

ITINÉRAIRE FLÉCHÉ VERS DE NOUVELLES ORBITES

Le lancement de Soyouz depuis le Centre spatial guyanais va optimiser les performances du lanceur russe et stimuler les activités de l'Europe spatiale. Arianespace, qui commercialise déjà le lanceur Soyouz pour des lancements depuis la Russie, va tirer profit de la proximité bénéfique de l'équateur. L'Europe de l'espace, elle, saisit l'opportunité de compléter sa gamme de lanceurs. Enfin, fruit d'accords internationaux, la création de l'ensemble de lancement Soyouz s'inscrit dans la logique d'une coopération spatiale franco-russe historique, qui a débuté en 1966.

Equateur, le coup de pouce bienfaiteur

L'opportunité de lancer Soyouz depuis la Guyane tient à une évidence géographique : l'équateur donne naturellement un coup de pouce à la technologie pour les tris vers l'est.

Le Centre spatial guyanais (CSG) est implanté à 5,3° de latitude nord. Plusieurs avantages en découlent. À l'équateur, la vitesse de rotation de la Terre est plus grande (1 662 kilomètres/heure). Cela s'appelle l'effet de fronde. Donc le lanceur bénéficie au décollage d'une vitesse initiale qui lui permet d'emporter une masse de satellite plus élevée. Par ailleurs, avec un lancement depuis la Guyane, les satellites sont placés sur une orbite qui a une inclinaison proche de 5°, ce qui leur évite des manœuvres gourmandes en carburant pour atteindre leur position finale, exactement dans le plan de l'équateur. Situé dans un département dont la densité de population est très faible (2 h/km²), le CSG est bordé par une large façade maritime. De ce fait, il tourne le dos aux zones habitées, limitant ainsi les risques pour les populations. Enfin, abritée des cyclones, raz de marée, séismes... la Guyane bénéficie aussi d'un climat et d'une géologie stables.

Le Cosmodrome de Baïkonour se trouve dans une enclave russe au Kazakhstan, au centre des terres, à une latitude Nord de 45,6°. À cette latitude, la vitesse de rotation de la Terre n'est que de 1 168 kilomètres/heure, le lanceur perd en performance, notamment pour le lancement des satellites géostationnaires. Depuis Baïkonour, Soyouz place sur ces orbites des satellites de 1,7 tonne. Sur de mêmes orbites, s'il décolle de Guyane, le même lanceur peut satelliser une charge utile de 2,8 à 3 tonnes, soit un gain de performance de 50 % ! De plus, les étages de Soyouz retombent sur terre et non en mer, ce qui donne lieu à des contraintes dans le choix des orbites de lancement.

EQUATORIAL BOOST

The reason for launching Soyouz from French Guiana is geographic, as eastward launches get a natural energy boost at the equator.

The location of the Guiana Space Centre (CSG) at 5.3° North confers several advantages. Earth's rate of rotation is faster at the equator (1,662 kilometres per hour), thereby boosting the thrust of launchers at lift-off with what is called a "slingshot effect". This initial boost allows a launcher to orbit heavier satellites. Launches from French Guiana place satellites into an orbit with an inclination near 5°, thus saving fuel by avoiding manoeuvres to reach their final position in the equatorial plane. The CSG site is in a sparsely populated area (two inhabitants per sq.km) with a vast seaboard and with its back to inhabited areas, thus limiting risks. French Guiana also offers a stable climate and geology, safe from cyclones, tsunamis and earthquakes.

The Baïkonour Cosmodrome is in a Russian enclave in the steppes of Kazakhstan, at 45.6° North. At this latitude, Earth's rate of rotation is only 1,168 kph, which brings a performance penalty for launchers, particularly for geostationary satellite launches. From Baïkonour, Soyouz orbits satellites weighing up to 1.7 tonnes; from French Guiana, it will be able to launch payloads into the same orbits of 2.8 to 3 tonnes—a performance gain of 50%. When launched from Baïkonour, Soyouz's spent stages also fall on land rather than at sea, thus limiting the choice of available orbits.

Une minutieuse préparation

Techniquement, le lancement de Soyouz depuis le CSG impose des adaptations du lanceur. La plus importante a concerné la sécurité : la chaîne de neutralisation du lanceur Soyouz a été complétée par un dispositif de sauvegarde européen, le kit sauvegarde Europe (KSE). Commandé par le sol, il permet l'arrêt des moteurs. Mais il a fallu aussi moderniser les chaînes de télémétrie pour la collecte et la numérisation des mesures en vol, conformer émetteurs et antennes avec le système Ariane et le réseau de stations de poursuite aval. Il a fallu ajuster le conditionnement des étages et des composants aux contraintes du transport maritime et terrestre, créer un pontique mobile spécifique, et adapter procédures et outillage pour l'intégration à la verticale du composite supérieur sur le lanceur.

