciences et ses délégations régionales proposent aux jeunes des activités scientifiques et techniques expérimentales dans le cadre des loisirs et du temps scolaire. Les relais en Aquitaine sont Lacq Odyssée, l'AJSEP et Cap Sciences.

- <http://www.afanet.fr>

Site de l'Association Française de l'Astronomie. Agenda des manifestations, rganisations de la Nuit des Etoiles (tous les ans en août) et des Rencontres du Ciel et de l'Espace, Annuaire des clubs d'astronomie et des planétariums.