RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

cnes
CENTRE NATIONAL
D'ÉTUDES SPATIALES

2022

Sommaire

ÉDITO
04 PHILIPPE BAPTISTE

06 60 ANS DU CNES

07 STRATÉGIE
07 COP 2022-2025
08 BUDGET
09 PLAN DE RELANCE SPATIAL

10 COMPÉTITIVITÉ ÉCONOMIQUE
11 APPLICATIONS ET DONNÉES
14 NEWSPACE

16 SOUVERAINETÉ
17 LANCEURS
20 DÉFENSE

22 COOPÉRATION SCIENTIFIQUE
23 SCIENCES

26 CLIMAT
27 OBSERVATION

30 LES GRANDS RENDEZ-VOUS DE 2022

32 LE CNES

ÉDITO

Philippe Baptiste
Président-directeur général du CNES

« L'ESPACE EST PLUS QUE JAMAIS AU CŒUR DES GRANDS ENJEUX DE LA DÉCENNIE. »

Quelles sont les grandes orientations stratégiques à venir dans le cadre du Contrat d'Objectifs et de Performance « Nouveaux Espaces » qui couvre la période 2022-2025 et dans un contexte spatial en pleine mutation ?

Il est une évidence que nous constatons jour après jour : la compétition mondiale, scientifique et technologique, s'accélère fortement alors que l'espace est plus que jamais au cœur des grands enjeux de la décennie.

Dans ce contexte, nous avons signé avec nos tutelles un nouveau Contrat d'Objectifs et de Performance, pour la période 2022-2025, qui s'articule autour de 4 grands piliers : la souveraineté - c'est-à-dire l'autonomie stratégique de la France et de l'Europe -, la coopération scientifique - qui concourt au rayonnement de la France -, le climat et la compétitivité économique, en intégrant de nouveaux acteurs pour renforcer la compétitivité de la filière spatiale française.

Le COP met aussi l'accent sur l'évolution de nos modes d'intervention. Pour les 4 prochaines années, nous devrons collectivement intégrer plus de subsidiarité et d'agilité dans nos activités, tout en diversifiant les bénéficiaires de nos actions et en développant nos compétences techniques.
Cette évolution permettra au CNES de se recentrer sur les missions à forte valeur ajoutée et sur l'innovation de rupture.

L'autonomie stratégique de la France et de l'Europe étant l'un des grands enjeux du nouveau COP, quelle est la stratégie du CNES pour renforcer notre souveraineté nationale, dans un contexte international devenu plus complexe ?

Renforcer notre souveraineté nationale, c'est garantir à la France, et plus largement à l'Europe, un accès autonome à l'espace. Nous avons un premier objectif : réussir le lancement d'Ariane 6 et lui garantir un avenir commercial. Nous devons aussi préparer l'avenir par des travaux sur les lanceurs du futur, notamment réutilisables, avec des coûts les plus bas possibles, tout en faisant du Centre Spatial Guyanais le port spatial de référence au niveau mondial !

Renforcer notre souveraineté nationale, c'est aussi accompagner la montée en puissance du spatial de défense.

Tandis que les préoccupations climatiques et sociétales sont de plus en plus importantes, quel rôle doit jouer le CNES face à ces problématiques ?

En tant qu'établissement public, le CNES a une vraie responsabilité, qu'il s'agisse d'environnement ou d'engagement social. Le CNES s'est doté d'une stratégie RSE alignée sur l'Agenda 2030 des Nations Unies et la Feuille de route de la France pour la mise en œuvre des objectifs de développement durable. Nous nous sommes engagés à limiter notre empreinte carbone, à protéger la biodiversité ou encore à renforcer la parité à tous les échelons managériaux.

Notre engagement se traduit aussi à travers nos projets qui fournissent de plus en plus de données indispensables pour alimenter les travaux sur la biodiversité et le climat. Le spatial, c'est le thermomètre de notre planète et c'est le moyen de lutter contre le réchauffement climatique, enjeu au cœur des préoccupations de tous.

Dans la lignée du lancement historique du télescope Webb en fin d'année dernière, l'année 2022 s'annonce très riche en projets et coopérations scientifiques. Quels sont vos axes privilégiés de coopération pour l'avenir ?

