



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



CNESMAG

#97 ÉTÉ 2025



Le côté dual  
de la force

# Rampe de lancement

#97 — ÉTÉ 2025

## 05

### Horizon

Marie-Claude Salomé

## 06

### Dans l'objectif



## 10

### Flash spatial



## 12

### Cosmoculture(s)

La guerre froide, source d'inspiration pour le 7<sup>e</sup> art

## 14

### Signal fort

« Il ne s'agit pas de militariser l'espace, mais de le protéger »

Général Philippe Adam,  
commandant  
de l'Espace



## 17

### Balises

## 18

### Planète CNES

Sous le signe  
de la dualité

19/ Le dual, un modèle  
d'avenir



21/ Un partenariat stratégique  
avec le CDE

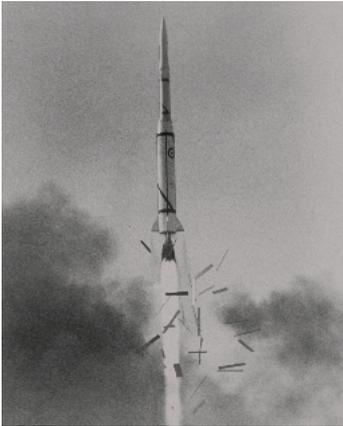
23/ Surveiller, prévenir,  
préserver : un triptyque  
pour l'avenir de l'espace

24/ Dans les coulisses  
des missions spatiales

# 26

## Retour vers le futur

Diamant, joyau dual de l'aventure spatiale française



# 27

## Espace éthique

Le glaive et la paille



# 28

## Constellation

Galerie de portraits



# 32

## Trajectoire

Duos duaux

# 34

## Attractions terrestres

# 36

## Open space

Le réseau mondial d'antennes multimissions



Pour lire  
le magazine  
en ligne



## Paola Van Troostenberghe



**Paola est cheffe du service Compétences, Animation et Politique technique au CNES.** Attitude, orbites, programmation des missions spatiales n'ont plus de secret pour elle. Les compétences acquises depuis les satellites Télécom2 jusqu'aux missions d'observation de la Terre Pléiades irriguent aujourd'hui les missions militaires comme CSO et YODA. Convaincue que l'expertise technique spatiale bénéficie à la fois à la sphère civile et militaire, elle partage, dans ce numéro, son expérience en dynamique du vol.

## Laurent Francillout



**Dès 2011, en tant que directeur de vol du cargo spatial ATV,** il côtoie les activités du service en orbite pour le vol habité. Aujourd'hui sous-directeur Surveillance et Maîtrise de l'espace au CNES, il travaille au quotidien avec des partenaires comme le CDE et la DGA. En plus d'accueillir de plus en plus de satellites et de débris, l'espace est devenu un terrain de conflictualité. Un positionnement de défense active pour sauvegarder l'intégrité de nos moyens vitaux dans l'espace est donc primordial.

## Jean-Youri Marty



**Ingénieur de l'armement de formation, la défense mais aussi la coopération européenne** sont au cœur de son parcours au service de l'État depuis trente ans. Sous-directeur Sécurité & Défense au CNES depuis 2019, il œuvre à la promotion des activités spatiales ayant un intérêt dual. Son objectif ? Mutualiser les compétences et les ressources pour apporter les meilleures solutions aux utilisateurs civils et militaires. Pour cela, l'identification et l'exploitation des synergies sont de rigueur : l'essence de la dualité.

## Philippe Steininger



**Ancien officier général, pilote de chasse et avec une longue carrière dans l'armée à son actif,** Philippe Steininger incarne de manière visible la dualité au CNES. Convaincu que celle-ci est au cœur des affaires spatiales et qu'elle est un facteur d'efficacité, le conseiller militaire du Président du CNES depuis 2018 défend l'idée d'en faire pour notre politique spatiale un élément essentiel. Sa participation à ce numéro de CNESMAG illustre le lien fort qui unit le CNES et la défense.

**CNESMAG**, le CNESMAG, le magazine du Centre national d'études spatiales, 2 place Maurice Quentin, 75039 Paris cedex 01. Adresse postale pour toute correspondance : 18, avenue Édouard Belin, 31401 Toulouse cedex 9. Tél. : +33 (0)5 61 27 40 68. Internet : <http://cnes.fr>. Abonnement : <https://cnes.fr/cnesmag/abonnement>. **Directeur de la publication** : Lionel Suchet. **Directrice éditoriale** : Marie-Claude Salomé. **Rédactrice en chef** : Mélanie Ramel. **Secrétaire générale de la rédaction** : Céline Arnaud. **Rédaction** : Dominique Fidel, Aude Borel, Alexia Attali, Mélanie Ramel. **Iconographie** : Loïc Octavia, Orianne Arnould, Lauren Lacau (Photon).

### Crédits photo :

Couverture : © CNES/Emmanuel Grimault  
p.4 : CNES/Frédéric Maligne, CNES/Christophe Peus, CNES/Emmanuel Grimault ; p.5 : CNES/Christophe Peus ; p.6 : CNES/Frédéric Lancelot ; p.7 : ESA/CNES/Arianespace-ArianeGroup/Optique vidéo CSG/S. Martin ; p.8-9 : CNES/Airbus DS ; p.10 : Kinéis/Thierry de Prada ; p.11 (haut) : CNES/Fab&Fab ; p.11 (bas) : Armée de l'Air ; p.12 : Photo by George Greenwell/Mirrorpix/Getty Images ; p.13 : Moviepix/Screen Archives/Getty Images ; p.13 : For all Mankinds ; p.14 : CNES/Frédéric Lancelot ; p.16 : Thierry Gérard / Armée de l'Air et de l'Espace/ Défense ; p.17 (haut) Paul-David Cottais / Marine Nationale / Défense ; p.17 (bas) CNES/Christophe Peus ; p.18-19 : CNES/Emmanuel Grimault ; p.20 (haut) : ESA/CNES/Arianespace-ArianeGroup/Optique vidéo CSG/P. Piron ; p.20 (bas) CNES/Frédéric Lancelot ; p.21 : CNES/Alexandre Ollier ; p.22 (haut) : A.Derewiany / Armée de l'Air et de l'Espace ; p.22 (bas) : CNES/Alexandre Ollier ; p.23 : CNES/Fab&Fab ; p.24 - 25 : CNES/Emmanuel Grimault ; p.26 : DMA ; p.32 : CNES/il.David Ducros, CNES/Airbus DS/Frédéric Lancelot ; p.33 : CNES/Gwenewan Le Bras, CNES/Mira Productions/Rémy Parot ; p.34 : CNES, Éditions Tallandier ; p.35 : Éditions l'Archipel, CNES/Reactive Prod ; p.36 : SSC. **Illustrations** : Anne Cresci pour Decryptage et Constellation.

**Webmaster** : Mathilde Tournier. **Réseaux sociaux** : Aurélie Marmu, Hermine Chaumolot, Marie Dupont (Citizen Press), Méliandre Lacaille (La Netscouade).

**Traduction** : Boyd Vincent. **Conception, conseil et réalisation** : Citizen Press - David Corvaisier, Alexia Attali, Stéphane Boumendil. **Impression** : Ménard. ISSN 1283-9817. **Ont participé à ce numéro** : Paola Van Troostenberghe, Laurent Francillout, Jean-Youri Marty, Philippe Steininger, Paul Arberet, Vincent Tourmazou, Sylvia Sylvander, Caroline Laurent, Lionel Perret, Eric Brel, Philippe Adam, Valentin Baral, Lionel Suchet, Muriel Deleuze, Béatrice Deguine, Etienne Montagnon, Marie-Anne Clair, Morgane Jouisse, Olfa Eljed, Vincent Taponier, Jacques Arnould, Juan Carlos Donado Perez, Nicolas Multan, Eva Portier, Patrick Auffer, Denis Perriot, Claude Audouy et Gervais Plus.



### Propulsez le magazine sur les réseaux sociaux

Un article vous plaît ?  
N'hésitez pas à le partager avec votre communauté.



@cnes



facebook.com/  
CNESFrance



CNES



cnes\_france



CnesFrance



CnesFrance



cnes.fr



# Horizon



## « Le dual fait la force »

### Marie-Claude Salomé

Directrice de la communication

————— **Servir à la fois science et défense**, c'est le positionnement du CNES depuis sa création en 1961. À l'heure où les conflits terrestres se jouent aussi en orbite, cette spécificité française se révèle stratégique. Dans les faits, quoi de plus dual qu'un lanceur européen s'arrachant du sol du Centre spatial guyanais avec à son bord un satellite de défense comme CSO-3 en mars 2025 ? Pour y parvenir et depuis plus de soixante ans, nos équipes développent des expertises transverses, utiles aux satellites d'observation de la Terre à des fins civiles mais également militaires. Et cette même expertise se partage avec des partenaires privilégiés, comme le Commandement de l'Espace, qui a pris ses quartiers au Centre spatial de Toulouse en 2020. Cette dualité, comme on la nomme, est une force. Elle permet une mutualisation des ressources pour des résultats sur un spectre plus large et dans le respect du budget.

CNESMAG vous invite dans ce numéro à découvrir le côté dual de la force, au service de l'autonomie stratégique spatiale de la France.

Bonne lecture.