PRECISE PREPARATION

Soyouz launches from the CSG require a number of vital adjustments to the launcher. The most important of these concerns range safety: the Soyouz's abort capability has been strengthened by a European Safety Kit that enables the engines to be shut down. The telemetry systems also had to be upgraded to collect and digitize flight data, transmitters and antennas had to be changed to comply with the Ariane system, and the network of downrange tracking stations had to be extended. Packaging of the stages and components had to be adapted to the constraints of maritime and land transport, a dedicated mobile gantry had to be built and special procedures and tooling developed to mate the upper composite vertically with the launcher.

Soyouz in Guiana New paths to new orbits

Operating Soyouz from the Guiana Space Centre will optimize the Russian launcher's performance and boost business for the European space sector. Arianespace, which already markets Soyouz launches in Russia, will be making the most of the launch base's near-equatorial location, while Europe's space community is grasping this opportunity to round out its range of launch vehicles. At the same time, the new Soyouz launch complex is the product of a long history of cooperation in space between France and Russia that began back in 1966.

PHASE I

Profil de vol des 3 étages Soyouz (en secondes)

Flight profile of the 3 Soyouz stages (in seconds)

1 Décollage 0 : Lift-off

2 Séparation des boosters 118 s
Booster separation

3 Largeage de la coiffe 187 s
Jettisoning of fairing

4 Séparation bloc A / bloc 1 287 s
Block A/Block 1 separation

5 Séparation jupe arrière / bloc 1 322 s
Aft skirt/Block 1 separation

6 Séparation bloc 1 / étage « Fregat » 529 s
Block 1/Fregat stage separation

7 Démarrage du moteur principal « Fregat » 589 s
Start of main Fregat engine

1 Coiffe + charge utile + étage « Fregat »

2 Fairing + payload + Fregat upper stage

3 Bloc 1 / Block 1

4 Bloc A / Block A

5 Boosters

6 Fregat

7 Coiffe / Fairing

Missions et trajectoires, un tandem indissociable

C'est la finalité de la mission qui détermine l'orbite de référence du satellite et la trajectoire pour l'y amener. Si la préparation est longue, la « course-tai » est brève. Du lancement de la fusée à la séparation du satellite, il ne s'écoule pas plus de trente à quarante minutes. Idéalement situé, le Centre spatial guyanais permet d'utiliser indifféremment de nombreuses trajectoires.

MISSIONS AND TRAJECTORIES HAND IN HAND

The satellite mission is what determines its reference orbit and the trajectory to take it there. It takes months of preparation for a very short trip: no more than 30 to 40 seconds from lift-off to satellite separation. With its ideal near-equatorial location, the Guiana Space Centre supports a broad range of launch trajectories.

L'orbite héliosynchrone

Sur cette orbite basse (800 km en moyenne, fortement inclinée à 98°), le satellite tourne autour de la Terre, d'un pôle à l'autre. Survolant en permanence des zones différentes, il passe toujours au-dessus d'un même point terrestre à la même heure solaire locale, afin de garder le même éclairement des images prises par ces satellites. De Guyane, les lancements se font en direction du nord, vers l'océan.

SUN-SYNCHRONOUS ORBIT (SSO)

This is a low-Earth orbit (LEO), at 800 km on average and highly inclined at 98° in which the satellite circles Earth, passing over its poles. The satellite is constantly moving with respect to Earth and passes over the same point on the ground at the same local time so that images are always acquired in the same illumination conditions. From French Guiana, launches into SSO are made in a northward direction, over the ocean.

Pour qui, pour quoi ?
Who uses it and why?

Les orbites SSO sont utilisées pour les satellites d'observation de la Terre, comme Spot ou Helios. Sun-synchronous orbit is used for Earth-observation satellites like SPOT or Helios.

L'orbite géostationnaire

Cette orbite circulaire se situe à 36 000 km de la Terre, au-dessus de l'équateur. Le satellite et la Terre ont alors la même vitesse angulaire de rotation. Le satellite paraît donc immobile, en vertu des lois de Kepler et de Newton. Les lancements sur des orbites géostationnaires depuis la Guyane se font vers l'est, en sens inverse de la rotation de la Terre, l'effet de fronde augmentant la performance du lanceur.

GEOSTATIONARY TRANSFER ORBIT (GTO)

This is a circular orbit at an altitude of 36,000 km above the equator, where the satellite's angular rate of rotation is the same as Earth's. This means the satellite appears stationary to an observer, due to Kepler's and Newton's laws. Launches into GTO from French Guiana are made towards the east, in the opposite direction to Earth's rotation, thus imparting a slingshot effect to boost launcher performance.

Pour qui, pour quoi ?
Who uses it and why?

Les orbites géostationnaires sont principalement utilisées pour des satellites destinés aux services de grand public : météo, télévision, télécommunications, Internet... Les lancements sur ces orbites sont, de loin, les plus nombreux.

Geostationary orbit is chiefly used for satellites delivering consumer services like weather forecasting, television, telecommunications and the Internet. It is by far the most-used orbit.

Les trajectoires atypiques

Elles sont adaptées au coup par coup en fonction des caractéristiques des orbites visées. Ces orbites peuvent varier de quelques centaines à plusieurs milliers de kilomètres d'altitude. Les trajectoires du lanceur sont orientées nord-est, entre les trajectoires GEO et SSO. L'orbite MEO sera celle utilisée pour la constellation Galileo.

