

« L'Homme parviendra à s'arracher à la Terre, à prendre possession de son domaine solaire... Puisse-t-il alors élever son cœur à la hauteur de son savoir ! »



Alexandre L'ANATOV

Astronome et ingénieur soviétique russe

1 Technologue, Antoine FAYAT, 1959

1961_FRANCE

Création du CNES, agence spatiale française

1969_USA

Neil ARMSTRONG marche sur la Lune (mission Apollo 11)

1982_FRANCE

Jean-Loup CHRISTENSEN, 1^{er} astronaute français

1975_USA

Lancement de Viking 1, 1^{re} images du sol martien

1965_FRANCE

1^{er} satellite français (S2 105 RAO) lancé par SOUZOUKA

1979 EUROPE

1^{er} lancement d'Ariane 1

1986_FRANCE

Lancement de SPOT 1, 1^{er} satellite français d'observation de la Terre

1999 EUROPE

1^{er} vol commercial d'Ariane 5

1998 MONDE

Lancement du 1^{er} module de l'ISS, Station Spatiale Internationale

1990_USA

Hubble, 1^{er} télescope spatial
Lancement et maintenance grâce à la navette

2002_USA

2^{es} hommes en espace, 1^{er} rendez-vous en 1917 et le 1^{er} départ européen en spatiale privée

2003_USA

Lancement des premiers satellites Spirit et Opportunity

2016 EUROPE

Mise en service du système de positionnement Galileo

2016 EUROPE

1^{re} mission dans l'ISS de Thomas PESQUET, 10^{es} astronaute français

2018 CHINE

Chang'e 4, 1^{er} atterrissage sur la face cachée de la Lune



2006 EUROPE

Lancement du 1^{er} satellite météorologique de la famille MetOp

2014 EUROPE

Atterrissage de Philae sur la comète « Chury » (mission Rosetta)

2020_USA

Lancement de Mars 2020 avec le robot Perseverance

2030

Encore plus d'espace au quotidien ?

Où commence L'ESPACE ?



Un horizon indéfini

Plus un bruit. Plus une odeur. Une profonde obscurité. L'espace est un environnement perturbant. La principale raison : l'absence d'air. Car la lumière que nous voyons sur Terre n'est que le fruit d'une interaction entre le rayonnement du Soleil et notre atmosphère. Sans cette dernière, seule l'obscurité reste, et s'amplifie à mesure que l'on s'éloigne du Soleil, tandis que les températures chutent.

4 années-lumière

40 000 000 000 000 km

Proxima du Centaure, l'étoile la plus proche du Soleil

150 000 000 km Soleil

380 000 km Lune

36 000 km Orbite géostationnaire

700 km Pléiades

Limite conventionnelle de l'espace

80 km Étoiles filantes

50 km

30 km Ballon stratosphérique

11 km Avion

8 km Mont Everest

0 km

Exosphère
100 km

Thermosphère

Mésosphère

Stratosphère

Les 50 premiers km
d'altitude contiennent **99,9%**
des gaz de l'atmosphère.

EN SAVOIR PLUS

L'espace est-il vide ?

Entre les étoiles, les galaxies et autres objets célestes, le vide n'est pas vide. Il est rempli de gaz, de plasma, de rayonnement électromagnétique, de particules chargées, mais surtout par des rayonnements électromagnétiques, comme la lumière des étoiles, les ondes radio, etc.

Comment décolle UNE FUSÉE ?



Vitesse d'éjection 4 200 m/s

Le principe d'action-réaction

Le moteur-fusée éjecte une importante quantité de gaz, à très grande vitesse. La fusée est alors propulsée vers le ciel. Sa vitesse augmente rapidement sous l'effet de la poussée.

Les moteurs de fusées

Les moteurs à ergols liquides sont les plus fréquents. Ils combinent 2 types d'ergols (des substances chimiques capables de fournir de l'énergie), produisant des gaz d'éjection à une température proche de 3 500 °C. Un déluge d'eau refroidit le pas de tir et limite les vibrations.

Moteur VULCAIN 2, ARIANE 6



Débit 320 kg/s

EN SAVOIR
PLUS

Formule de la poussée
 $F = Q \times V_e$

COMMENT quitter la Terre ?