---

## PARTENAIRES

### Sont cités dans ce numéro :

CDE p. 6, 7, 10, 14-16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 29; DGA p. 7, 10, 19, 20, 28, 31; CLS p.10, 17; Kinéis p.10, 11, 17, 30; Fondation Ailes de France p. 10; Airbus p. 11; 9e RIMA p.11; Unseelabs p.11; USpace p.16; MBDA p.16; AID p. 16, 31; Marine Nationale p. 17; Ministère des Armées p. 17, 28, 30; OTAN p.22; ONERA p. 28; Astrium p. 28; Look up Space p. 29; ISAE-Supaero p. 29; Hemeria p. 30, 33, 35

# *Dans l'objectif*

## **Bleu, blanc, rouge au-dessus de la Ville rose**

————— **C'était il y a deux ans et demi...** En septembre 2022, les Alphajets de la Patrouille de France ont profité d'un survol de Toulouse pour venir saluer le Commandement de l'Espace lors de son installation au CNES à Toulouse. Au premier rang figurent notamment le général Philippe Adam, commandant de l'Espace, le colonel Sébastien Fonlupt, commandant de la formation administrative 101 du Commandement de l'Espace et Vincent Toumazou, responsable CNES de l'intégration du CDE sur le site.





## Quand un lanceur civil sert la défense

—— **La force** du modèle dual du CNES en une image : CSO-3, bijou de technologie au service de la défense, niché sous la coiffe d'Ariane 6, fleuron du transport spatial européen. Mis en orbite le 6 mars 2025, ce troisième satellite parachève un programme d'observation optique délégué au CNES, en coopération avec la DGA et le Commandement de l'Espace.



## Le choc des photos

**\_\_\_\_\_ Résolution**, focale, radiométrie, localisation, microvibrations... Les équipes « qualité image » sont chargées d'affiner les différents paramètres de traitement qui permettent d'améliorer en permanence la qualité des images de Pléiades, satellite d'observation dual. À partir d'images de calibration acquises sur des cibles spécifiques, elles détectent les défauts, ajustent ces paramètres et les diffusent aux chaînes opérationnelles. Une démarche continue au service des besoins civils comme militaires.



Vue de Tucson (Arizona) par le satellite Pléiades.



## Kinéis au complet !

Le 18 mars, un lanceur Electron s'est arraché de la base de Mahia, en Nouvelle-Zélande, pour libérer les cinq derniers nanosatellites de Kinéis. Avec ce lancement, la constellation française dédiée à l'Internet des objets (IoT) atteint sa configuration orbitale finale pour assurer une couverture mondiale et un temps de revisite moyen de 15 minutes. Duale par nature, elle répond à des besoins civils et militaires : logistique, surveillance maritime – grâce au traitement des signaux AIS –, suivi de matériels et de troupes. Initié par le CNES et sa filiale CLS, Kinéis a bénéficié de l'expertise de ces derniers à chaque étape, du développement à la mise à poste. Cet accompagnement s'étend aujourd'hui à la phase de transition vers l'exploitation. Depuis Toulouse, les équipes du CNES ont assuré l'insertion orbitale et les premières opérations critiques, avant de former celles de Kinéis à la prise en main du système. Opérateur privé, Kinéis s'affirme désormais comme l'un des fleurons du New Space français.

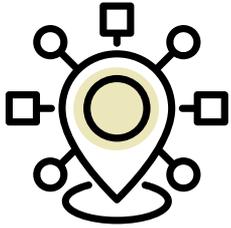
## Soutenir les vocations spatiales



Lors du salon du Bourget, en présence du président du CNES et du chef d'état-major de l'armée de l'air et de l'espace, douze Bourses Espace de 5 000 € seront remises par la Fondation Ailes de France à des étudiants et doctorants, sélectionnés parmi une cinquantaine de candidats. Ces bourses ont pour objet de soutenir des jeunes méritants en leur donnant les moyens de mener à bien leurs projets dans le domaine spatial. Partenaire de l'opération depuis sa création en 2021, le CNES finance cette année quatre bourses.

## CSO-3 : le système CSO à pleines capacités

Le 6 mars dernier, Ariane 6 a accompli son premier vol commercial en plaçant sur orbite le satellite militaire CSO-3, complétant ainsi la constellation française d'observation optique. En conjuguant une orbite haute pour la reconnaissance et une orbite basse pour l'identification, le système CSO (composante spatiale optique) optimise à la fois revisite et résolution au service du renseignement. Fruit d'une coopération étroite entre la DGA, le CNES et le Commandement de l'Espace, CSO-3 marque aussi la réussite d'une opération duale, combinant lanceur civil et mission de défense. Le CNES, maître d'ouvrage délégué, a assuré le suivi du développement, la campagne de lancement et la mise à poste du satellite, et reste responsable des opérations durant toute la durée de vie du système en étant garant de son bon fonctionnement.



## CO3D

Lancement imminent pour la cartographie 3D mondiale

Fruit d'un partenariat entre le CNES et Airbus, la constellation CO3D sera lancée fin juillet 2025 depuis Kourou à bord du lanceur Vega-C. Composée de quatre mini-satellites de 300 kg, elle produira à l'horizon 2028 un modèle 3D mondial des terres émergées avec une cadence inédite de 25 millions de km<sup>2</sup> par an. CO3D servira des usages civils (suivi urbain, catastrophes naturelles, glaciers...) et militaires, pour la préparation de missions en terrain complexe par exemple. Elle offrira en outre un accès rapide et à moindre coût aux modèles 3D de la Terre depuis l'orbite basse, avec une résolution de 50 cm.



## Le CNES booste sa gestion du trafic spatial

Éviter les collisions, anticiper les rentrées atmosphériques, coordonner les opérations complexes : la gestion du trafic spatial couvre un ensemble d'actions essentielles à la sûreté des missions en orbite. En 2025, le CNES engage la rénovation de son système dédié, avec la volonté d'intégrer des solutions innovantes issues d'acteurs privés. L'appel d'offres du projet STREAMS (Space Traffic Evaluation And Management System) vient d'être lancé pour une mise en service dès 2026.



## L'espace mobilisé contre la pêche illégale en Guyane

La Guyane est particulièrement touchée par la pêche illégale, notamment à la frontière avec le Brésil, où de petits bateaux artisanaux, appelés « tapouilles », alimentent de gros navires. Alertée par le 9<sup>e</sup> RIMA<sup>1</sup>, l'équipe « Espace pour la Guyane » du Centre spatial guyanais a mobilisé l'expertise du CNES pour identifier des solutions spatiales : données radar et optiques, drones. Mais aussi signaux radiofréquence avec Unseenlabs et balises d'identification avec Kinéis, deux start-up accompagnées par Connect by CNES. L'objectif : outiller l'action de l'État en mer face à un enjeu sociétal majeur, grâce aux technologies spatiales.

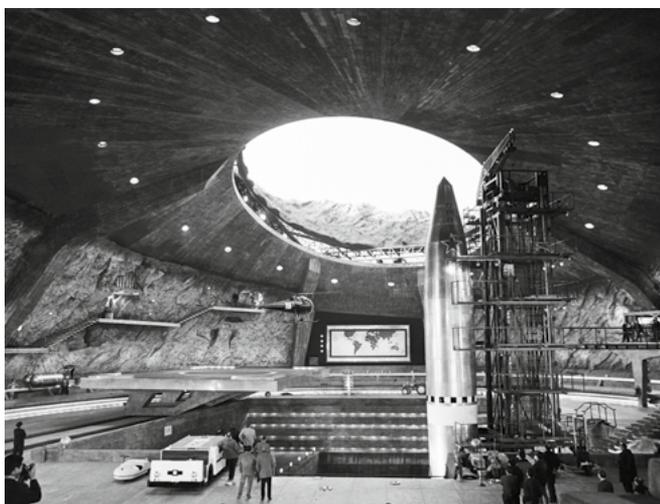
1.9<sup>e</sup> régiment d'infanterie de marine



Pour lire la  
version longue  
de l'article.

## La guerre froide, source d'inspiration pour le 7<sup>e</sup> art

**Comédie, thriller, science-fiction, drame historique... La conquête spatiale a toujours inspiré la création cinématographique et façonné l'imaginaire populaire. Derrière la guerre froide, une guerre des étoiles à la conquête des téléspectateurs.**



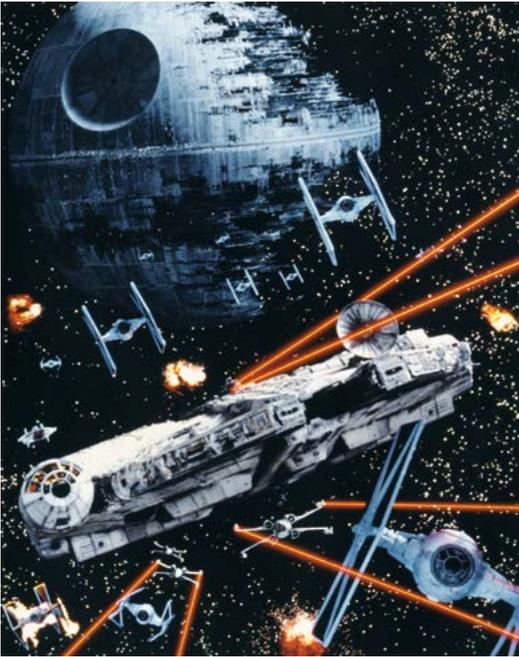
———— **Star Wars, Space Cowboys, On ne vit que deux fois, Wars Force, For All Mankind.**

Ces productions cinématographiques ont toutes un point commun : une trame narrative qui met en avant une logique d'affrontement des nations dans l'espace. Au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, une course à l'armement pour la conquête de l'espace s'enclenche entre les États-Unis et l'URSS. À la même époque, le cinéma de science-fiction connaît un essor

remarquable. De nombreux films mettent en scène, sous des formes métaphoriques, la lutte entre deux modèles de société : d'un côté, la démocratie, de l'autre, « *le côté obscur* » incarné par le totalitarisme. Ce climat de guerre froide nourrit les scénaristes.