ATYPICAL TRAJECTORIES: MEDIUM-EARTH ORBIT (MEO), LOW-EARTH ORBIT (LEO)

These trajectories are adapted to suit the particular characteristics of target orbits. Orbit altitudes may vary from a few hundred to several thousand kilometres. Launcher trajectories point north-eastward, between the trajectories for GEO and SSO. MEO will be used for the Galileo constellation.

Pour qui, pour quoi ?
Who uses them and why?

Ces orbites peuvent être utilisées pour les satellites de navigation (Galileo), les sondes extra-planétaires, les vaisseaux-cargos. L'ATV Johannes-Kepler vient d'être lancé par la 200^e fusée Ariane vers la Station spatiale internationale, à 350 km d'altitude.

MEO and LEO are used for navigation satellites (Galileo), extra-planetary probes and cargo spacecraft. For example, the ATV Johannes Kepler was recently launched on the 200th Ariane flight into the 350-km orbit of the International Space Station.

Stations de réception

De la technique à la géopolitique

Les missions étant de plus en plus complexes, les lanceurs de nouvelle génération programment un nombre croissant d'événements : extinction ou allumage des différents moteurs, séparation des étages, largage des satellites... Le déroulement de chaque phase doit être rigoureusement connu jusqu'à la mise en orbite des satellites. Pour le lanceur, l'événement ultime est la désorbitation du dernier étage, provoquée afin d'éviter d'encombrer l'espace de nouveaux débris. Le moindre incident serait fatal à la mission et au lanceur. Tout au long de la trajectoire, des checkpoints vérifient le bon déroulement du parcours. En relais des moyens guyanais, des stations aval, judicieusement localisées en fonction de la trajectoire, surveillent le lanceur. Celui-ci envoie vers le sol une grande quantité de données. Les stations les reçoivent, les enregistrent et transmettent, en temps réel, via les satellites géostationnaires de communication, les informations les plus importantes au CSG (séparations des satellites et leurs données orbitales). Les zones de visibilité se chevauchent pour éviter la perte d'informations, qui, dans le cas de zone « blanche », sont enregistrées à bord du satellite et transmises à la station suivante. Les stations du réseau de réception de l'ESA, Galliot (Guyane), Natal (Brésil), l'île d'Ascension (Atlantique Sud), Libreville (Gabon), Malindi (Kenya), ont été équipées de logiciels spécifiques pour assurer la surveillance de Soyouz. Mais, en fonction des orbites de lancement, d'autres stations devront être sollicitées pour Soyouz. Elles sont choisies pour leur situation sous les trajectoires définies, mais aussi dans le cadre d'accords de partenariat négociés et conclus avec les agences spatiales auxquelles elles appartiennent ou les gouvernements des pays hôtes. Des moyens mobiles (station complète ou « kit ») sont alors installés dans une station étrangère. Soyouz pourra utiliser les stations de l'île de Jeju (Corée du Sud), de Perth (Australie), de Lucknow (Inde) et Saskatoon (Canada). La STNA (station transportable navale Ariane) est un de ces moyens. Développée par le CNES, elle peut être installée n'importe où, compris sur un bateau en plein océan. Elle assure alors la même mission qu'une station fixe.

TRACKING STATIONS ENGINEERING AND GEOPOLITICS

As missions become increasingly complex, new-generation launchers program an increasing number of events during a flight, such as engine cut-offs and re-ignitions, stage separations and satellite deployments. Each of these phases must be rigorously monitored and controlled until the satellite(s) achieve orbit. For the launcher, the final event in the flight sequence is the de-orbiting of the final stage to avoid cluttering space with new debris. The slightest incident can prove fatal for the mission and its launcher. For this reason, checkpoints are established to make sure that everything goes smoothly. Downrange tracking stations along the launcher's path relay mission control after launch, receiving and recording a wealth of data during the flight and communicating the most important information to the CSG—e.g., satellite separation and orbital parameters—via geostationary satellites. The stations' receiving footprints overlap to avert any loss of data which, if the launcher is outside the coverage zone, are recorded on board the satellite and downlinked to the next station within range. The stations in ESA's network and at Galliot (French Guiana), Natal (Brazil), Ascension Island (South Atlantic), Libreville (Gabon) and Malindi (Kenya) have been equipped with dedicated software for monitoring Soyouz. But other tracking stations will also be required for Soyouz for certain orbits. These stations are chosen because they are located on the defined trajectories and as a result of agreements with the space agencies to which they belong or with the government of the host country. Mobile equipment—a full station or a "kit"—are deployed at the foreign station. Soyouz will thus be able to use the tracking stations on Cheju Island (South Korea) and in Perth (Australia), Lucknow (India) and Saskatoon (Canada). The STNA (transportable naval Ariane station) is an example. Developed by CNES, it can be set up anywhere, including on a ship in mid-ocean, and performs the same mission as a fixed station.