28 000 km/h

La satellisation

Quand on lance un objet, il tombe sur le sol, attiré par la Terre (loi de la gravitation). Plus on le lance fort, plus il va loin. Il faudrait lancer cet objet à 28 000 km/h pour qu'il puisse être satellisé autour de la Terre ! Soit près de 90 fois la vitesse du TGV.

La trajectoire de l'engin spatial est déterminée par l'orientation du dernier étage du lanceur, son altitude et sa vitesse au point d'injection. Si la vitesse est inférieure à 28 000 km/h, l'engin retombe sur Terre. Si elle est supérieure, il est mis en orbite. Mais au-delà de 40 000 km/h, il quitte l'orbite terrestre.

Orbite basse (200-2 000 km) = LEO [Low Earth Orbit]



Orbite géostationnaire (36 000 km) = GEO [Geostationary Orbit]

Le satellite tourne dans le plan de l'équateur à la même vitesse angulaire que la Terre sur elle-même. Il reste immobile dans le ciel pour un observateur terrestre.



Trajectoire interplanétaire

EN SAVOIR PLUS

Les orbites
Ces engins spatiaux suivent une trajectoire précise : une orbite. Elle est contrôlée par son altitude, point de lancement et son inclinaison par rapport au plan de l'équateur.

Si le mot « fusée » est très souvent utilisé, on parle plutôt d'un « lanceur » pour placer des satellites en orbite, transporter des équipages ou envoyer des sondes dans l'espace.

Quitter la Terre

KOUROU et les lanceurs européens

UNIVERS • SYSTÈME SOLAIRE • TERRE
AUTOMATON

Véga C
Lanceur léger européen

MAJEU : 230 tonnes
TAILLE : 33 mètres
CHARGE UTILE :
- 2 satellites en orbite basse



UNIVERS • SYSTÈME SOLAIRE • TERRE
AUTOMATON

ARIANE 5
Lanceur moyen européen

MAJEU : 30 tonnes
TAILLE : 52 mètres
CHARGE UTILE :
- 21 tonnes en orbite basse
- 9,5 tonnes en GTO



UNIVERS • SYSTÈME SOLAIRE • TERRE
AUTOMATON

ARIANE 6 - 62
Lanceur moyen européen
développé en collaboration avec
NASA - 230 tonnes

TAILLE : 62 mètres
CHARGE UTILE :
- 16 tonnes en orbite basse
- 8,5 tonnes en GTO



UNIVERS • SYSTÈME SOLAIRE • TERRE
AUTOMATON

ARIANE 6 - 64
Lanceur lourd européen
développé en collaboration avec
NASA - 330 tonnes

TAILLE : 67 mètres
CHARGE UTILE :
- 21 tonnes en orbite basse
- 14,5 tonnes en GTO



Les principales bases de lancement dans le monde



Le lanceur européen du futur

Le défi actuel est de créer un lanceur réutilisable, Ariane Next. Des démonstrateurs permettant d'en tester toutes les innovations sont en préparation : Callisto (2022) et Thémis (2025) avec son nouveau moteur réutilisable à bas coût Prometheus.

EN SAVOIR PLUS

Vers une réduction du coût du lancement
Le lancement du marché des lanceurs continentaux européens à bas coût pour le marché compétitif. Avec Ariane 6, lanceur européen en pleine phase de développement, on pourra à terme réduire le coût de lancement de 30% par rapport à Ariane 5.

Quitter la Terre

Les 25 PREMIÈRES MINUTES !

Les phases d'un lancement

Au fur et à mesure de son vol, la fusée s'allège. Pour améliorer ses performances, elle largue les étages devenus inutiles. À la fin de la combustion du dernier étage le satellite est séparé et placé sur l'orbite souhaitée.



Le moteur Vulcain de l'étage principal s'allume. Deux secondes plus tard, les propulseurs à poudre se déclenchent : Ariane 5 décolle.



2 min

La fusée largue ses propulseurs à poudre.

60 km
5 000 km/h



3 min

La coiffe est larguée car le satellite n'a plus besoin de protection.