### **L'espace comme théâtre dramatique**

*On ne vit que deux fois* sort sur les écrans en 1967. Dans son thriller, au plus fort de la guerre froide, Lewis Gilbert envoie l'agent 007 au Japon pour enquêter sur la mystérieuse disparition d'engins spatiaux américains et soviétiques. Chacun des deux camps s'accuse mutuellement d'avoir escamoté la capsule spatiale de son concurrent. Avec l'aide des services secrets japonais, James Bond découvre un complot fomenté par une organisation criminelle pour provoquer une guerre nucléaire entre les deux puissances. Dix ans plus tard, *La Guerre des étoiles*, premier opus de la saga *Star Wars* de George Lucas, est à l'affiche au cinéma. L'action se déroule « *il y a bien longtemps, dans une galaxie lointaine, très lointaine* », où les humains cohabitent avec des communautés extraterrestres. On y suit la quête initiatique de Luke, un jeune fermier, plongé malgré lui dans une guerre acharnée auprès des rebelles qui luttent pour la liberté et contre l'avancée du maléfique Empire galactique. Dans *For All Mankind* (2019), Ronald D. Moore réécrit l'histoire de la course à l'espace. Que se serait-il passé si les Russes avaient été les premiers à poser le pied sur la Lune ? Cette série chronologique et géopolitique mêle fiction et faits historiques pour mieux regarder notre époque. Autre film d'aventures sur la course à l'espace : *Space Cowboys*, sorti en 2000. Clint Eastwood confie à un quatuor de pilotes d'essai de l'US Army à la retraite la réparation d'un satellite de communication soviétique rescapé de la guerre froide qui menace de s'écraser sur la Terre.



### Une drôle de guerre des étoiles

La guerre des étoiles a aussi su se faire comique. *Space Force* nous plonge ainsi dans une épopée satirique sur la conquête de l'espace. Une série en prise avec le réel, qui parodie les débuts de la division militaire spatiale créée par Donald Trump en 2019. Une satire contemporaine à la *Docteur Folamour* (1964) de Stanley Kubrick. À l'heure d'une montée croissante des tensions dans l'espace, le 7<sup>e</sup> art avait-il vu juste en montrant l'espace comme nouveau théâtre de conflictualité ?

## Décryptage

Jean-Youri Marty,  
SOUS-DIRECTEUR DÉFENSE  
ET SÉCURITÉ AU CNES



« Ces scénarios nourrissent la pensée collective »

### Pourquoi l'espace est-il un lieu d'affirmation de puissance ?

La capacité de mise en orbite d'un satellite est reconnue comme la démonstration d'un haut niveau technologique. On rentre dans un club fermé de pays qui savent concevoir un satellite, le lancer en orbite et l'opérer. Utilisées à des fins militaires, ces capacités spatiales procurent un avantage opérationnel indéniable.

### La représentation du conflit spatial dans *Star Wars* reflète-t-elle la réalité ?

Le fait que l'espace devienne inévitablement une extension des frontières terrestres du territoire des conflits est traduit de manière assez juste. Dès que la technologie permet aux humains d'utiliser un milieu, ils en envisagent systématiquement l'intérêt stratégique. L'espace n'échappe pas à cette règle.

### Cette représentation peut-elle influencer nos perceptions ?

Sans en être l'unique source, ces scénarios nourrissent la pensée collective et alimentent un imaginaire qui peut ainsi orienter des personnes influentes. Un individu fasciné par les images et concepts véhiculés par la science-fiction autour de la place de l'homme dans l'Univers peut être amené à s'inspirer de cet imaginaire pour bâtir des entreprises puissantes.

# GÉNÉRAL PHILIPPE ADAM

Commandant de l'Espace



**« Il ne s'agit pas de militariser l'espace, mais de le protéger »**

Face à la montée des tensions en orbite, le général Philippe Adam revient sur les enjeux stratégiques de ce nouveau théâtre d'opérations. Entre diplomatie, dissuasion et innovation, il défend un modèle fondé sur la complémentarité civil-militaire et la coopération entre alliés.

## « Ce n'est pas parce qu'un satellite est militaire qu'il ne sert pas la société civile »

### \_\_\_\_\_ Quel est le rôle du CDE dans la diplomatie spatiale ?

L'espace a longtemps été considéré comme un lieu de paix, à l'écart des tensions terrestres. Ce n'est plus le cas désormais. Face à ce changement de paradigme, notre mission principale est claire : préserver cette paix. Et cela passe par une posture de dissuasion crédible, qui suppose des moyens de détection et d'action concrets. La France a été parmi les premières nations, avec les États-Unis, à se doter d'un commandement dédié à l'espace. Depuis, la plupart des grandes puissances spatiales ont créé à leur tour des structures militaires chargées de défendre leurs intérêts dans l'espace. Cette nouvelle configuration nous permet de jouer sur les deux pans de la diplomatie : envoyer des signaux clairs à ceux qui adoptent des comportements hostiles, tout en bâtissant un cadre de coopération et de défense cohérent avec nos alliés.

### \_\_\_\_\_ Dans le contexte géopolitique actuel, quelles sont les principales menaces ?

Les menaces sont multiples et s'exercent aussi bien sur Terre que dans l'espace. Je pense aux missiles antisatellites, comme celui tiré par la Russie en 2021, aux brouillages de communications ou de signaux GNSS, mais aussi aux objets inamicaux qui se multiplient à toutes les orbites. Certains sont particulièrement préoccupants, comme les satellites « poupées russes » ou le « petit frère » du satellite russe Luch Olymp. Plus globalement, on constate une augmentation des missions non déclarées, qui cherchent à se fondre dans la masse des quelques 13 000 satellites actifs en orbite.

### \_\_\_\_\_ Comment le CDE et le CNES coopèrent-ils pour surveiller et sécuriser l'espace ?

Nous travaillons main dans la main. Notre complémentarité est très forte : le CDE est en première

ligne sur le plan opérationnel, et le CNES est son partenaire technique et son expert de référence. Nous respectons les spécificités de chacun : nous ne cherchons pas à développer en interne les compétences scientifiques et techniques du CNES, pas plus que nous n'attendons du CNES qu'il devienne spécialiste en opérations militaires. Concrètement, une partie de nos effectifs est intégrée au sein des équipes du CNES et notre ambition est qu'ils puissent, demain, reproduire ce savoir-faire sur nos propres installations, mais nous continuerons à faire appel au CNES en cas de besoin. Nous sommes également complémentaires dans le domaine de la surveillance de l'espace : le CNES se concentre sur les risques (collisions, tempêtes géomagnétiques...) alors que nous nous focalisons sur les menaces.

### \_\_\_\_\_ Pourquoi ce lien étroit entre le CNES et le CDE est-il stratégique ?

Tout simplement parce que l'espace est devenu stratégique ! Mais notre partenariat se veut aussi efficace, pragmatique et agile, ce qui nous permettra de développer des solutions concrètes à tous les niveaux : exploitation des moyens existants, développement de nouveaux systèmes, jusqu'à la conception des technologies futures. Sur ce point, notre implantation sur le site du CNES, au contact d'un écosystème spatial si riche, est un atout de taille. Cela nous offre un accès rapide à l'innovation mais aussi d'innombrables occasions d'échanges avec les acteurs du spatial, petits et grands. Le projet TOUTATIS mettra en orbite deux petits satellites capables d'expérimenter les manœuvres en orbite basse. Il est le fruit d'un travail collectif avec la



# « La dualité est au cœur de l'avenir de l'espace »

start-up toulousaine USpace, MBDA et l'Agence d'innovation de la défense, dans lequel le LISA<sup>1</sup> a joué un rôle de premier plan. Il s'agit d'une illustration concrète des synergies recherchées.

## \_\_\_\_\_ Le modèle spatial dual est-il un modèle d'avenir ?

La dualité est au cœur de l'avenir de l'espace. Tout ou presque est désormais dual. Il existera toujours des satellites dédiés aux usages militaires, bien sûr, mais l'armée utilise de nombreux moyens civils dans ses missions. Ce modèle dual apporte une grande souplesse dans l'utilisation des ressources. Il fonctionne, en outre, dans les deux sens : les données d'un satellite d'observation comme CSO, par exemple, peuvent être mobilisées en cas de catastrophe naturelle. De plus, la dualité est source d'opportunités. À l'heure actuelle, les développements technologiques sont tellement nombreux et rapides qu'ils apportent des réponses à des questions que nous ne nous sommes pas encore posées. À nous d'être curieux !

## **2008 – 2010**

Commandant de la base aérienne d'Istres

## **2011-2013**

Adjoint au chef de la branche « Défense aérienne et antimissile balistique » de l'état-major militaire international de l'OTAN

## **2020-2022**

Chef de la division « Cohérence capacitaire » de l'état-major des armées, en charge de la planification des futurs équipements

## **Depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2022**

Commandant de l'Espace au sein de l'armée de l'air et de l'espace

## \_\_\_\_\_ Avez-vous des inspirations spatiales, historiques ou culturelles ?

L'espace est omniprésent, notamment dans la culture populaire, et le cinéma américain en est un bon reflet. Mais mes premières inspirations remontent à l'enfance, avec Méliès, Jules Verne ou Hergé, qui m'ont fait rêver, comme tant d'autres. Entrant dans l'armée de l'air, je m'imaginai d'ailleurs volontiers astronaute... J'aurais aimé être Yuri Gagarine, ou poser le premier pied sur Mars.

