



© CNES/ESA/ARIANESPACE/OPTIQUE VIDEO/CSG/JP. BAUDON

Le pas de tir d'Ariane 5.
The Ariane 5 launch pad.

Le CNES, concepteur d'ensembles de lancement

LILIANE FEUILLERAC POUR LE CNES

En Guyane, la route de l'Espace fait le lien entre la rivière Kourou et les installations du Centre spatial guyanais, aménagées avec vue sur l'océan. Depuis un demi-siècle, la sous-direction de Développement sol du CNES a modelé le paysage. Elle a su aménager avec expertise et clairvoyance des zones de lancement qui garantissent à la Guyane un développement équilibré et à l'Europe son accès autonome à l'espace. À défaut de classes transplantées sur site, les lycéens peuvent faire le voyage entre les lignes des manuels scolaires. En 1^{er}, au programme de géographie, l'étude de cas sur un département et région d'outre-mer (DROM) pourrait mettre la Guyane et son port spatial à l'honneur. Et pourquoi ne pas inscrire les ensembles de lancement au chapitre de l'innovation en France ? Ils y ont toute leur place ! Enfin, toujours en géographie, la construction européenne pourrait amener à considérer le CSG comme exemple de réussite au sein de l'Union européenne. En physique, dès la 2nde, les lycéens pourront évoquer le pas de tir dans la thématique de l'Univers ; l'étude de la trajectoire et de la gravitation universelle est une entrée en matière évidente. Ils pourront aussi évaluer l'intérêt plus particulier de cette base. Elle est une des bases au monde qui exploite le mieux l'effet de fronde¹ dû à la proximité de l'équateur. Enfin, en terminale, « Comprendre, lois et modèles » ouvre idéalement le chapitre pour aborder le mouvement des satellites et des planètes. Alors 5, 4, 3, 2, 1, 0... Feu !



Portrait Profile
Jacques Bertrand
> P. 4

¹ Cet effet, généré près de l'équateur par la rotation terrestre, permet au lanceur de bénéficier de 15 % de gain de performance supplémentaire.

CNES - Launch complex conceptor

LILIANE FEUILLERAC FOR CNES

In French Guiana, the Route de l'Espace runs from the River Kourou to the seaford facilities at the Guiana Space Centre. Over the last half century, CNES's Ground Development Sub-Directorate (SDS) has modelled the landscape and fashioned the launch complexes that guarantee French Guiana's balanced development and Europe's independent access to space. While we can't move classes to the launch base, high-school pupils can learn all about it in their textbooks. In 11th grade, the overseas territory case study in the geography curriculum could focus on French Guiana and its spaceport. And why not look at its launch complexes for the chapter on innovation in France? The CSG could also be studied as an example of the successful construction of the European Union. In physics, 10th graders may touch on the launch pad when studying the Universe, trajectories and the law of universal gravitation. They could also think about the CSG's unique advantages as one of the launch bases that best exploits the slingshot effect¹. Finally, in 12th grade, 'understanding laws and models' is a great place to start when studying satellite and planetary motions. 5, 4, 3, 2, 1... ignition!

¹ Effect generated by Earth's rotation near the equator that gives launchers an extra 15% performance boost.

L'ENSEMBLE DE LANCEMENT EN TROIS QUESTIONS

Un carrefour de métiers

Une base spatiale est une entreprise multi-services où se croisent de nombreux professionnels. On y trouve tout à la fois des métiers classiques, comme ceux du bâtiment, mais aussi des corps de métier plus spécifiques, comme les climaticiens, nécessaires dans le contexte climatique guyanais et dans celui des salles blanches de préparation des satellites. Mécanique, automatisme, hydraulique fournissent aussi des spécialistes pour intervenir sur le portique ou la table de lancement. La mise en œuvre du lanceur, comme les opérations de remplissage en chronologie finale, a besoin de spécialistes en ergols cryotechniques et en essais de mise au point. Enfin, informaticiens, spécialistes en moyens télécoms, en traitement du signal et en moyens radar, météo, de sécurité assurent la supervision du site, la sauvegarde des biens et des personnes et le suivi du lanceur en vol sur toute sa trajectoire.