100 km
6 000 km/h



8 min

Allumage du moteur Vinci de l'étage supérieur. Ce nouveau moteur est réallumable selon le besoin.

250 km
15 000 km/h



25 min

Largage de l'étage supérieur au point d'injection puis orientation et séparation du satellite. C'est la fin de la mission du lanceur.

700 km
27 000 km/h



Centre de contrôle Jupiter

EN SAVOIR PLUS

Un morceau de fusée peut-il nous tomber sur la tête ? La trajectoire des débris est complexe et difficile à prédire. Ils peuvent être dangereux pour les avions, les navires, les satellites, les astronautes, les avions spatiaux et les personnes dans l'espace.

Satellite de télécommunication EUTELSAT

Des satellites par milliers !

Un satellite, défini par sa charge utile et sa plateforme, embarque tous les éléments nécessaires pour mener à bien sa mission. Celle-ci détermine l'orbite sur laquelle il défile. Il reste en contact avec les stations terrestres, appelées « segment sol », indispensables à son bon fonctionnement.

Panneaux solaires

Instrumentation

Senseurs stellaires

Segment sol

EN SAVOIR PLUS

Un satellite, c'est :
- 2 à 30 ans de mission (développement, lancement, opération et maintenance)
- 2 à 10 ans de développement (étude, conception, réalisation)
- 2 à 10 ans d'opération
- un budget de plusieurs centaines de millions d'euros

LA CHARGE UTILE

- Instrumentation
- Chaîne de traitement des données

LA PLATEFORME

- Structure
- Système d'alimentation électrique (panneaux solaires, batterie)
- Système thermique (revêtements isolants, calorifères, chaufferettes)
- Système de contrôle d'attitude et d'orbite (senseurs stellaires, actionneurs, propulsion)
- Calculateurs de bord
- Système de communication bord-sol (antennes)

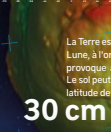
LA TERRE est-elle vraiment ronde ?

Sonder notre planète

En mesurant très précisément le champ de gravité, les satellites de géodésie scrutent la forme de la Terre. Les anomalies détectées sont l'empreinte des plaques tectoniques qui se chevauchent.

Représentation du champ de gravité terrestre

Hauteur du géoïde (m)



La Terre est déformable : l'attraction de la Lune, à l'origine des marées océaniques provoque aussi des marées terrestres. Le sol peut se soulever jusqu'à 30 cm à la latitude de la France !

30 cm

Les cartes géodésiques obtenues améliorent la précision des mesures dans les domaines de l'océanographie, de l'hydrologie et de la glaciologie. Elles sont très utiles pour suivre l'évolution des changements climatiques et des phénomènes géologiques.

Hauteur d'eau équivalente (mm) Année

Antarctique vu par GOCE



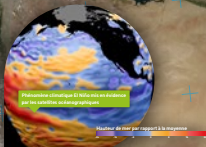
Épaisseur banquise arctique - mars 2019 vu par Cryosat

Épaisseur (m)



Le champ de gravité
 La géométrie des continents implique des pics. La géométrie des océans implique des variations de densité. Les satellites GOCE ont permis de mesurer le champ de gravité de la Terre avec une précision inédite.


EN SAVOIR PLUS



Notre planète sous surveillance

Sur 50 variables climatiques essentielles, 26 sont mesurables uniquement grâce aux satellites. Leurs données globales, précises et régulières sur l'atmosphère, les océans et les terres émergées sont intégrées dans des modèles numériques. Le but : comprendre le climat, prévoir ses évolutions et parvenir à des accords internationaux nécessaires à la protection de l'environnement.

Parmi les types d'instruments permettant de surveiller la Terre, on trouve le laser du satellite Calipso. Celui-ci sert à mesurer la concentration de particules fines dans l'atmosphère. L'instrument IASI, à bord du satellite météorologique MetOp, surveille la pollution dans l'atmosphère jusqu'à environ 5 km d'altitude. Le spectromètre imageur du satellite Sentinel-5P mesure certains composants atmosphériques encore plus près du sol, comme la concentration d'un polluant majeur : le dioxyde d'azote ou NO_2 .