## \_\_\_\_\_ L'espace a longtemps été perçu comme un domaine exclusivement pacifique. Faut-il mieux sensibiliser le public à sa dimension stratégique ?

Oui, même si la prise de conscience progresse, il reste un vrai travail de pédagogie. L'espace est encore souvent perçu comme un acquis intangible, alors qu'il repose sur des équilibres fragiles. Peu de gens, par exemple, comprennent que des services comme le GPS pourraient un jour être mis hors service. La compétition spatiale peut se transformer en confrontation. Il est donc essentiel de garantir un cadre clair et sécurisé — non pas de militariser l'espace, mais de se préparer à le protéger. C'est à cette condition que l'espace pourra rester un bien commun, sûr et accessible à tous.

1. Laboratoire d'Innovation Spatiale des Armées, unité du CDE.

# Balises



## Surveillance maritime : le spatial en renfort

Assurée par la Marine nationale lors de ses missions en mer, la surveillance maritime s'étend depuis une quinzaine d'années grâce au spatial. Depuis 2021, CLS opère le service Trimaran du ministère des Armées croisant imagerie optique, radar, détection de radiofréquences et signaux AIS<sup>1</sup>. Pour affiner cette surveillance, la prochaine version de Trimaran fera émerger infrarouge thermique, hyperspectral... mais surtout des capacités de forte revisite et de réactivité. Pour sa part, la constellation Kinéis améliorera la couverture de toutes les mers, même les plus isolées, grâce à une collecte plus fréquente et précise des signaux AIS.

1. Outil d'aide à la navigation qui transmet aux navires alentour des informations (position, cap, vitesse...).

## SSA

### Space Situational Awareness

Capacité duale à surveiller et à comprendre l'environnement spatial : suivi des objets en orbite, météo spatiale, observation des objets proches de la Terre. Une connaissance essentielle pour assurer la sécurité et la pérennité des activités dans l'espace.

## SDA

### Space Domain Awareness

Prolongement du SSA à des fins militaires : il s'agit non seulement d'observer l'espace, mais aussi d'analyser les comportements et d'anticiper les intentions. C'est l'une des missions du Commandement de l'Espace.

## STM

### Space Traffic Management

Prolongement de la SSA à des fins civiles : il s'agit de coordonner, planifier et synchroniser le trafic spatial, mais également de l'encadrer grâce à des réglementations.



Les États membres ont souhaité que les capacités spatiales civiles de l'UE puissent être utilisées pour des applications militaires. Dans toutes les composantes du programme spatial européen, on retrouve cette dimension duale : sur Galileo avec le service sécurisé PRS, sur IRIS<sup>2</sup> avec un volet connectivité gouvernementale, sur la branche surveillance de l'espace EU Space Surveillance and Tracking. Pour Copernicus, la composante duale du système est en discussion. Cette mutualisation renforce la base industrielle de défense et les capacités des 27. »



**Jean-Youri Marty,**  
SOUS-DIRECTEUR DÉFENSE ET SÉCURITÉ  
AU CNES

# Sous le signe de la dualité

Dès sa création, le CNES a fait le choix d'une organisation unique, fondée sur l'articulation des usages civils et militaires. De la coopération stratégique avec le Commandement de l'Espace à la conduite des opérations les plus sensibles, cette dualité irrigue ses missions et renforce la souveraineté française dans un espace de plus en plus disputé.



Équipe au centre de contrôle COR COO



## Le dual, un modèle d'avenir

Depuis plus de soixante ans, le CNES incarne une approche duale assumée, articulant civil et militaire au cœur même de son fonctionnement et de sa stratégie.

———— Dans le monde spatial, le CNES fait figure d'exception. Là où beaucoup de pays ont séparé les filières civiles et militaires, l'agence spatiale française incarne un modèle dual, pensé pour servir à la fois la science et la défense. « *C'est un choix aussi pragmatique que politique : observation, écoute, surveillance... 95 % des technologies embarquées dans les satellites sont duales par nature* », rappelle Lionel Suchet, président-directeur général par intérim du CNES. Le modèle dual, réaffirmé dans la stratégie spatiale de défense de 2019, repose sur une logique d'efficacité et d'économie de moyens. Dans les années 1980, la France a choisi de s'appuyer sur le CNES pour développer ses programmes spatiaux militaires, plutôt que de créer une structure autonome. Une décision structurante, qui irrigue encore aujourd'hui son organisation : pas de filière séparée, mais une seule communauté d'experts mobilisée sur des projets civils comme militaires, avec une circulation fluide des compétences. « *Un ingénieur du CNES peut travailler sur un ordinateur de bord pour un satellite d'observation scientifique le matin, puis basculer sur un programme classifié l'après-midi* », indique Lionel Suchet.

### Une coopération technique et stratégique

La dualité repose sur un principe de réciprocité : le CNES apporte ses expertises – développement et opérations de programmes spatiaux – et ses infrastructures – base spatiale, réseau de station – à la DGA (Direction générale de l'armement) et au CDE (Commandement de l'Espace). En retour, les acteurs de la défense nourrissent le CNES, en l'associant pleinement à leurs missions spatiales.



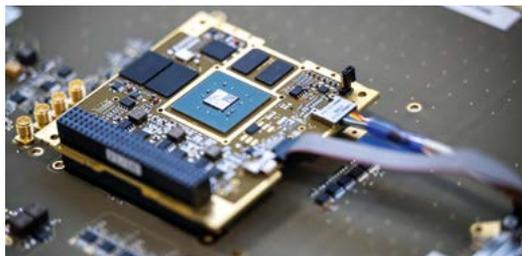
Lancement de CSO-3 à bord d'Ariane 6 depuis le CSG.

« Nous ne voulons pas nous limiter à un rôle de prestataire. La logique de dualité suppose que nous faisons pleinement partie du système », rappelle Lionel Suchet. Ce partenariat s'inscrit, de fait, dans une dynamique d'échanges croisés — une forme de mutualisme technologique : les compétences acquises dans le domaine militaire profitent aux projets civils. Certaines briques technologiques développées ou mises en œuvre dans un cadre de défense trouvent ainsi des applications dans le secteur civil, et inversement. Lionel Suchet évoque aussi les échanges avec le centre d'expertise en techniques aérospatiales de la DGA installé près de Toulouse. « Ce dernier peut s'appuyer sur le CNES pour des sujets pointus, mais pourrait être aussi sollicité en retour sur des projets de recherche sans lien direct avec la défense pour nous aider et enrichir ses compétences. »

### Un levier opérationnel au service de la souveraineté

La robustesse de ce modèle s'illustre dans les programmes les plus stratégiques. Le récent lancement de CSO-3, satellite d'observation militaire sur le deuxième vol d'Ariane 6, a mobilisé les quatre centres du CNES dans une coordination exemplaire. Le CSG pour le lancement, le Centre spatial de Toulouse pour la maîtrise d'ouvrage du programme et les opérations du satellite, en lien avec la DGA puis le CDE, la direction du Transport spatial pour le segment sol lanceur et la préparation des

opérations de lancement, et le siège pour la conduite des programmes de défense en relation avec le ministère des Armées. Le contexte de militarisation croissante de l'espace souligne plus que jamais la pertinence du modèle dual du CNES qui permet de faire plus, tout en garantissant une capacité d'analyse, de développement et d'opérations, à la fois de qualité, rapide et souveraine. « Le contexte nous pousse à aller plus vite avec des ressources limitées. La dualité rend cela possible », souligne Lionel Suchet. Loin d'être figé, ce modèle prépare aussi les équilibres futurs. Le CNES est ainsi pleinement engagé dans l'élaboration de la stratégie spatiale nationale, au sein de groupes de travail transverses dans lesquels sa double expertise joue un rôle moteur. Au sein d'un paysage spatial en mutation rapide, ce modèle dual, enraciné mais adaptable, est un outil essentiel au service de l'autonomie stratégique de la France.



## YODA : surveiller l'espace depuis l'espace

————— Avec ses deux satellites manœuvrants capables de « jouer » tel un jeu de rôle des scénarios de surveillance, de poursuite et d'action dans l'espace, le démonstrateur YODA testera dès 2028 de nouvelles capacités à proximité de l'orbite géostationnaire. En complément, il permettra de mettre au point de nouveaux concepts opérationnels et d'assurer la montée en compétences du Commandement de l'Espace.



## Un partenariat stratégique avec le CDE

À Toulouse, le CNES accompagne la montée en puissance du Commandement de l'Espace.

Issue de la stratégie spatiale de Défense validée par le Président Macron, la création du Commandement de l'Espace (CDE) en 2019 marque un tournant stratégique : le spatial devient un théâtre d'opérations à part entière. En cours de déploiement à Toulouse, en plein cœur de l'écosystème spatial national, le CDE

s'appuie naturellement sur le CNES, opérateur étatique et référence dans le domaine des systèmes spatiaux. « Notre rôle est d'accompagner le CDE dans sa montée en compétences en

# 170

C'est le nombre de participants

qui ont pris part à la 5<sup>e</sup> édition de l'exercice spatial militaire français AsterX, organisé par le Commandement de l'Espace au CST en mars 2025 (photo ci-dessus).



contribuant à la formation de son personnel et en apportant une expertise », souligne Béatrice Deguine, sous-directrice de la maîtrise des systèmes spatiaux en orbite.