Tout d'abord, je tiens à féliciter de nouveau l'ensemble des équipes du CNES et de ses partenaires qui ont permis au télescope Webb de s'élancer avec succès à bord d'une Ariane 5 ce 25 décembre dernier depuis le Centre Spatial Guyanais. La qualité de la mise en orbite est telle que Webb a gagné plusieurs années d'exploitation avant même de fonctionner.

Je souhaite que le CNES continue de structurer les coopérations indispensables à la science spatiale à différents niveaux. Au niveau national, le CNES entretiendra des relations étroites avec tout l'écosystème français, des laboratoires de recherche aux industriels, en passant par les Ministères, les collectivités locales, les start-ups, etc. Au niveau européen, nous continuerons à porter la contribution française au programme scientifique de l'Agence spatiale européenne. Enfin, au niveau international, nous poursuivrons le développement des projets stratégiques avec nos nombreux partenaires.

Un retour vers la Lune et plus tard de possibles missions habitées vers Mars sont fréquemment évoquées. Quelle place doit avoir l'Europe dans ces nouvelles ambitions, et plus particulièrement le CNES ?

Les missions de Thomas Pesquet et les projets des grandes puissances spatiales de construire des bases sur la Lune, voire sur Mars, offrent au secteur spatial une visibilité extraordinaire. Le CNES permet à la France de jouer un rôle majeur à travers son action au sein du Programme Enveloppe Européen d'Exploration (E3P) de l'ESA, qui offre régulièrement des opportunités de vol vers l'ISS et bientôt vers le Gateway ou la surface lunaire. L'esprit de conquête et d'exploration spatiale doit être au cœur du projet européen. À ce titre, une réflexion sur de possibles vols habités développés en Europe mérite d'être à nouveau engagée.

Depuis votre arrivée, vous insistez sur un nouveau défi auquel fait face notre secteur : la valorisation de la donnée spatiale. Pouvez-vous préciser votre vision ?

Les données spatiales sont devenues essentielles à nos sociétés. La chaîne de valeur du spatial se déplace vers l'aval et les services que nous fournirons aux industriels et aux citoyens grâce à ces données sont innombrables : que ce soit en matière de recherche, d'économie ou d'environnement, le numérique et le spatial sont et seront au cœur de la croissance des années à venir.

Nous devons accompagner et soutenir les entreprises et les start-ups qui ont besoin des données spatiales pour créer des nouveaux services.

Alors que le CNES fête cette année ses 60 ans et signe un nouveau COP avec ses tutelles, comment se positionne-t-il entre son héritage et ses perspectives d'avenir ?

L'histoire du CNES, c'est une longue histoire de succès dont nous pouvons être fiers. En 60 ans, nous avons fait émerger une communauté spatiale scientifique de renommée internationale, construit avec nos partenaires une agence européenne qui permet de fédérer les efforts de tous, accompagné le développement d'industriels qui sont devenus des références mondiales.

Aujourd'hui, nous n'avons plus le même rôle qu'hier, et celui de demain est à écrire. Mais il est une chose qui lie le passé, le présent et le futur, c'est notre capacité à nous mobiliser et à nous dépasser collectivement au service de l'Etat grâce à une passion commune : **l'espace**.

60 ans pour le futur

Il y a 60 ans, la France décidait de fédérer ses initiatives nationales au sein d'une agence spatiale. Depuis sa création le 19 décembre 1961, le Centre National d'Etudes Spatiales se positionne toujours comme l'un des acteurs majeurs de l'aventure spatiale et s'adapte aux nouveaux enjeux. Soucieux de l'indépendance européenne d'accès à l'espace, avec notamment le programme Ariane, le CNES continue d'innover en contribuant à l'émergence et au soutien de lanceurs du futur moins coûteux et réutilisables, en parallèle de l'arrivée prochaine d'Ariane 6, et poursuit le développement et la modernisation du Centre Spatial Guyanais. Au fil du temps, il a su s'entourer de laboratoires mais aussi d'industriels français et européens de toutes tailles pour renforcer l'excellence scientifique, l'autonomie stratégique et la compétitivité économique de notre pays et de l'Europe. Grâce à une forte politique de coopération et à un solide savoir-faire technique, le CNES a fait émerger un écosystème spatial d'excellence en France. Ces synergies lui ont permis d'être à l'origine de grandes premières mondiales et de développer des outils cruciaux qui répondent aux enjeux d'avenir, tels que l'étude du changement climatique, la santé et la sécurité ou encore le progrès des connaissances et l'exploration lointaine habitée. Notre rôle est donc de mettre nos compétences de très haut niveau au service de notre écosystème pour lui permettre d'accomplir les innovations nécessaires, de préparer notre société aux mutations à venir et de rester compétitif à l'échelle internationale face aux nouvelles donnes du NewSpace. Depuis six décennies, le CNES a ouvert la voie aux applications et aux nouveaux usages du spatial. Les données spatiales et leur exploitation vont révolutionner notre quotidien, accompagner de plus en plus d'acteurs sociaux et économiques et sont plus que jamais au cœur de notre stratégie. Mais le CNES, c'est avant tout des femmes et des hommes qui, pendant ces 60 dernières années, ont été capables de se dépasser collectivement et de s'adapter en permanence pour porter des projets de grande envergure au service de tous, grâce à une passion commune : l'espace.