Variation de pollution au dioxyde d'azote entre le 1^{er} janvier 2020 et le 14-25 mars 2020

Carte troposphérique NO_2



Mars 2020



EN SAVOIR PLUS

MicroCarb et Merlin

Parmi nos nouveaux satellites, le satellite MicroCarb, qui observera les concentrations atmosphériques de CO_2 , et Merlin qui mesurera les concentrations de méthane, se distinguent par une précision inédite. Le but : localiser les puits et les sources de méthane de nos gaz à effet de serre.

+43 cm en 2100

Élévation minimale
du niveau moyen des océans



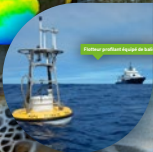
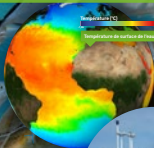
Satellite CFOSAT

Mesurer les océans

Les satellites altimétriques, comme Jason, SWOT, CFOSAT ou Sentinel-3, mesurent le niveau des océans, voire des vagues, au millimètre près. Ils alertent sur les dangers de submersion de certains territoires côtiers. Les données de ces satellites alimentent aussi les modèles de circulation océanique liée aux différences de températures et de salinité. Ces modèles montrent par ailleurs le rôle régulateur des océans sur le climat.

Le système Argos pour l'environnement

Plus de 20 000 balises Argos contribuent au suivi des bateaux de pêche ou encore à l'étude des déplacements d'animaux marins. Le système de suivi Argos comprend également un réseau de 4 000 « flotteurs profilants », sortes de bouées autonomes, références locales pour les modèles océanographiques. Le système Argos, basé sur un réseau de satellites, est opérationnel depuis 1978.



Flotteur profilant équipé de balise Argos



EN SAVOIR PLUS

L'altimétrie par satellite mesure des hauteurs par télédétection. Elle donne une carte en relief de la surface des océans. Elle renseigne sur la circulation océanique, la hauteur des vagues, l'angle de la houle et la vitesse des vents.

Mieux gérer LES TERRES ÉMERGÈES

Chaque seconde,
l'équivalent en forêt d'un terrain de football disparaît.

Énergies, eau, terres cultivables

Les ressources sont finies alors que la demande des populations croît. Les satellites d'observation de la Terre, optique ou radar, collectent des informations pour suivre l'évolution des ressources en eau, l'occupation des sols, la déforestation, l'aménagement du territoire ou la perte de biodiversité.

Des satellites comme Pléiades, Spot 7, Venus ou Sentinel-1 et 2 sont utilisés pour rationaliser les pratiques agricoles au bénéfice de l'environnement. Le satellite européen Biomass doit quantifier la masse végétale des forêts tropicales afin de mieux comprendre le cycle de carbone sur Terre.

Jérusalem vue par le satellite Venus en août 2017

Densité du mangrove tigre dans l'agglomération moustérienne en juillet 2016

EN SAVOIR PLUS

Les Capteurs optiques des satellites d'observation comme Pléiades à différentes longueurs d'onde et Sentinel-1 et 2 ont une capacité à voir à travers les nuages. La mesure de la hauteur des arbres permet de quantifier la biomasse des forêts tropicales.

Les satellites face aux CATASTROPHES majeures

En 20 ans,

650 activations

de la Charte « Espace et catastrophes majeures »
depuis sa création en 2000



Contribuer aux secours

Grâce à l'imagerie satellitaire, les sécurités civiles interviennent plus efficacement lors d'événements météorologiques destructeurs, de tremblements de terre, d'incendies ou d'accidents industriels majeurs.

Une charte internationale

Créée à l'initiative du CNES et de l'ESA, la Charte « Espace et catastrophes majeures » est signée par 17 partenaires dont 15 agences spatiales. Ils mettent à disposition gratuitement leurs moyens spatiaux en cas d'urgence. Parmi les soixantaine de satellites disponibles, les satellites Pléiades, particulièrement agiles, sont très souvent sollicités.

Dégâts aux Bahamas après l'ouragan Irma en 2017

Incendie dans la région de Rafina (Grèce) en 2018

EN SAVOIR PLUS

Les satellites de télédétection sont utilisés en situation d'urgence ou d'urgence pour la reconnaissance (sites aux équipes d'intervention sur les lieux d'une catastrophe).