Un peu plus de cinq ans plus tard, cette collaboration s'est concrétisée sur le site du CNES, où

des équipes mixtes CNES/CDE assurent ensemble la conduite des opérations satellitaires de défense. Les opérateurs du CDE sont formés aux activités de programmation des charges utiles, aux analyses en dynamique de vol, aux analyses qualité des images... Objectif : leur permettre d'être autonomes pour opérer les futurs systèmes militaires comme le démonstrateur YODA, sa version opérationnelle Égide, ou encore IRIS<sup>2</sup>. « Un meilleur partage des enjeux du CDE permettra en outre au CNES d'enrichir ses réflexions sur les futures missions, qu'elles soient civiles ou militaires. Et bien entendu, nous resterons aux côtés du CDE pour les situations les plus sensibles », souligne Béatrice Deguine. En septembre, la livraison du bâtiment du CDE et l'installation à proximité du centre d'excellence de l'OTAN pour le domaine spatial marqueront une nouvelle étape dans la construction d'un écosystème toujours plus cohérent, ouvert à la coopération internationale et aux usages croisés.

## AsterX, chapitre V

En mars, le Commandement de l'Espace a organisé la 5<sup>e</sup> édition de l'exercice spatial militaire français AsterX, qui a rassemblé 170 participants, civils et militaires, français et étrangers au CST. L'enjeu : entraîner ces unités à un scénario – fictif mais réaliste – d'attaque au-delà de l'atmosphère. Comme lors des éditions précédentes, les experts en surveillance de l'espace, opérations et dynamique du vol du CNES ont contribué activement à l'élaboration du scénario et des trajectoires des 4 000 objets spatiaux simulés. Ils ont ensuite pris part à l'animation de l'exercice, que d'autres experts CNES ont rejoint en tant que participants.



# Surveiller, prévenir, préserver : un triptyque pour l'avenir de l'espace

Alors que l'espace devient un bien commun de plus en plus disputé et fragile, le CNES déploie une démarche articulée autour de trois missions essentielles : surveiller, prévenir, préserver.

———— **Surveiller, en premier lieu** : en coordination étroite avec le Commandement de l'Espace, le CNES suit au quotidien la trajectoire de dizaines de milliers d'objets en orbite. Grâce à un réseau combinant le radar GRAVES, les télescopes TAROT, des capteurs partenaires européens et des capteurs commerciaux, il alimente le catalogue national partagé avec le CDE. Cette vision globale de l'environnement spatial est cruciale pour garantir la sécurité des missions, civiles comme militaires.

———— **Prévenir, ensuite**, via le service CAESAR. Déployé depuis 2013, celui-ci évalue chaque jour les risques de collision entre objets en orbite. Dès qu'un seuil critique est franchi, les opérateurs concernés sont alertés et reçoivent des recommandations de manœuvre. En 2023, plus de 200 alertes ont été traitées. Ce service s'inscrit dans l'initiative européenne EU SST<sup>1</sup>, qui vise à renforcer l'autonomie stratégique dans un contexte de congestion orbitale.

———— **Préserver, enfin** : engagé dans la lutte contre les débris, le CNES est le bras armé de la loi sur les opérations spatiales (LOS) et favorise l'émergence de nouvelles solutions de fin de vie, de désorbitation ou de passivation. Dans cette perspective, il porte notamment le programme Tech4SpaceCare, une plateforme d'innovation qui



accompagne start-up, entreprises et laboratoires dans le développement de technologies et services contribuant à la protection de l'environnement spatial. En outre, le CNES est membre de l'IADC (Inter-Agency Space Debris Coordination Committee) et participe à la définition des standards internationaux en matière de durabilité spatiale.

1. EUropean Space Surveillance and Tracking.

## Un cadre unique au monde

———— La loi sur les opérations spatiales (LOS) encadre les lancements et la maîtrise en orbite des objets spatiaux, afin de garantir la sécurité et la durabilité des activités spatiales sous responsabilité française. En tant qu'expert technique de l'État, le CNES évalue la conformité des opérations spatiales et élabore la réglementation technique de la LOS. La dernière version définie en 2024 couvre de nouvelles activités spatiales, comme le service en orbite ou les constellations, et renforce les aspects de gestion de trafic spatial, constituant ainsi un corpus réglementaire unique au monde.



## Dans les coulisses des missions spatiales

**Du lien radio avec le satellite à la maîtrise de son orbite, en passant par la programmation des commandes et la qualité des images produites, le CNES mobilise un vaste ensemble de compétences pointues pour assurer le bon déroulement des missions spatiales.**

### **Des stations pour dialoguer avec l'espace**

Échanger avec un satellite, c'est d'abord disposer d'un lien sol-bord fiable. Le CNES s'appuie pour cela sur un réseau de sept stations de réception et d'émission réparties sur des territoires français ou partenaires stratégiques : Aussaguel (proche de Toulouse), Kourou, Hartebeesthoek (Afrique du Sud), Kiruna (Suède), Inuvik (Canada), Punta Arenas (Chili), et bientôt La Réunion (voir Open Space, p. 36). Ces stations, qui sont toutes télégérées, assurent la commande à distance des satellites et

la réception de leurs données. Certaines d'entre elles sont spécifiquement dédiées à des usages sensibles. « Ce réseau régalien nous donne une capacité autonome d'accès à l'espace, précieuse pour les missions de défense, mais aussi pour les missions scientifiques », souligne Marie-Anne Clair, directrice technique et numérique du CNES. Ce dispositif assure une grande réactivité pour les besoins civils et militaires.

### **Le COR, tour de contrôle des stations**

Rouage essentiel de la conduite des missions, le Centre d'opérations du réseau (COR) orchestre l'allocation des stations aux différents satellites. Il planifie les créneaux, vérifie la non-concurrence des accès et supervise le bon déroulement des sessions de communication. 24h/24, les experts du COR assurent le bon fonctionnement des automatismes en place pour les opérations, optimisent l'utilisation des stations disponibles et gèrent les interfaces avec les centres de mission. Parallèlement, ils préparent l'avenir : nouvelles missions et nouveaux concepts opérationnels. Au sein du COR, le Centre d'orbitographie opérationnelle (COO) travaille en appui des centres de contrôle et des stations pour

## 7

## STATIONS DE RÉCEPTION ET D'ÉMISSION pour assurer la commande à distance des satellites et la réception de leurs données.

assurer le suivi de l'orbite. Cette mesure est essentielle pour le pointage des antennes des stations.

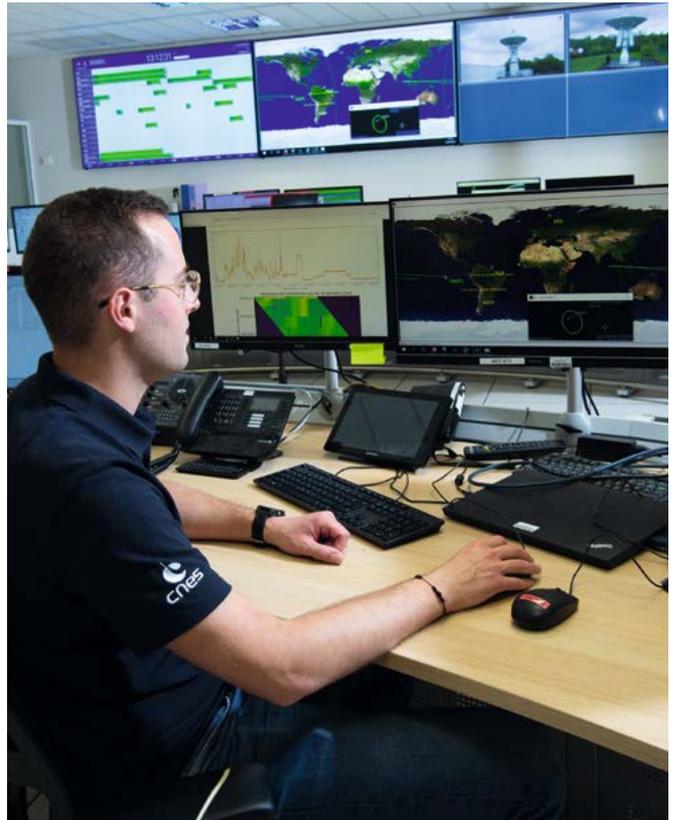
### Centres de mission et de contrôle : un pilotage à deux voix

Le centre de mission est chargé de programmer les objectifs, en fonction des priorités exprimées par les différents utilisateurs. « Pour un projet comme Pléiades, les militaires tout comme les scientifiques et les clients civils peuvent ordonner l'imagerie d'un site. Le séquençement des prises de vues est calculé en fonction des priorités affectées à chaque requête », explique Marie-Anne Clair. Le centre de contrôle, quant à lui, traduit cette programmation en télécommandes et veille à la santé du satellite en orbite. Il envoie les ordres vers le satellite durant les créneaux de visibilité station alloués via le COR. Il surveille la réception des données et en vérifie l'intégrité technique. Il estime et prédit la trajectoire du satellite, calcule les manœuvres nécessaires au maintien sur la bonne orbite et à la gestion des risques de collision avec les autres objets, débris ou satellites. Pour certaines missions, ces deux voix n'en font qu'une, par regroupement des fonctions dans un seul et unique centre. « Les équipes opérationnelles des centres de contrôle travaillent en horaires étendus, avec une implication sur plusieurs centres. À travers cette organisation, le CNES met en place une mutualisation fine des compétences et un fonctionnement en réseau, qui s'appliquent aussi bien aux missions civiles qu'aux missions duales », précise Marie-Anne Clair.