« Je veux vous dire la fierté de la France de disposer depuis 60 ans d'une institution comme le CNES, vous dire la gratitude du pays pour l'engagement de ses collaborateurs, la variété et l'excellence de leurs compétences, l'attachement que je sais profond à leur haute mission. »

Jean CASTEX, Premier Ministre,
15 DÉCEMBRE 2021

L'Etat nous confie depuis le début un rôle-clé dans sa politique spatiale et nous renouvelle sa confiance à travers le Contrat d'Objectifs et de Performance 2022-2025.

#60ansCNES #FiersduCNES

COP 2022-2025
NOUVEAUX ESPACES

Tous les cinq ans, l'État et le CNES fixent le cap de la stratégie de l'établissement à travers la signature du Contrat d'Objectifs et de Performance ou COP. Intitulé « Nouveaux espaces », le COP 2022-2025 s'inscrit dans un contexte où le spatial redevient un haut lieu de compétition scientifique et technologique.

Souveraineté, coopération scientifique, climat et compétitivité économique constituent désormais les quatre piliers stratégiques de la politique spatiale française.
En fixant le cap vers ces « nouveaux espaces », le CNES s'engage à remplir des objectifs opérationnels porteurs d'excellence et d'ambition. Leur mise en œuvre permet au spatial d'irriguer de larges pans de l'activité économique et de nombreuses politiques publiques nationales.

Le CNES renforce la compétitivité de la filière spatiale française, en accompagnant la diversification des acteurs de l'écosystème, en misant sur le développement de technologies disruptives mais aussi en mettant en œuvre de nouveaux modèles de partenariat et de co-investissement avec l'industrie.
Il accompagne la transition d'une économie de l'infrastructure vers une économie de la donnée, en faisant émerger de nouveaux usages et services.

Le CNES poursuit sa mission au service de la science en portant des missions ambitieuses et en faisant rayonner l'excellence française au niveau européen et international. Cela passe par l'animation de la recherche scientifique spatiale et une politique forte de coopération.

Pour soutenir la souveraineté nationale, le CNES se mobilise dans le programme Ariane 6 et prépare, avec les industriels et les entrepreneurs, les lanceurs du futur, réutilisables et à bas coût.
Il accompagne la montée en puissance du spatial de la défense et joue un rôle de premier plan dans l'acquisition et le traitement des données spatiales.

Enfin, dans un contexte de bouleversement climatique, le CNES fait du climat l'une de ses priorités opérationnelles et consolide ses engagements à travers, entre autres, ses programmes d'observation de la Terre et le développement de l'Observatoire spatial du climat. Par ailleurs, il joue pleinement son rôle d'opérateur exemplaire en réduisant son empreinte environnementale et en étant un employeur responsable.

La mutation rapide du secteur spatial et l'émergence d'un nouvel environnement font également évoluer les modes d'intervention du CNES, marqués par davantage de subsidiarité, de diversité des interlocuteurs et d'agilité, tout en préservant et renforçant les compétences techniques.

Ayant toujours su évoluer et s'adapter, le CNES relève, aux côtés de ses tutelles, ces nouveaux défis au service de la science, du progrès et de la souveraineté nationale et européenne.