An assortment of talents - A launch base is a multi-service enterprise combining numerous fields of expertise. These include well-known trades like construction and more specialist ones like heating, ventilating and air-conditioning (HVAC) to cope with French Guiana's climate and for the clean rooms where satellites are prepped. Mechanical, automatic systems and hydraulics engineers are also required on the gantry and launch table. Launch campaign operations, like fuelling during the final countdown, call for specialists in cryogenic fuels and testing. Lastly, IT engineers, telecoms, signal processing, radar, weather and security specialists keep watch over the base, assure range safety and track the launcher as it ascends into space.

Le pas de tir Soyuz. The Soyuz launch pad.

■ Que trouve-t-on sur un ensemble de lancement ?

Un ensemble de lancement est constitué de plusieurs ouvrages. Certains sont dédiés à la supervision des activités, comme le centre de lancement qui coordonne toutes les opérations et permet de piloter à distance et en toute sécurité les installations sol ainsi que le lanceur. Des installations spécifiques s'y trouvent également comme les usines de fabrication des ergols, l'hydrogène liquide (carburant) et l'oxygène liquide (comburant), ce qui évite leur transport depuis l'Europe. Chaque ensemble de lancement comprend des bâtiments dans lesquels est préparé ou assemblé le lanceur. Le pas de tir est doté en général d'une superstructure métallique mobile, le portique. Composé de plusieurs étages, il est utilisé pour les opérations finales, comme l'assemblage de la coiffe et des satellites sur le lanceur.

■ Où se situe le pas de tir ?

Le pas de tir est plus précisément l'aire sur laquelle le lanceur est placé pour être propulsé vers l'espace. C'est un peu sa « piste de décollage ». Chaque famille de lanceur

ayant ses caractéristiques propres, chacune a son pas de tir. Ces installations sont positionnées en bordure de façade maritime. Leur implantation est étudiée de sorte que le lanceur survole la mer sitôt après le lancement.

■ Pourquoi la Guyane a-t-elle été choisie pour implanter les ensembles de lancement européens ?

En 1964, la Guyane a été choisie parce qu'elle cumule les « bons points ». Elle possède une large ouverture sur l'océan, ce qui autorise des lancements vers l'est (orbite géostationnaire) ou vers le nord (orbite polaire). Les lancements au-dessus de l'océan limitent les risques pour les populations, peu denses au demeurant. La proximité de la Guyane avec l'équateur (5,3° de latitude) optimise la vitesse additionnelle du fait de la rotation de la Terre. La topographie de la région offre aussi d'autres atouts, en particulier la possibilité d'installer des moyens de poursuite comme les radars ou les antennes de télémétrie sur les collines environnantes. Enfin, la Guyane est une zone à l'abri des cyclones et des tremblements de terre. Le Centre spatial guyanais (CSG) a été ouvert en 1968.

Launch complex Q&A

What exactly is a launch complex?

A launch complex consists of several facilities. Some of them, like the launch centre, are dedicated to coordinating operations and remotely and safely controlling the ground systems and the launcher itself. Others have specific roles, like the plants where the solid propellants, liquid hydrogen and liquid oxygen are produced, to avoid having to ship them from Europe. Each complex also comprises buildings for preparing and assembling launchers. The actual launch pad usually has a mobile metal gantry with several floors, used for final operations like mating the fairing and satellites with the launcher.

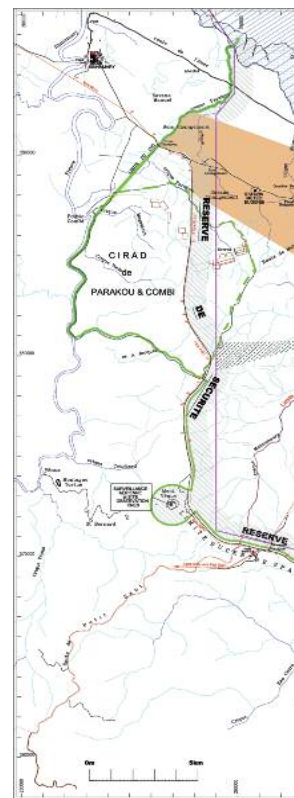
Where is the launch pad?

The launch pad is where the launcher is lofted into space. Each type of launcher has its own characteristics and therefore its own

launch pad. The pad is positioned so that the launcher flies out over the open sea immediately after lift-off.

Why was French Guiana chosen as the site for Europe's launch complexes?