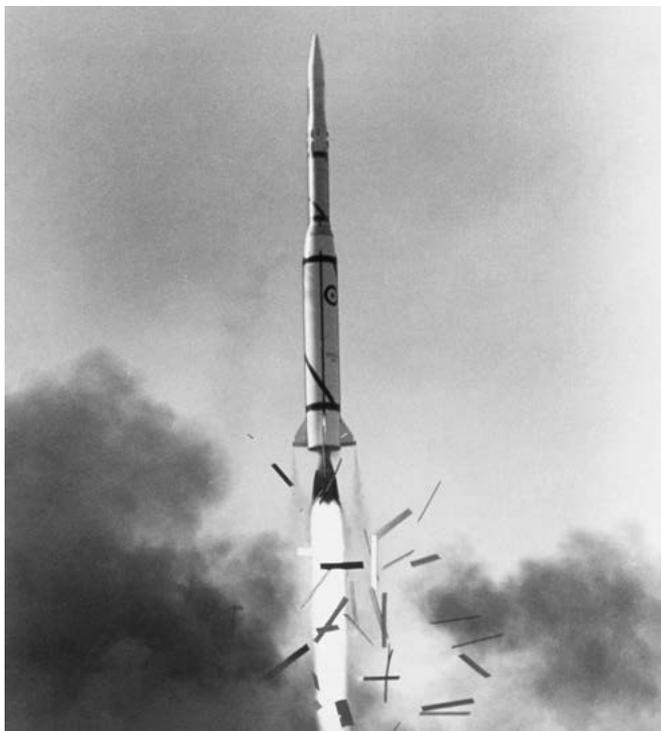
### Des expertises transverses essentielles

Le CNES dispose également d'un centre d'expertise images, chargé d'évaluer et de maintenir en permanence la performance des images produites en lien avec les centres exploités par des industriels. Ses équipes traitent une quarantaine d'images de calibration par mois, afin d'ajuster leurs différents paramètres (résolution spatiale, distorsion, bruit, stabilité de la focale...). Ces activités bénéficient à tous les utilisateurs, civils comme militaires, et contribuent à la préparation des futures missions. Certaines missions, comme Kinéis ou des programmes

de défense, mobilisent des constellations de satellites en vol groupé, dits « en essaim » ou « en formation ». Ce mode de vol implique que plusieurs satellites évoluent de manière coordonnée, avec des positions relatives maîtrisées, afin d'assurer des observations croisées ou synchronisées. L'envoi d'ordres collectifs et la synchronisation des unités exigent un pilotage précis de l'orbite. Ces opérations reposent sur des compétences transverses qui se partagent entre les différentes missions, renforçant la continuité de service et la robustesse de l'ensemble des opérations spatiales.



# Retour vers le futur



## Diamant, joyau dual de l'aventure spatiale française

**Premier lanceur spatial français, Diamant symbolise, depuis soixante ans, l'alliance entre ambitions civiles et stratégie militaire.**

### REPÈRES

**1959**

Lancement du programme militaire stratégique EBB (études balistiques de base), dit « Pierres Précieuses »

**1961**

Création du CNES, qui prendra progressivement en charge le développement des versions de croissance du programme Diamant

**1965**

Succès du premier vol de Diamant A et mise sur orbite du satellite Astérix

**1970**

Premier vol de Diamant B, première évolution plus puissante, depuis Kourou

**1975**

Premier vol de Diamant BP4, seconde évolution  
Fin du programme Diamant

Le 26 novembre 1965, à 15 h 47, la fusée Diamant A s'élève de la base d'Hammaguir, en Algérie. Quelques minutes plus tard, la capsule expérimentale de 39 kg Astérix est placée en orbite basse, à un peu plus de 500 km d'altitude.

À la veille du premier tour de l'élection présidentielle au suffrage universel, cet événement abondamment relayé par la presse de l'époque prend aussi une dimension politique : c'est l'ambition d'une France souveraine, maîtresse de sa technologie comme de son destin. Avec ce lancement réussi, la France devient alors la troisième puissance spatiale mondiale, rejoignant l'URSS et les États-Unis. Un exploit technique, mais aussi l'aboutissement d'une stratégie discrète et patiemment construite.

« Diamant demeure l'une des plus belles illustrations de la dualité, explique Vincent Taponier, expert en transport spatial. Ce lanceur civil démontre la fiabilité des technologies mises au point pour la dissuasion, tout en assurant notre indépendance spatiale. » Issu du programme balistique militaire des « Pierres Précieuses », Diamant incarne une « opportunité civile » surgie d'une logique militaire, fruit bienvenu d'un programme de défense pensé dans une optique stratégique. En retour, il a permis de démontrer la fiabilité des technologies clés qui seront ensuite mises en œuvre dans les vecteurs stratégiques de la dissuasion française. Cette logique qui repose sur le principe d'autonomie d'action défendu avec constance par la France s'est prolongée tout au long de l'histoire des lanceurs européens. En mettant en orbite CSO-3 lors de son premier vol commercial, Ariane 6 incarne plus que jamais cette articulation féconde entre ambitions civiles et exigences stratégiques.



Jacques Arnould

Historien des sciences et théologien, chargé de mission pour les questions éthiques au CNES

## Le glaive et la paille

**L'espace est né d'une conjuration, celle du civil et du militaire. Dès lors, rien d'étonnant s'il n'est pas toujours aisé de les distinguer. Il nous revient de décider quel but nous poursuivons en y recourant.**

————— **Vrais ou faux**, les jumeaux ont toujours été des fauteurs de troubles, avec une question lancinante : est-il possible de les distinguer l'un de l'autre ? Car nous, les humains, aimons trouver des différences, poser des limites, appliquer au monde qui nous entoure le proverbe issu du fond des âges et de nos racines terriennes : « *Les bonnes clôtures font les bons amis.* » Quelle barrière poser lorsque nous nous trouvons face à deux enfants nés de la même gestation qui se ressemblent bien plus que nous ressemblons à notre propre reflet dans un miroir ? Quelle hiérarchie établir (une autre tendance humaine) entre eux ? Devons-nous, comme l'ont fait certaines cultures, soupçonner deux pères différents, jusqu'à imaginer que l'un soit de nature divine ? Ou instaurer entre les jumeaux un conflit qui parviendrait enfin à les distinguer ? Notre malaise face à la gémellité m'a souvent fait penser à la dualité qui caractérise les activités spatiales. Certes, les différences entre les objectifs, les stratégies, les méthodes, les éthiques des domaines civil et militaire diffèrent notablement. Mais pouvons-nous ignorer qu'ils se sont tous les

deux penchés sur le berceau de l'astronautique ? Pouvons-nous oublier que celle-ci a eu pour géniteurs « *le glaive et la paille* », pour reprendre la belle formule de Roger-Maurice Bonnet ? Pouvons-nous ignorer les communs qu'ils partagent, en particulier la collecte de données ? Lorsque Clément Ader écrit à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle : « *Sera maître du monde qui sera maître du ciel* », il ne s'adresse pas qu'aux militaires qui financent ses travaux. Ne nous leurrons pas : il serait vain de rêver à une astronautique qui resterait vierge de tout usage militaire. Le ver était sans doute dans la pomme dès les premiers coups de crayon de ses inventeurs et cette pomme avait trop belle allure pour que les militaires ne la croquent pas. Qu'ils soient civils ou militaires, politiques, scientifiques ou marchands d'images, les acteurs de l'espace doivent admettre qu'ils poursuivent en fin de compte le même objectif : la poursuite du savoir et l'acquisition d'une maîtrise. Et cette entreprise est loin d'être innocente. La guerre est peut-être le « *péché originel* » de l'espace, mais un péché sans lequel, reconnaissons-le, ils n'auraient probablement jamais atteint l'âge adulte. Dès lors, il paraît bien difficile de choisir entre le glaive et la paille ; l'espace les tient liés trop étroitement l'un à l'autre. En revanche, il nous revient de choisir l'emploi de ce pouvoir, de cette maîtrise dont nous nous sommes dotés. L'espace n'est qu'un moyen, une destination ; quels sont nos objectifs ?

## MINISTÈRE DES ARMÉES

### « Il n’y a plus de rupture franche entre le civil et le militaire »



#### Eva Portier

Adjointe Espace du délégué général pour l’Armement et secrétaire générale du Comité spatial de défense

« **La Direction générale de l’armement (DGA)** s’appuie depuis l’origine des programmes spatiaux sur les compétences du CNES, son expertise technique et sa connaissance du milieu pour la conduite des programmes », rappelle Eva Portier. Ce partenariat fécond, l’ingénieure générale de l’armement formée à Polytechnique et à l’École des Mines de Paris y contribue dès 1999. Elle débute dans le spatial chez Astrium, avant d’intégrer la DGA sur le programme Syracuse. En 2002, elle devient conseillère Espace de Claudie Haigneré, ministre déléguée à la Recherche et aux Nouvelles Technologies. « J’ai vécu aux côtés du CNES des moments complexes autour de Galileo, des lanceurs et des satellites. » Le 6 mars 2025, la mise en orbite du satellite d’observation militaire CSO-3

ravive le souvenir de sa participation au développement de CSO. « C’est une des grandes réussites collectives, qui associe à la fois le CNES, la DGA, les forces armées et la base industrielle spatiale française », estime-t-elle. Après un passage au cabinet du Premier ministre au poste de conseillère pour les affaires spatiales, l’ingénieure retrouve les rangs de la DGA en 2010. Elle endosse le rôle de directrice des systèmes de renseignement et du programme MUSIS-CSO, un système d’observation destiné à renforcer la surveillance stratégique de la Terre par les armées. Dans son portefeuille : CSO, Hélios, CERES, ainsi que les démonstrateurs et segments sol associés. En 2016, elle devient architecte de systèmes de défense, avant d’être nommée adjointe Espace du délégué général pour l’armement. Depuis 2023, elle coordonne l’action et la stratégie du ministère des Armées dans le domaine spatial, aussi bien en interne qu’en interministériel, ou encore en interaction avec l’ONERA<sup>1</sup> ou le CNES. « Nous établissons des feuilles de route communes dans certains domaines duaux pour être efficaces collectivement. C’est une fertilisation mutuelle. » Car les programmes civils sont devenus stratégiques pour leurs utilisations à des fins militaires. « Aujourd’hui, nous sommes dans un continuum, il n’y a plus de rupture franche entre le militaire et le civil », analyse Eva Portier. Dans un contexte géopolitique mouvant et incertain, à l’ère du New Space, comment réorganiser nos capacités spatiales pour aborder les enjeux militaires et ceux de la filière spatiale ? « Cette incarnation de la dualité historique est une spécificité française. La collaboration entre la DGA et le CNES doit fructifier, dans un dialogue constant autour d’objectifs communs au service de la politique française. »