Plus de 40 %

de satellites de télécommunications
et de navigation

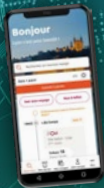
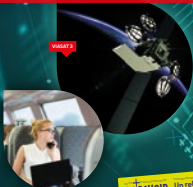


Data et mobilité

Les télécommunications et les flux de données sont au cœur de l'innovation et du développement de services toujours plus connectés : internet, télévision haute définition, mobilité, objets connectés. Les satellites couvrent des zones isolées, en mer comme sur terre, et ouvrent de nouvelles perspectives aux citoyens mobiles.

Télécommunications spatiales en pleine effervescence

Les nouveaux usages entraînent un investissement massif dans le très haut débit, pour la transmission d'images et de données. De petits satellites sont conçus pour créer des méga-constellations en orbite basse, adaptée à l'Internet des objets.



EN SAVOIR
PLUS

Un relais dans l'espace

Les satellites de télécommunication amplifient et relayent les signaux radio. Ces satellites sont placés sur l'orbite géostationnaire, et peuvent également servir en grand nombre sur des orbites plus basses. Certains méga-constellations sont composés de centaines de satellites (Iridium, Starlink, OneWeb). Certains méga-constellations sont composés de centaines de satellites (comme Starlink) ou de milliers de satellites, voire même des milliers pour certains haut débit (comme Starlink).

Connaître sa position à 10 centimètres près

GALILEO



Services au quotidien

Le système européen Galileo de positionnement par satellites améliore les performances des services liés au transport, à l'agriculture, aux travaux publics, aux opérations de secours et de datation. Depuis 2019, tout nouveau smartphone est compatible avec les systèmes Galileo et GPS. La Russie et la Chine ont déployé leur propre système : Glonass et Beidou.

Précis comme une horloge

Chacun des satellites Galileo embarque horloges atomiques, émetteur et récepteur radio. Quatre satellites suffisent à définir la position d'un objet et la référence de temps. La précision des positions après correction des éléments perturbateurs comme l'atmosphère est de l'ordre de 10 cm !

Galileo est un service européen fondé sur un réseau de stations terrestres et de satellites géostationnaires. Il améliore la précision du GPS pour qu'il puisse être utilisé par les applications qui demandent de très grandes précisions et fiabilités (automobile commerciale par exemple).

Véhicule autonome



Projet Grand Paris



EN SAVOIR PLUS

Mais comment cela marche ?

L'utilisateur est doté d'un récepteur, qui communique avec les satellites et mesure leur temps et position. Ce récepteur reçoit les signaux des satellites et mesure leur temps et position. Chaque signal, qui lui permet de calculer sa position et la mesure de son temps. Chaque signal, qui lui permet de calculer sa position et la mesure de son temps. Chaque signal, qui lui permet de calculer sa position et la mesure de son temps. Chaque signal, qui lui permet de calculer sa position et la mesure de son temps.

DÉFENSE : indispensable Espace



Tombouctou (Mali) vu par le satellite Périadeo

Défense et sécurité

L'espace est plus que jamais un enjeu stratégique pour la sécurité internationale. Les systèmes spatiaux sont indispensables pour assurer des missions de télécommunications, d'observation d'écoute et de recherche et sauvetage, à l'échelle de la planète et par tous les temps.

En France, une Armée de l'Air et de l'Espace

Au sein de cette armée, le Commandement de l'Espace dispose de satellites de communication (Syracuse 4, Athéna-Fidus), d'observation (Hélios, CSO) et d'écoute électronique (ELISA, CERES) pour accompagner les militaires dans leurs missions sur les théâtres d'opération.



Satellite CSO

EN SAVOIR PLUS

Un programme européen de défense

Membre d'un programme de développement de capacités d'observation spatiale et radar. Au sein de ce programme, la France a développé les satellites CSO (satellites de surveillance spatiale) et les satellites ELISA (satellites d'écoute électronique). Ces satellites sont développés en collaboration avec les satellites radar Star-Light et Cassini-Satima.

COLLISION dans l'espace ?