BUDGET

Le budget du CNES est voté chaque année par le conseil d'administration et certifié par des commissaires aux comptes. Conformément aux objectifs de notre établissement, les recettes et les dépenses sont étudiées par des organismes indépendants, chargés de veiller au bon respect de leur utilisation, notamment au profit de l'industrie française, de la communauté scientifique et de l'écosystème spatial.

En 2022, le budget du CNES reste à un niveau élevé, démontrant la haute priorité donnée au spatial, ce qui permettra au CNES de maintenir le rythme de ses engagements d'affaires malgré un très haut niveau de programmation déjà engagée.

BUDGET 2022 : **2 566 M€**

SUBVENTION POUR CONTRIBUTION ESA	SUBVENTION PROGRAMME NATIONAL	RESSOURCES PROPRES	FINANCEMENTS PLAN DE RELANCE	FINANCEMENTS PIA
1 184 M€	**740 M€**	**558 M€**	**55 M€**	**29 M€**

QUI FINANCE ?

Pour mener à bien sa délégation de service public appliquée aux activités spatiales, le CNES bénéficie de financements multiples : subventions pour charges de service public, crédits du Programme d'Investissements d'Avenir (PIA), crédits du Plan de relance, recettes externes dans le cadre de programmes délégués (DGA, ESA, Eumetsat...).

Plan de relance spatial

Afin de relancer rapidement et durablement l'économie nationale impactée par la crise sanitaire, le gouvernement a déployé un plan exceptionnel de 100 milliards d'euros. Au sein du volet Compétitivité, plus de 365 millions d'euros de nouveaux crédits viennent soutenir l'ensemble de la filière spatiale française via le CNES.

6
APPELS À PROJETS LANCÉS ET OPÉRÉS PAR LE CNES.

L'objectif étant une efficacité rapide de cet investissement public, les trois premiers volets ont été contractualisés dès 2021 via des appels à projets : thématisés à destination des PME et ETI, collaboratifs à destination de consortiums, et innovants à destination des start-ups et PME.

2022 doit pour sa part concrétiser le plan nano-satellites afin de renforcer et structurer cet écosystème émergent. Les projets retenus devront permettre la démonstration ou la validation en vol d'équipements innovants mi-2023 au plus tard.

Le CNES est l'opérateur unique de ce Plan de relance spatial. Cette mise en œuvre est également suivie par un comité de pilotage composé de la Direction Générale des Entreprises et la Direction du Budget pour le Ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance, de la Direction Générale de l'Armement pour le Ministère des Armées et de la Direction Générale de la Recherche et de l'Innovation pour le Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

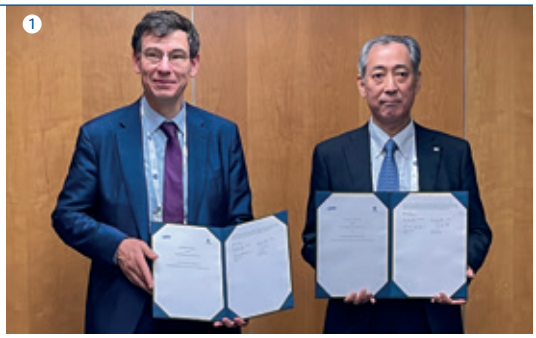
FRANCE 2030

« PRENDRE TOUTE NOTRE PART À LA NOUVELLE AVENTURE SPATIALE »

Pour répondre à ce défi, le gouvernement a décidé le plan d'investissement France 2030. Sur les 30 milliards d'euros qui seront déployés sur cinq ans, 1,5 milliard consacré à l'espace soutiendra dès 2022 plusieurs objectifs à court terme : les mini-lanceurs réutilisables, les micro/mini satellites, les constellations et l'ensemble des innovations technologiques et de services.

UN PARTENAIRE INCONTOURNABLE

Si le spatial est un haut lieu de compétition commerciale, il est aussi un terrain propice à la collaboration, tout particulièrement en matière de sciences et d'exploration. Acteur majeur de la coopération spatiale, le CNES a vocation à poursuivre et à renforcer les collaborations structurantes avec ses partenaires européens et les grandes puissances spatiales, mais aussi avec de nouveaux entrants. Conduits avec l'objectif de favoriser le développement des relations scientifiques, technologiques et industrielles, ces partenariats viennent en soutien à la politique étrangère de la France.