1. Office national d’études et de recherches aérospatiales.



## LOOK UP SPACE

# « Développer une solution souveraine 360° qui va de l'observation à l'action »

## Juan Carlos Dolado Pérez

Cofondateur et directeur technique

« **Quand j'étais en poste au CNES,** pour gérer les risques de collision de plusieurs centaines de satellites en orbite, on utilisait 90 % de données d'origine américaine », se souvient Juan Carlos Dolado Pérez, ancien chef du service surveillance spatiale. Face à ce manque d'autonomie stratégique française et européenne, il cofonde en 2022 avec le général Michel Friedling, ancien commandant de l'Espace, la société Look Up Space, spécialisée dans la surveillance et la sécurité des opérations spatiales civiles et militaires. « *Notre mission est de développer une solution souveraine 360° qui va de l'observation à l'action* », résume-t-il. Un réseau de radars permet de scruter en permanence les objets sur chaque orbite. Une plateforme numérique multisource offre une capacité de traitement des données ainsi collectées. Le premier capteur a été développé en moins de deux ans. Basé en Lozère, il entrera en service à l'été 2025. La start-up, fruit d'un essaimage du CNES, est aussi soutenue par le volet spatial de France 2030. « *Le CNES nous aide à développer nos systèmes grâce à son expertise. Son regard critique mais bienveillant, à chaque étape de nos projets, est clé pour nous.* » L'ingénieur franco-espagnol a un long historique

avec le CNES. Fraîchement sorti de l'ISAE-Supaero, il y entre en stage en 2008 au service manœuvres orbitales. Embauché au service exploration de l'Univers, il vient deux ans plus tard renforcer l'orbitographie. Entre 2010 et 2022, il supervise les équipes dédiées à la surveillance de l'espace. « *Nous étions deux quand j'ai débuté, 50 quand j'ai quitté le CNES* », pointe-t-il pour illustrer la prise en compte croissante des contraintes induites par les risques de collision sur les satellites. Un sujet stratégique pour la conduite des missions opérationnelles militaires. Au CNES, Juan Carlos travaille sur les essais missiles réalisés depuis Biscarrosse et les sous-marins. À bord du Monge, il monte une campagne de calibration des radars impliqués dans la surveillance de l'espace. Il collabore aussi avec ses homologues militaires pour l'intégration d'officiers du Commandement de l'Espace au sein de son service. « *Notre challenge, c'est de répondre aux enjeux de sécurité et de souveraineté tant pour des besoins civils que militaires, renforçant ainsi la capacité du CNES et du ministère des Armées à faire leurs missions avec plus de précision, de réactivité et d'autonomie.* » Un deuxième radar est en construction en Polynésie française. Cinq autres capteurs seront déployés dans les territoires ultramarins.

HEMERIA

## « Ce partenariat public-privé a créé l'impulsion du New Space »

**Nicolas Multan**

Directeur général



———— **Kourou, décembre 2019.** Le premier nanosatellite industriel français ANGELS est mis en orbite par le lanceur Soyouz. Nicolas Multan suit l'événement depuis Toulouse. Sa femme va accoucher d'une minute à l'autre. « *Ma fille était en train d'arriver et mon autre "bébé" allait voler. Par analogie, c'était l'accouchement, l'aboutissement d'un long travail qui avait mobilisé des dizaines de personnes* », se remémore le directeur général d'Hemeria (ex-Nexeya). En 2017, sa société et le CNES unissent leurs forces pour financer et développer ce satellite miniature précurseur. Nicolas Multan est alors directeur de la division spatiale de Nexeya, pionnière sur le marché des nanosatellites. Lors d'une réunion avec la direction du CNES, « *une forme d'alchimie* » opère et un mode de fonctionnement novateur se met en place.

Huit experts de l'agence spatiale intègrent les équipes de la PME. L'excellence technologique du CNES rencontre la logique de rentabilité d'Hemeria. « *Ce côté rationnel industriel qui impose de faire des choix pilotés par le coût lui a permis de revisiter son schéma de pensée sur les développements.* » Pour fabriquer ANGELS, Hemeria s'entoure de sous-traitants régionaux. « *Ce partenariat public-privé a créé l'impulsion du New Space en France et structuré toute la filière nanosat* », se félicite-t-il. En presque dix ans, la coopération s'est étoffée. En 2020, le CNES lance les travaux sur YODA, un satellite patrouilleur chargé de veiller sur les satellites militaires français Syracuse et Athena-Fidus. Le ministère des Armées et le CNES confient son développement à Hemeria. Idem pour le ballon manœuvrant BalMan qui décolle à l'automne 2024. Cet aérostat servira tant aux scientifiques pour l'observation de la Terre et la météorologie qu'à des missions de surveillance militaires. Des technologies spatiales à double usage... « *Il y a toujours un lien fort, car que l'on fasse du militaire ou du civil, l'environnement de contraintes est le même.* » En mars 2025, dans le sillage d'ANGELS, les cinq derniers nanosatellites de la constellation Kinéis sont lancés par la fusée Electron. Née sous l'aile du CNES et produite par Hemeria, cette flotte de 25 microsatsellites pourra capter et transmettre en quasi temps réel des données stratégiques collectées en tout point du globe. Une innovation utile pour les besoins opérationnels des forces armées comme pour la surveillance de l'environnement. « *Mutualiser le coût, les délais de développement et certains enjeux permet d'aller vers un spatial militaire plus agile et moins cher, et vers un spatial civil plus robuste.* »



## AGENCE DE L'INNOVATION DE DÉFENSE

**« À bas niveau de maturité technologique, on peut imaginer des usages duaux »**

**Patrick Aufort**

Directeur

« **À part la dissuasion nucléaire**, un peu de guerre électronique et les sujets de furtivité, tout le reste, ce sont des technologies duales », avertit l'ingénieur général de l'armement à la tête de l'Agence de l'innovation de défense (AID) depuis mars 2023. Patrick Aufort a consacré sa vie à la défense de son pays, avec l'aérospatial en toile de fond. En 1994, il intègre la Direction générale de l'armement (DGA) à la suite de son service militaire. Il travaille tour à tour sur le système d'autoprotection du Rafale, la surveillance aérienne et la conduite des opérations, la rénovation des avions de patrouille maritime, puis prend la direction des deux centres d'expertise et d'essais militaires. Il rejoint l'AID à l'automne 2020 au poste de directeur adjoint, avant d'en prendre sa direction. « Parmi les grandes missions de l'Agence figure la préparation des grandes briques technologiques pour nos prochains programmes d'armement », explique-t-il. Le CNES est associé à cette mission dans le cadre de la conception des satellites indispensables aux missions des forces armées (renseignement d'origine image et électromagnétique, télécommunications). L'AID déniche aussi « les technologies émergentes porteuses de ruptures potentielles » issues du monde civil et les expérimente pour les ramener

vers des usages militaires. « Nous avons de nombreux échanges avec le CNES pour détecter les acteurs émergents du New Space et faire vivre cet écosystème. » Placé sous la responsabilité de la DGA, le programme 191 alimente la recherche de solutions duales menée par CNES. « À chaque fois qu'on utilise ces crédits, il y a des applications civiles et militaires. Par exemple, sur des sujets très structurants comme l'imagerie radar ou l'Internet des objets satellitaires », développe l'ingénieur général. Le projet NESS illustre aussi cette synergie entre civil et militaire. « Ces satellites ont pour but de surveiller le spectre électromagnétique pour détecter les interférences sur les systèmes de géolocalisation. » Un projet spatial dual qui intéresse tant l'aviation civile que la défense. Autre projet coconstruit : le challenge Mobilex autour de la mobilité autonome des véhicules terrestres en environnement complexe. « Nous cherchons à faire naviguer des robots sur un champ d'opération, quand le CNES se pose les mêmes questions pour une mission lunaire », commente-t-il. Un terrain distinct, mais des problématiques techniques similaires. « À bas niveau de maturité technologique, on peut imaginer des usages duaux. C'est l'environnement dans lequel on les emploie qui les différencie. »

## Duos duaux

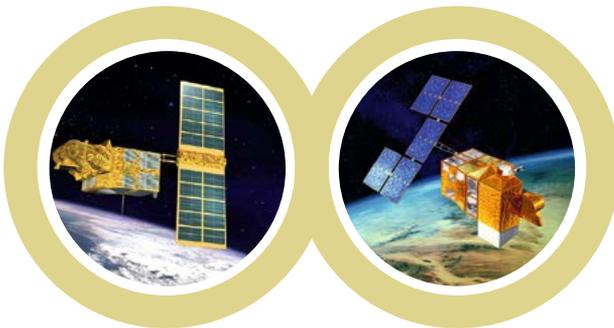
**Systèmes sol ou satellites, chacun de ces duos a incarné en son temps la logique duale portée par le CNES.**

———— **La dualité spatiale**, ce n'est pas qu'un partage de moyens : c'est aussi un terrain fécond d'expérimentations et d'enrichissement technique pour l'ensemble des acteurs, où l'innovation circule dans les deux sens. Affranchi des logiques de rentabilité à court terme qui pèsent sur les industriels, le

**SPOT (1986-2014)**

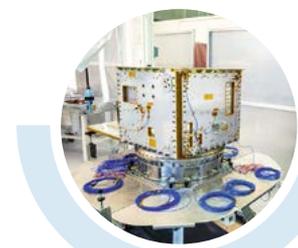
Premier programme militaire d'observation optique français, Hélios reprend plusieurs éléments développés pour SPOT, notamment dans la chaîne image et le segment sol, tout en répondant à des exigences propres au renseignement de défense.