34 000 objets de plus de 10 cm au catalogue



Satellites en orbite terrestre

Un espace de plus en plus encombré

La principale zone de débris spatiaux se situe en orbite basse entre 700 et 1 000 km. En 2020, on dénombre 34 000 objets de plus de 10 cm et 900 000 objets entre 1 et 10 cm. Étages de lanceurs, satellites en fin de mission, débris provenant d'explosions ou de collisions, tous ces objets constituent une véritable pollution spatiale.

Mais que fait la « police de l'espace » ?

Avec le temps, et le développement des méga-constellations notamment, les risques de collisions se multiplient. Chaque année, les opérateurs spatiaux doivent procéder à de nombreuses manoeuvres d'évitement de satellites. Si des études de « nettoyage » de l'espace existent depuis longtemps, elles n'ont pas encore convergé vers la décision d'un programme.

Impact sur le panneau de la navette spatiale Endeavour



Radar GRIVES



La France contribue à l'identification et au suivi des objets spatiaux à l'aide du radar Grives. Il détecte les objets qui survolent la France et une partie de l'Europe à une altitude comprise entre 400 et 1 000 km.





EN SAVOIR PLUS

Un ensemble de recommandations scientifiques, ainsi que la loi sur les Objets Spatiaux, visent à limiter le risque de collision entre satellites en fin de vie des satellites ; certains aménagements pour les satellites en orbite basse ou géostationnaire ont été réalisés ; complètes à plus haute pour les satellites géostationnaires.

De quoi est fait L'UNIVERS ?

95 % de la matière de l'Univers reste encore à découvrir

Voir loin, c'est voir le passé !

Depuis le Big Bang, il y a 13,8 milliards d'années, l'Univers est en expansion. Pour dater un phénomène cosmique, il faut prendre en compte la vitesse de propagation de la lumière jusqu'à la Terre. Les distances s'expriment en années-lumière. L'observation de l'espace le plus lointain, donc le plus ancien, a fait découvrir des milliards de galaxies.

Des satellites, comme Planck récemment, ont démontré l'expansion continue de l'Univers et son accélération.

La Terre tourne autour du Soleil, un système solaire se trouve dans un bras de notre galaxie, la Voie lactée. Celle-ci fait partie d'un groupe local de superamas de galaxies, appelé Laniaïa.

Découvrir l'Univers

Les télescopes spatiaux détectent des rayonnements difficilement observables depuis le sol. Les rayons X et gamma révèlent des événements associés aux trous noirs ou aux explosions d'étoiles comme les supernovae. Les rayons infrarouges et les ondes submillimétriques sont utilisés pour détecter les traces de l'Univers primordial et analyser les zones de naissance d'étoiles.

Télescope spatial James Webb



LES RAYONNEMENTS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Rayons gamma Rayons X Ultraviolet Visible Infrarouge Ondes submillimétriques Micro-ondes Ondes radio

EN SAVOIR PLUS

JWST, Gaia, Euclid : des missions spatiales ambitieuses
Le télescope spatial James Webb (JWST) est destiné à explorer l'immensité de l'univers et à découvrir des planètes habitables. Le satellite Gaia (Gaia) est destiné à cartographier les étoiles de notre galaxie. Euclid (Euclid) est destiné à étudier la matière noire et l'énergie noire. Ces missions spatiales sont des défis technologiques et scientifiques majeurs. Elles permettront de découvrir de nouvelles étoiles et de mieux comprendre l'univers.

Plus de 4 000 exoplanètes déjà découvertes

Des instruments européens à la recherche d'exoplanètes

Des milliers d'exoplanètes, planètes qui gravitent autour d'autres étoiles, ont été découvertes depuis le sol et l'espace depuis 1995. Mais aucune trace de vie ! Le télescope spatial CHEOPS mesure le diamètre des planètes. Après CoRoT qui a achevé sa mission, le satellite PLATO étudiera la structure interne des étoiles et détectera de nouvelles exoplanètes. Enfin, ARIEL analysera l'atmosphère des plus grosses d'entre elles.

Exobiologie

Certaines exoplanètes pourraient ressembler un peu à la Terre. Ce sont de bonnes candidates pour abriter une forme de vie extraterrestre. Cette recherche est un des domaines majeurs de l'exobiologie.