AFFAIRE DE DIPLOMATIE

Domaine spatial rime avec relations internationales ! Installés à Bruxelles, Berlin, Washington DC, Moscou, Tokyo, Bangalore, Abou Dabi et Pékin, nos différents conseillers spatiaux renforcent la coopération avec nos partenaires de longue date. Chaque jour, au contact de leurs correspondants locaux, ils assistent les ambassadeurs de la France sur les questions spatiales.

LE CNES ENTRETIENT DES PARTENARIATS BILATÉRAUX ET MULTILATÉRAUX AVEC PAS MOINS DE
45
PAYS ET ORGANISATIONS INTERNATIONALES.

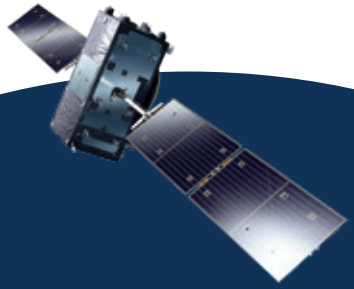
1 - Accord projet LiteBird - P.Baptiste, PDG du CNES et Dr. Hiroshi Yamakawa, Président de la JAXA.

Compétitivité économique

Le CNES a pour mission d'utiliser toutes les potentialités du spatial comme vecteur de croissance économique et de compétitivité industrielle. Une tâche d'autant plus importante qu'en quelques années, le paradigme spatial a profondément changé pour donner naissance au NewSpace. Impulsé par les méthodes disruptives de nouveaux acteurs issus du monde numérique et soutenu par des investissements massifs, ce nouvel espace démocratise le spatial dont les innombrables données nourrissent des applications toujours plus innovantes. Dans ce contexte, le CNES a pour rôle de permettre à l'écosystème spatial français de s'adapter à ces nouvelles dynamiques avec compétitivité. Partenaire de l'industrie française de longue date, il étend et renforce son soutien au secteur privé dans toutes ses composantes.

Données spatiales : l'or noir du 21ème siècle

Les données spatiales permettent de développer de nouveaux services qui révolutionnent nos usages, et demain plus encore. Avec ses partenaires publics et privés, le CNES a vocation à qualifier ces données, à en faciliter l'accès et l'utilisation dans tous les secteurs. Il soutient ainsi l'émergence et la consolidation d'une économie de la donnée en France et en Europe.



GALILEO

TOUJOURS PLUS FIABLE, TOUJOURS PLUS PRÉCIS

Fin 2021, 2 nouveaux satellites ont rejoint la constellation Galileo qui comptera 24 satellites opérationnels au printemps 2022. Le système européen de navigation fournit d'ores et déjà le meilleur service du marché : avec 1 mètre de précision, il fait deux fois mieux que GPS et plus de 2 milliards de smartphones se positionnent grâce à Galileo.
Les déclarations des services de positionnement précis et d'authentification *High Accuracy et Open Service Navigation Message Authentication* sont prévues en 2023, deux services gratuits pour les applications nécessitant une précision jusqu'à 20 cm et des informations Galileo authentifiées. Ces évolutions profiteront à de nombreux secteurs comme l'agriculture, la géomatique, le rail, la route, le maritime ou encore l'aviation.

Le CNES exploite pour l'Agence de l'Union européenne pour le programme spatial (EUSPA) les moyens de recherche et sauvetage de Galileo. Cette contribution de l'Union Européenne à COSPAS-SARSAT permet désormais de détecter une détresse et d'acquérir sa localisation mondialement en quelques minutes. Le CNES coordonne également pour l'EUSPA la surveillance indépendante des performances de navigation des services Galileo et EGNOS, impliquant 13 pays de l'Union européenne et la Norvège.

LANCEMENT
NESS
UN DÉMONSTRATEUR TECHNOLOGIQUE MINIATURISÉ

Après les plateformes pour les microsatellites inférieurs à 200 kg, puis ceux de moins de 50 kg, nous descendons à l'échelle des 5 kg avec le démonstrateur NESS, lancé au second semestre 2022. Produit par la start-up U-Space, et sous la maîtrise d'œuvre du CNES, ce nano-satellite doit valider en orbite des technologies miniaturisées qui permettent la détection et la localisation d'émetteurs terrestres interférents. Il analysera ces interférents grâce à un instrument miniaturisé développé par la société Syrlinks.