**Myriade (2000-2020)**



Programme civil d'observation de la Terre à vocation agricole, environnementale ou cartographique, SPOT marque le véritable point de départ de l'imagerie optique en France. Dès sa genèse, SPOT a été conçu avec l'idée d'une mutualisation technique et organisationnelle avec Hélios.

**Hélios (1995-2012)**



Conçue pour accueillir des charges utiles de petite taille, Myriade est une plateforme – infrastructure de base offrant alimentation, pilotage et télécommunications – réutilisable pour des missions scientifiques ou militaires.

CNES teste, expérimente et affine depuis toujours de nouvelles méthodes, de nouvelles technologies et de nouveaux usages dans une perspective d'optimisation des ressources, tout en veillant au niveau de service rendu par les systèmes. Résultat : des briques techniques développées sur des programmes

civils migrent vers des capacités de défense – et inversement. Le pilotage par actionneurs gyroscopiques, inauguré sur Pléiades, s'est ainsi imposé sur bien d'autres missions. La visée stellaire, née sur Hélios I, équipe aujourd'hui de nombreux satellites civils. Plus récemment, l'expertise acquise sur SWOT en altimétrie de

haute précision irrigue les réflexions stratégiques sur la surveillance des zones d'intérêt militaire. L'approche duale, c'est aussi une capitalisation continue : une anomalie traitée, un contournement technique, une procédure validée, une formation rodée... tout cela bénéficie aux deux univers.

## ANGELS (2019)



Premier nanosatellite industriel français, ANGELS prolonge l'esprit de standardisation de la filière Myriade, dans un format plus compact et industrialisé. Porté par le CNES et Hemeria, il marque le basculement vers une nouvelle génération de plateformes agiles pour des missions civiles comme de défense.

Système civil d'observation à très haute résolution, Pléiades marque une nouvelle étape dans l'agilité, la précision géométrique et la qualité image. Conçu dès l'origine dans une perspective duale, il intègre des technologies devenues aujourd'hui des standards, comme le pilotage par actionneurs gyroscopiques ou les viseurs d'étoiles HYDRA.

## CSO (2018-)



## Pléiades (2011-)

Dérivé militaire de Pléiades, CSO hérite largement de son architecture avionique, de son logiciel de vol et de ses choix instrumentaux. Plusieurs briques, comme le navigateur GNSS LION ou la chaîne image, ont été développées dans une logique mutualisée.

# Attractions terrestres



## Une collection inédite

Le « **Carnet de voyage** » n° 4 signé par les équipes du CNES est consacré à la défense. Pénétrez dans les coulisses de l'univers exceptionnel du spatial, des grandes missions et des métiers du CNES. Ce support pédagogique de 27 pages a été pensé comme une invitation au voyage. Les contenus laissent place aux témoignages et la mise en page fait la part belle à l'image et à la couleur. Le carnet défense se décline en français et en anglais.

*Retrouvez-le à l'occasion du salon du Bourget, du 16 au 22 juin 2025 !*

## Protégez votre vie privée !

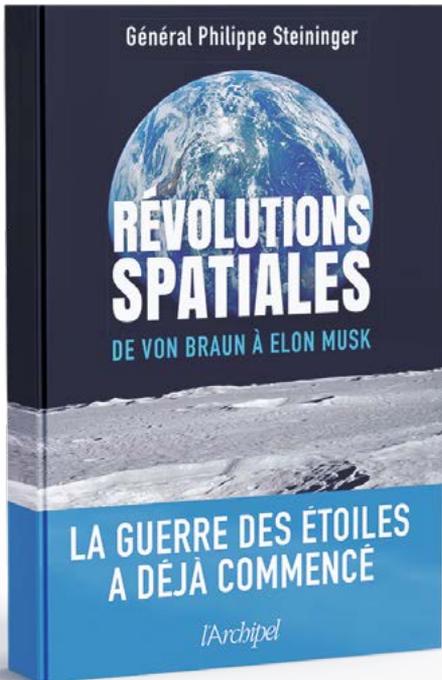
Grâce au kit de confidentialité, équipez-vous de cinq caches webcam, d'un bloqueur de données USB et d'une carte de blocage RFID aux couleurs du CNES destinée à protéger vos coordonnées bancaires.

6 € – À retrouver sur [maboutique.cnes.fr](http://maboutique.cnes.fr)



## La guerre du ciel a commencé

*La ruée vers l'espace. Nouveaux enjeux géopolitiques* est paru en 2024 aux éditions Tallandier. Son auteur, Xavier Pasco, dirige la Fondation pour la recherche stratégique. Ce spécialiste des questions spatiales civiles et militaires livre un regard aiguisé sur les nouvelles formes de compétitions qui ont lieu dans l'espace. Nouveaux entrants du New Space, militarisation de l'espace, privatisation de ce bien commun... Quels sont les défis de cette nouvelle guerre du ciel ? 20,90 €



## Panorama des révolutions spatiales

\_\_\_\_\_ **Philippe Steinger** est conseiller militaire du président du CNES. En 2024, il a publié un essai intitulé *Révolutions spatiales : de von Braun à Elon Musk. La guerre des étoiles a déjà commencé*. L'auteur offre un éclairage sur les enjeux spatiaux du *xxi<sup>e</sup>* siècle et questionne la notion de puissance spatiale. Faut-il prendre au sérieux la perspective d'affrontements militaires dans l'espace ? Si oui, quelles formes prendraient-ils ? Qui sont les acteurs émergents du New Space ? Autant de questions abordées dans cet ouvrage publié aux éditions de l'Archipel. 22 €



Pour écouter le podcast « Les Mardis de l'espace »

## Podcast

\_\_\_\_\_ « **Cybersécurité et défis de la gestion du trafic spatial** ». C'est le thème de l'épisode de janvier 2024 des Mardis de l'Espace organisé par le CNES et animé par le journaliste scientifique Paul de Brem. Une rencontre ponctuée par les interventions de deux experts du CNES : Laurent Francillout, sous-directeur Surveillance et Maîtrise de l'espace, et Julien Airaud, expert senior Cybersécurité au CNES.

À réécouter sur toutes les plateformes et sur [cnes.fr](https://www.cnes.fr).

## AGENDA

**JUILLET 2025 :**  
**LANCEMENT CO3D**  
(p. 11)



**FIN 2025 :**  
**DEUXIÈME VOL D'ESSAI BALMAN**  
Conçu et fabriqué par l'industriel Hemeria sous maîtrise d'ouvrage du CNES, ce ballon survolera une zone géographique d'intérêt à plusieurs dizaines de kilomètres d'altitude. Équipé d'une charge utile jusqu'à 50 kg, cet aérostat innovant aura des applications scientifiques concernant la météorologie, la surveillance de zones à risques (départs de feu, éruptions volcaniques) et servira de relais télécoms pour les militaires.

## Le réseau mondial d'antennes multimissions

Pour configurer, programmer ses satellites en orbite et collecter leurs données, le CNES s'appuie sur un réseau d'antennes réparties aux quatre coins du globe.

### ISSUS-AUSSAGUEL - TOULOUSE

Déployée en 2023, une antenne nouvelle génération de 5,5 m de diamètre permet de suivre depuis le sol les satellites envoyés en orbite basse. Avec sa parabole de 11 m, l'autre antenne permet d'opérer des satellites jusqu'à l'orbite géostationnaire.

### KIRUNA - SUÈDE / INUVIK - CANADA

Ces deux antennes polaires de 13 m, développées en partenariat, permettent d'opérer des satellites d'observation de la Terre en orbite basse pour des missions d'imagerie et d'observation électromagnétique, scientifique ou de défense.

### KOUROU - GUYANE

Jumelle de l'antenne de 11 m située à Toulouse, la version guyanaise est utilisée pour suivre les satellites de toutes les missions institutionnelles du CNES, comme les mises en orbite des satellites de communication des forces armées Syracuse IV.

### HARTEBEESTHOEK - AFRIQUE DU SUD

Le CNES peut aussi s'appuyer sur cette antenne de 11 m de diamètre pour supporter des missions de défense et scientifiques, ainsi que pour effectuer des opérations spéciales comme le retrait de service d'un satellite en fin de vie.

### LE CENTRE D'OPÉRATION DU RÉSEAU - TOULOUSE

Ce réseau multimissions est opéré depuis le Centre d'opérations du réseau (COR). Trente personnes assurent la maintenance et les opérations nécessaires au support des missions de défense, institutionnelles et scientifiques. Véritable chef d'orchestre, il peut répartir n'importe quelle mission sur n'importe laquelle de ses stations.

### PUNTA ARENAS - PATAGONIE CHILIENNE

En service depuis 2024, cette antenne a une parabole de 6,1 m semblable à celle d'Issus-Aussaguel. En s'appuyant sur ces antennes, le CNES met en orbite, récolte les données instruments et effectue des retraits de service des satellites en orbite basse.