Grâce aux données du télescope spatial Herschel, les scientifiques analysent le contenu des nuages interstellaires où naissent les étoiles. Ils ont découvert de nombreux composés chimiques dont certains seraient indispensables à l'émergence d'une forme de vie.

Satellite PLATO



EN SAVOIR
PLUS

Planètes habitables ?
Peut-être les capitulaires, ces petites exoplanètes en terreux à l'extrême intérieur de l'habitabilité. Avec la bonne atmosphère, elles pourraient permettre à leur contact.

EXPLORER le système solaire



Solar Orbiter

LUNE

De la glace sur la Lune

Température de surface : de -180°C à +120°C

Missions spatiales :
Smart LUNA, Chang'e 1 et 2, Chandrayaan-1
Lunar Orbiter (2007)

Les sondes spatiales

De nombreux pays coopèrent pour les missions d'observation du Soleil ou d'exploration des corps célestes (planètes ou lunes par exemple). Les missions d'exploration sont variées, du simple survol à la mise en orbite, au largage, à l'atterrissage d'un robot et au retour d'échantillons.



Surface de Titan, lune de Saturne

La meilleure trajectoire

Pour obtenir des trajectoires qui couvrentent le système solaire, il est possible de profiter de l'assistance gravitationnelle des corps célestes. C'est l'effet de tirage, lorsqu'un vaisseau spatial est propulsé par un vaisseau. Cela modifie leur direction et augmente leur vitesse.

EN SAVOIR PLUS

COMÈTES

Missions spatiales :
Rosetta (lancé en 2003), avec un atterrisseur Philae sur Chury en 2014

ASTÉROÏDES

Missions spatiales :
Dawn (lancé en 2007), avec un atterrisseur sur Vesta en 2011
Hayabusa 2 (lancé en 2014)

PLANÈTES NAINES

PLUTON, CERÈS,
et autres astéroïdes
New Horizons (lancé en 2006),
avec un atterrisseur sur Cérès en 2015

Ceinture de Kuiper

SOLEIL

Nature à elle la plus proche
Température de surface : +5500°C
Diamètre : 1,4 milliards de km
Missions spatiales :
SOHO, Parker Solar Probe, Solar Orbiter

MERCURE

Pas d'atmosphère
Temps de voyage : 6 à 7 mois
Température de surface : de -180°C à +420°C
Missions spatiales :
Messenger (lancé en 2003 et mis en orbite en 2011)
BepiColombo (lancé en 2018 et mis en orbite en 2025)

VÉNUS

Planète la plus chaude, +480°C
Temps de voyage : 3 mois
Missions spatiales :
Magellan (1989), Venus Express (2006), BepiColombo (lancé en 2018),
Venus Eddy Probe (2025)

TERRE

Elle est à elle 75% de sa surface est couverte par des océans qui réfléchissent la chaleur du soleil.
Ce n'est pas le fait d'être l'unique qui attire la sonde de Galileo.

MARS

Missions temporelles de présélection
Temps de voyage : 6 à 9 mois
Température de surface : de -120°C à +20°C
Missions spatiales :
Mars Express (2003), Mars Science Lander (2012),
Mars 2020, Perseverance et Ingenuity, Mars 2025, Phoenix

Ceinture d'astéroïdes

JUPITER

79 satellites dont 67 sont et son atterrisseur sur surface
Temps de voyage : 2 à 7 mois
Température : -140°C
Missions spatiales :
Juno (lancé en 2011 et mis en orbite en 2016)

SATURNE

82 satellites dont 14 sont en orbite au lieu de millions
Temps de voyage : 1 à 7 ans
Température : -140°C
Missions spatiales :
Cassini-Huygens (lancé en 1997, atterrisseur de Huygens en 2005),
Dragonfly (2028 ans 2034)

URANUS

Descente sur Uranus, une planète four à leur sans pilotes au Soleil
Temps de voyage : 9 ans
Température : -210°C
Missions spatiales :
Ulysses (1990)

NEPTUNE

Planète bleue car son atmosphère est composée de méthane
Pas satellite Triton possible des visiteurs de glace
Temps de voyage : 12 ans
Température de surface : de -210°C à -230°C
Missions spatiales :
Voyager 2 (lancé en 1976)

Des traces de vie SUR MARS ?