CLIN d'œil

Créé en 1978 à l'initiative du CNES et de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), Argos reste l'unique système mondial de localisation et de collecte de données par satellite dédié à l'étude et la protection de l'environnement.

ARGOS 4
VIGIE DE LA NATURE

Opéré par Kinéis, une filiale de CLS à Toulouse, le système Argos et ses balises délivrent de nombreuses applications comme la mesure des variations de température, de courants et de salinité de l'océan, la surveillance de l'activité des volcans, le suivi de l'évolution des glaces et des migrations animales, ou encore l'aide à la gestion du transport maritime. En 2022, les deux premiers instruments de la génération Argos 4 voleront sur les satellites Oceansat3 (ISRO) et HopS (NOAA/USAF), destinés à la biologie marine ainsi qu'aux applications relatives à l'observation et la surveillance de l'océan. Tout en assurant la continuité des missions Argos 2 et 3, Argos 4 offre des performances accrues, principalement en matière de capacité.

20 000

BALISES ARGOS
DÉPLOYÉES ACTUELLEMENT
SUIVIES PAR 7 SATELLITES.

TÉLÉCOMS
SPATIALES

LES FILIÈRES ÉLECTRIQUES PRENNENT LEUR ENVOL

Le tout électrique a révolutionné les satellites de télécommunications spatiales, un virage que le CNES a anticipé en accompagnant les industriels tricolores grâce notamment aux programmes « Electrification des filières » et « NEOSAT », soutenus par le Plan d'Investissements d'Avenir (PIA). Après le lancement fin 2021 de SES17 et Syracuse IVA, deux satellites de la filière Spacebus-Neo de Thales Alenia Space, HotBird 13F inaugurera la filière Eurostar NEO d'Airbus Defence and Space en 2022.

La part de marché des maîtres d'œuvre français – en nombre de satellites commandés – sur le marché commercial civil des SatCom GEO a atteint un record de 50 % sur les 5 dernières années et même 70 % en prenant uniquement en compte les appels d'offres réellement ouverts à la concurrence. Ces très bons résultats sont notamment dus aux supports à l'innovation des filières SatComs mis en place par le CNES et le PIA, supports qui ont permis à Airbus Defense and Space et à Thales Alenia Space de proposer des produits compétitifs et flexibles, bien adaptés aux besoins des opérateurs dans un contexte de forte incertitude quant aux évolutions du marché.

2 - *Satellites électriques Hotbird 13F et 13G.*

Relever le défi du NewSpace

Soutenu par des investissements massifs et des innovations de rupture, le NewSpace a remodelé le visage du spatial, engendrant une accélération technologique et industrielle mais aussi des usages. C'est une révolution économique équivalente à celle de l'internet dans les années 1990, que le CNES irrigue et accompagne avec sa structure Connect by CNES. À tous nous disons : apportez vos idées nouvelles !

CONNECT BY CNES

LE SPATIAL À VOTRE SERVICE

Observation, communication, télécommunications : le potentiel des applications spatiales est sans limite. Il revient au CNES de mettre en relation des entrepreneurs d'horizons très différents pour faire émerger de nouveaux services. Telle est la philosophie de notre initiative Connect by CNES, qui multiplie les échanges avec les autres secteurs, lance des concours et appels à projets, crée des leviers de financement et resserre les liens avec des incubateurs et autres pôles de compétitivité.

En 2022, Connect by CNES maintient son accompagnement du secteur aval et de domaines d'usage clairement identifiés (environnement, mobilité, santé). Un accent particulier va être mis sur le développement des activités vers l'amont, notamment le déploiement d'infrastructures en orbite basse, mais aussi pour préparer l'écosystème français à la future exploration lunaire.

www.connectbycnes.fr

LE CNES ET SES PARTENAIRES ACCOMPAGNENT **LA CRÉATION D'1 START-UP PAR SEMAINE** EN FRANCE DANS LE DOMAINE SPATIAL.