In 1964, French Guiana was chosen because of the many advantages it affords. It offers a broad angle over the open ocean, allowing it to accommodate launches eastward into geostationary orbit and northward into polar orbit. Launching over the ocean further limits the risks to the already sparse population here. Earth's rotation at French Guiana's near-equatorial latitude (5.3° North) gives a maximum boost to the launcher. The region's topography also conferred other advantages such as the ability to site tracking radars and telemetry antennas on high ground in the surrounding hills. Lastly, French Guiana is safe from hurricanes and earthquakes. The Guiana Space Centre (CSG) was opened in 1968.



LE CSG, UN TERRITOIRE DE L'INNOVATION OUTRE-MER

Questions élaborées à partir des documents suivants :

- Carte de ce type (voir avec les droits) : www.capcomespace.net/dossiers/espace_europeen/soyouz_guyane/2001%20carte%20guyane.jpg
- Plan du CSG : document CNES
- Photo tirée de la photothèque : référence P31140_HD.jpg
- Texte tiré de www.cnes.fr

1. Dans quelle mesure le CSG parvient-il à dynamiser le territoire guyanais ?

Dans un territoire ultrapériphérique, une activité de pointe comme celle induite par la présence du spatial est une opportunité immense pour la Guyane. Indépendamment de sa notoriété mondiale pouvant être exploitée à des fins touristiques, le CSG est un pourvoyeur d'emplois directs ou indirects ainsi qu'une source de revenus importante pour les collectivités territoriales. Outre ces retombées directes, le CSG permet une modernisation des infrastructures de transport comme les principales routes ou les installations portuaires (port de Pariacabo). Au début des années 1990, le spatial représentait 25 % du PIB guyanais, contre 15 % aujourd'hui. Cette évolution est la preuve d'une diversification économique sensible et positive.

2. Comment la présence du CSG influence-t-elle l'organisation du territoire guyanais ?

Par obligation, le CSG a été placé sur la côte Atlantique de la Guyane. Il contribue à renforcer sur ce territoire la position dominante de la façade littorale. En effet, l'intérieur du territoire (en grande partie Parc national) est une réserve naturelle protégée, difficile d'accès. De plus, les relations terrestres

avec les pays frontaliers comme le Surinam ou le Brésil sont faibles, ce qui contribue à son enclavement sur le continent latino-américain. La dépendance du territoire guyanais envers l'ouverture maritime est une réalité géographique incontournable.

3. À quelles contraintes territoriales l'activité sur le site de Kourou est-elle soumise ?

Il est nécessaire de prévoir l'acheminement depuis l'Europe des parties de lanceurs ou de satellites par des infrastructures de transport modernes, adaptées et sécurisées. L'extension des secteurs de lancement ne peut pas se faire sur l'ensemble du site du CSG, dans la mesure où il faut éviter le survol de zones aménagées. L'axe de croissance du site est donc Nord-Ouest - Sud-Est et ne peut guère se faire vers l'intérieur des terres. Les contraintes de sécurité contribuent également à une surveillance du site et à un relatif isolement au sein même du territoire guyanais.

4. Peut-on dire, à l'aide du plan du CSG, qu'il est un territoire de l'innovation ?

Oui. Son activité suppose des liens avec des services de pointe connexes (transport de matériaux fragiles, ingénierie météorologique, sécurisation

du site, etc.). Toutefois, il présente géographiquement quelques originalités : son environnement immédiat n'est pas métropolitain, les aménités de ces espaces y sont peu présentes ; son activité locale n'est pas en lien direct avec la présence d'une université ou de laboratoires de recherche. C'est donc par une mise en réseau avec les autres centres spatiaux (métropolitains en particulier) que le CSG s'inscrit comme un pôle essentiel dans une dynamique d'innovation française et européenne à l'échelle mondiale.

GEOGRAPHY EXERCISE CSG - INNOVATING OVERSEAS

Questions compiled from:

- Map: www.capcomespace.net/dossiers/espace_europeen/soyouz_guyane/2001%20carte%20guyane.jpg
- CSG layout plan: CNES document
- Photo from photo archive: reference P31140_HD.jpg
- Text from www.cnes.fr

1. How does the CSG help to create a vibrant economy in French Guiana?

Cutting-edge activities like those induced by the space industry are a boon to a remote overseas territory like French Guiana. As well as boosting its image on the world stage to attract tourism, the CSG provides direct and indirect jobs and is a major source of revenue for local authorities. Besides these direct spin-offs, the base is also driving modernization of transport infrastructures like main roads and the port facilities at Pariacabo. At the start of the 1990s, space accounted for 25% of French Guiana's GDP against 15% today, which shows how its economy has successfully diversified.