2050 ?

C'est la date à laquelle l'Homme pourrait survoler le sol martien

De l'eau sur Mars

Depuis 1960, des sondes ont été envoyées autour ou à la surface de la « planète rouge » pour comprendre la formation du système solaire et chercher la présence de vie ou des traces d'eau.

La présence d'argile est la preuve que de l'eau liquide se trouvait en quantité dans un passé lointain sur Mars. Une forme de vie aurait pu se développer... Peut-être !

Une planète mystérieuse

Mars a connu, à ses débuts, une évolution semblable à celle de la Terre. Tout a changé il y a 3,8 milliards d'années, alors que la vie émergeait sur Terre. Son passé suscite de nombreuses interrogations. Pour y répondre, de nombreuses missions spatiales vers Mars sont programmées. Mais la fenêtre de lancement est courte. Mécanique cosmique oblige, les sondes ne peuvent être lancées que pendant quelques jours tous les 26 mois !

Dunes martiennes

Jezero cratère, site d'atterrissage de la mission Mars 2020

EN SAVOIR PLUS

La participation française aux missions martiennes
Le CNES a effectivement participé à la mission InSight (2018) en fournissant la sismomètre SEIS. Ainsi, l'équipe de la mission Mars 2020 est composée de scientifiques français. Elle est pilotée par le rover Perseverance qui atterrira en 2021 dans le cratère Jezero.

VIVRE dans l'espace ?

6 mois à bord de l'ISS

Un astronaute consacre 50 % de son temps de travail à des expériences scientifiques. C'est l'activité principale avec la maintenance de la station orbitale ISS. Les spectaculaires sorties extra-véhiculaires sont rares : une à deux fois au cours des six mois de mission. Pour combattre les effets de la faible gravité, l'astronaute doit pratiquer, quotidiennement, environ deux heures d'exercices physiques.

Les stations spatiales : une aubaine pour les sciences et les technologies

Médecine, biologie, sciences physiques et des matériaux, mécanique des fluides... Toutes ces disciplines utilisent les stations spatiales (MIR, ISS...) car des expériences impossibles à réaliser sur Terre y sont menées. Pour préparer par exemple les futures missions longues sur la Lune ou vers Mars, des mesures de l'effet des rayonnements cosmiques sont pratiquées en vol.

400 km au-dessus de la Terre

UNIVERS - SYSTÈME SOLAIRE - ISS

AUTOGRAVATION

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

ISS

Préparation pour la mission ALPHI - Thomas PESQUET



PLUS SAVOIR PLUS

Mettez de l'espace DANS VOTRE VIE !

L'espace vous fait rêver ?

Participez à un projet éducatif en classe ou en club avec le CNES !



Une fusée

Concevoir et fabriquer une mini-fusée ou une fusée expérimentale performante, en toute sécurité

Un ballon stratosphérique

Imaginer et réaliser les expériences embarquées dans la nacelle de ballon stratosphérique.

Parabole

Concevoir des expériences pour les tester à bord de l'avion zéro G et mieux comprendre la micropesanteur.

CanSat

Imaginer et réaliser un concept de sondes satellites dans une canette de soda.

Argonautica

Étudier la biodiversité, l'environnement marin et les cours d'eau avec des données satellite.

Calish'Air

Mesurer la qualité de l'air localement, la comparer avec les données des satellites et comprendre l'impact sur le changement climatique.

Imagerie

Comprendre l'impact des activités humaines et des phénomènes naturels à l'aide des images spatiales.

ESERO-France

- Mission X : projet d'éducation à la santé
- AstroPi : projet de codage dans l'ISS
- Moon Camp : conception 3D d'une base lunaire

Pour participer, rendez-vous sur : enseignants-mediateurs.cnes.fr.
Ressources pour les jeunes : www.jeunes.cnes.fr



EN SAVOIR PLUS

Les activités du CNES
Le CNES est l'agence spatiale française chargée de la politique nationale d'investissement la politique spatiale de la France au sein de l'Europe et de la planète en genre