COSMICAPITAL

1ER FONDS DE CAPITAL-INNOVATION ENTIÈREMENT DÉDIÉ AU NEWSPACE

En pleine mutation vers un modèle « *Space as a Service* » (« l'espace en tant que service »), l'industrie spatiale offre de véritables opportunités à saisir dès aujourd'hui. Porté par la société Karista, CosmiCapital est un fonds de capital-innovation doté de 38 millions d'euros pour faire émerger des champions français et européens du NewSpace. Il est notamment souscrit par le CNES, initiateur du fonds, et le Fonds national d'amorçage 2 (FNA 2), géré pour le compte de l'État par Bpifrance dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir (PIA), et en partenariat avec l'Agence spatiale européenne.

SPACEFOUNDERS

L'ULTRA-ACCÉLÉRATEUR

Initié et co-géré par le CNES et l'Université de la Bundeswehr Munich, le programme SpaceFounders soutient les pépites européennes de premier plan en matière de technologies spatiales. En 2022, deux promotions de 10 start-ups chacune embarqueront pour 10 semaines d'accompagnement à Toulouse et Munich. Les candidats sélectionnés bénéficieront d'un mentorat sur mesure avec des experts de classe internationale, d'un accès privilégié aux financements publics et privés, du puissant réseau et des infrastructures du CNES et du support de partenaires exclusifs comme les agences spatiales européenne (ESA) et allemande (DLR).

Souveraineté

Les activités spatiales contribuent à l'autonomie stratégique de la France et de l'Europe. Pour renforcer notre souveraineté nationale, le CNES se mobilise pour préparer les lanceurs du futur et faire voler Ariane 6, dernier-né de la famille Ariane, tout en faisant du Centre Spatial Guyanais le port spatial de référence au niveau mondial.

Parallèlement, le CNES accompagne la montée en puissance du nouveau Commandement De l'Espace, pour doter le spatial de la défense des compétences nécessaires afin de protéger les intérêts de la France dans l'espace.

Ariane 6 & lanceurs du futur

Avec un vol inaugural d'Ariane 6 en 2022, l'objectif n°1 du CNES est, aux côtés des industriels, de réussir son exploitation sur un marché ultra-compétitif et de maintenir un accès autonome à l'espace. D'autres équipes dédiées préparent les lanceurs du futur.

ARIANE 6

PARÉ AU LANCEMENT

Nouveau fer de lance de l'Europe spatiale, le programme Ariane 6 procure un système de lancement alliant performance, flexibilité et compétitivité pour couvrir des besoins institutionnels comme commerciaux.

Mieux adapté aux nouvelles générations de satellites et capable de ré-allumer son étage supérieur, Ariane 6 est un lanceur modulaire qui utilise, selon les besoins, deux ou quatre propulseurs d'appoint pour la mise en orbite de charges utiles de taille intermédiaire à importante. La Direction des Lanceurs du CNES (aujourd'hui Direction du Transport Spatial) et ses partenaires industriels lui ont conçu un Ensemble de Lancement sur mesure au Centre Spatial Guyanais : l'ELA-4. Construit dans une démarche d'écoconception et s'inspirant du meilleur des autres pas de tir de la base spatiale, il a été inauguré fin septembre 2021. Les essais combinés constituent désormais la dernière étape pour tester en conditions réelles le système de lancement avec un lanceur dédié. Rendez-vous en 2022 pour le vol inaugural d'Ariane 6 !

CLIN d'œil

La toute première mission du CNES a été de trouver un site où implanter une base de lancement. Le choix s'est porté sur la Guyane. 60 ans plus tard, l'ELA 4 est le 9e pas de tir que le CNES construit au Centre Spatial Guyanais ! Le CNES réhabilite actuellement l'ancien site Diamant pour mener les essais de l'étage réutilisable Callisto et accueillir des micro-lanceurs.

40%

DE RÉDUCTION DES COÛTS DE LANCEMENT D'ARIANE 6 PAR RAPPORT À ARIANE 5.

VEGA-C

COMPLÉMENTAIRE D'ARIANE 6

Avec un premier vol prévu en 2022, la version C du lanceur léger Vega augmente de moitié sa capacité d'emport tout en réduisant son coût de service. Ces performances tiennent en grande partie au nouvel étage P120C, dont le CNES a étroitement accompagné le développement et la qualification. Ce propulseur, à la fois premier étage de Vega-C et propulseur d'Ariane 6, est l'une des clés de l'Europe spatiale pour évoluer dans un contexte extrêmement concurrentiel.