2. What impact does the CSG have on land planning in French Guiana?

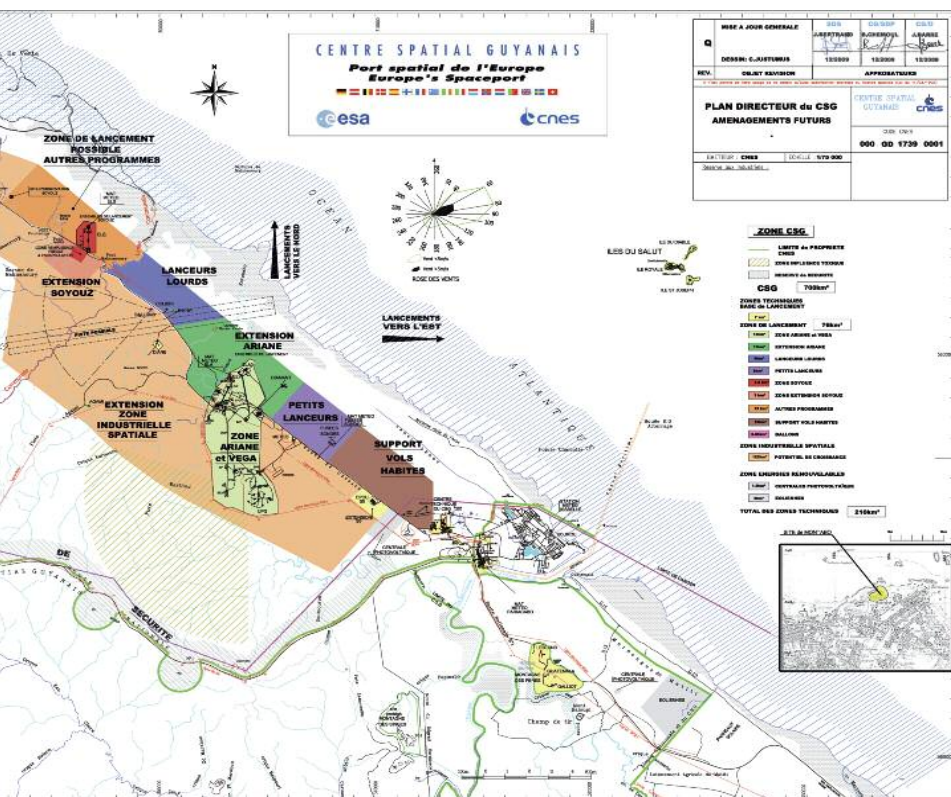
The CSG had to be located on French Guiana's Atlantic coast, thus consolidating the predominance of its seaboard. The region's more remote inland areas are protected nature reserves, mostly within a national park. Land-based ties with neighbouring countries like Suriname and Brazil are limited, so French Guiana is something of an enclave in Latin America. Its obvious dependence on maritime links is dictated by its geography.

3. What territorial constraints are operations on the base in Kourou subjected to?

Launcher elements and satellites need to be shipped securely from Europe by specially adapted, modern transport infrastructures. Launch operations have to be confined to certain areas, so that launchers do not fly over the base's facilities after lift-off. This means the base can only be extended in a North-west/South-east direction and not inland. The site is also subjected to close surveillance and is relatively isolated due to security constraints.

4. Looking at the layout plan of the CSG, can we say it is driving innovation?

Yes. Operations on the base create links with related cutting-edge services like shipping of fragile equipment, weather forecasting and site security. However, the CSG is geographically unique in several ways: its immediate environment is not metropolitan, with only sparse amenities; and its local activities are not directly driven by a university or research laboratories. The CSG therefore helps to fuel French and European innovation in the global race by networking with other space centres, notably those in mainland France.



© CNES



© CNES/IE GRIMAUULT

De Nantes à Kourou, le lanceur en ligne de cœur

Comme tous les ados de la « génération Apollo », Jacques Bertrand a été marqué par cette aventure mythique. « J'ai toujours voulu faire du spatial. » Et, depuis trente ans, c'est ce qu'il fait, sans jamais dévier de trajectoire.

A Centrale Nantes, où il a fait ses études d'ingénieur en mécanique, Jacques Bertrand cherche à asseoir son attrait pour le spatial sur un socle solide. En 1982, diplômé en poche, c'est Arianespace qui l'accueille. Un baptême du feu professionnel qui correspond au lancement d'un lanceur Ariane à Kourou. Quelques années plus tard, s'il est loin d'être lassé par le spatial, le centralien entrevoit, malgré tout, les limites du secteur exploitation dans lequel il intervient : « Le séquençage est assez court ; même si les opérations sont techniques et variées, j'avais l'impression d'une certaine répétitivité », explique-t-il.

Mais le spatial n'est pas un champ clos. Jacques Bertrand s'oriente alors vers le développement. « Les programmes de développement s'étalent sur plusieurs années ; ils font appel à plus d'interdisciplinarité, d'interactivité, de variété. » Il rejoint la SEP de Vernon¹ et ses bancs d'essai. Appelé à travailler sur les moteurs Viking, puis Vulcain, il bascule naturellement sur le projet Ariane 5 au CSG. Il y côtoie les équipes du CNES, qu'il intégrera en 1993 comme dans une suite logique. Sous cette nouvelle bannière, en 1996, il participe au premier lancement d'Ariane 5. Depuis, le CSG n'a plus de secret pour lui : « J'ai travaillé sur tous les pas de tir », précise-t-il. Et, depuis quelques mois, il profile le pas de tir d'Ariane 6. Sous-directeur de la sous-direction Développement sol, il a la charge d'étudier le projet avec les différents services et partenaires concernés. Il coordonne en direct une équipe de 65 collaborateurs, soit une centaine de personnes en configuration élargie. Une charge lourde que son expérience lui permet de porter avec enthousiasme. « La responsabilité du management constitue évidemment une charge importante. En même temps, il faut défricher, analyser, réfléchir à des solutions en équipe ; c'est très constructif. » L'autre intérêt, à ce poste, c'est de « pouvoir être force de proposition. C'est exaltant », conclut Jacques Bertrand, qui reste serein, en accord avec lui-même. Depuis trente ans, il ne s'est pas lassé du spatial !

¹ Société européenne de propulsion, aujourd'hui devenue la Snecma.

PROFILE

JACQUES BERTRAND,
Head of CNES's Ground Development
Sub-Directorate (SDS)

From Nantes to Kourou, a love affair with launchers

Like all teenagers of the 'Apollo generation', Jacques Bertrand was marked by the legendary U.S. lunar adventure. "I always wanted to work in space," he confides. For the last 30 years, that is exactly what he has been doing.

After graduating in 1982 in Nantes, where he studied mechanical engineering, Jacques Bertrand joined Arianespace—a baptism of fire akin to an Ariane launch from Kourou. Some years later, although still far from tired of space, he was starting to see the limits of his job: "The operations sequence is pretty short, even if it's technical and varied, but I felt like I was mostly repeating the same thing all the time," he explains. But space is a vast field and Jacques Bertrand turned to a new career in development. "Development programmes span several years, involve more cross-cutting skills and interaction, and they offer more variety," he says. He joined SEP and its test stands in Vernon¹. After working on the Viking and Vulcain engines, he moved on to the Ariane 5 project at the CSG, working alongside the CNES teams he would later join in 1993. Under this new banner, he was involved in the first Ariane 5 launch in 1996. Since then, the CSG holds no secrets for him: "I've worked on all of the launch pads there," he notes. Recently he has been outlining the future Ariane 6 launch pad. As head of CNES's Ground Development Sub-Directorate (SDS), he is driving this project with all the departments and partners involved, directly coordinating a 65-strong team (100 people in all in extended configuration). His experience allows him to shoulder this responsibility with enthusiasm. "Managing my team is obviously a big job, but I also get to explore, analyse and think about new solutions with them, so it's very constructive." The other great thing about his job is the ability "to propose new ideas, which is really exhilarating," he concludes. Jacques Bertrand is a man at peace with himself, and he is still not tired of space after 30 years.

¹ Société Européenne de Propulsion, today Snecma

Cursus

	Career path
1976 - baccalauréat 5 ;	1976 - Baccalauréate (science stream)
1981 - diplôme d'ingénieur Centrale Nantes ;	1981 - Engineering degree from Ecole Centrale de Nantes
1993 - entrée au CNES.	1993 - Joins CNES

(NDLR. Nos remerciements vont à Vincent Doumerc, professeur chargé de mission auprès du CNES.)
(Editor's note: Our thanks to Vincent Doumerc, teacher and advisor to CNES.)