CSG-NG

SUR LA ROUTE DU FUTUR

Une base spatiale contribue directement à la compétitivité de ses lanceurs. Entre rénovation et innovations, le CSG poursuit la modernisation démarrée en 2020 et passe aux énergies renouvelables. Grâce notamment aux technologies 4.0, ses installations et processus opérationnels vont gagner la flexibilité requise pour répondre aux exigences et aux cadences d'Ariane 6 et de Vega-C comme pour accueillir d'autres acteurs issus du NewSpace.

PROMETHEUS, CALLISTO, THEMIS

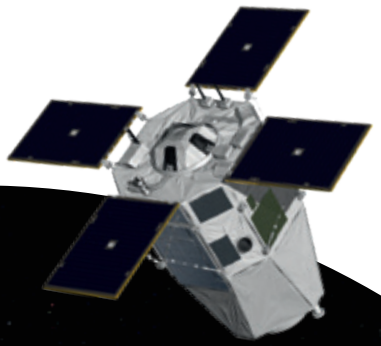
ÉVALUER ET TESTER LA RÉUTILISATION

Engagé pour imaginer et préparer les futures générations de lanceurs européens, le CNES mène avec l'ESA et ses partenaires le programme Ariane Next, un système de lancement flexible, réutilisable et à impact environnemental maîtrisé. Avec une approche pragmatique et économique, nous étudions via des démonstrateurs les meilleures pistes des éléments réutilisables d'un lanceur : le moteur à très bas coût Prometheus a déjà entamé ses essais au banc, quand Callisto testera prochainement la pertinence du retour et de la réutilisation d'un étage avec un profil de vol représentatif du premier étage d'un vrai lanceur. Ce moteur et cet étage équiperont le démonstrateur de lanceur réutilisable Themis, dont le premier exemplaire sera assemblé en 2022 pour des essais « décollage-atterrissage ».

3 - *Moteur Prometheus* • 4 - *Callisto* • 5 - *Themis*

Voir, entendre, communiquer

En quatre ans, 3 flottes de 8 satellites au total auront été déployées pour renforcer les moyens spatiaux militaires français. Accueillant à Toulouse le Commandement De l'Espace, créé en 2019, le CNES est plus que jamais impliqué auprès de la Défense française, un partenaire historique.



CSO-3

LES YEUX DE LA DÉFENSE

Placés sur des orbites polaires d'altitudes différentes, les satellites militaires qui constituent la Composante Spatiale Optique répondent à une double mission : reconnaissance, depuis une altitude de 800 km, et identification, à 480 km d'altitude pour une meilleure définition et précision d'analyse. De conception identique, ils acquièrent des images à très haute résolution de jour comme de nuit et dans une variété de modes de prise de vue répondant à un large spectre de besoins.

SYRACUSE 4

LA VOIX DE LA DÉFENSE

Syracuse 4B rejoindra mi-2022 son jumeau 4A sur orbite géostationnaire. Cette nouvelle génération de satellites militaires français de télécommunication a pour objectif d'assurer la permanence des communications en tout temps (paix, crise ou catastrophe majeure). Nouvelles antennes, nouveaux centres de contrôle au sol et bandes de fréquences plus importantes, les innovations de Syracuse 4 offrent des performances accrues en termes de capacités de communication, de flexibilité, de sécurité et de résistance au brouillage.

CERES

LES OREILLES DE LA DÉFENSE

Également déployée en 2022, la constellation CERES (Capacité de renseignement électromagnétique spatiale) complète les moyens de renseignements militaires français. Ce trio de satellites évolue en orbite basse pour collecter, sans contrainte juridique de survol et en tout temps, du Renseignement d'Origine Electro Magnétique (ROEM) sur des zones inaccessibles par les capteurs de surface. Grâce à CERES, les armées françaises seront en mesure de détecter et localiser précisément des signaux électromagnétiques émis par les systèmes de radiocommunication et les radars.

CDE & ASTERX 2

LA TACTIQUE SPATIALE FRANÇAISE

Chargé de la mise en œuvre de la politique spatiale militaire française, le Commandement De l'Espace (CDE) poursuit son installation au Centre Spatial de Toulouse. En 2022, il réitère l'exercice AsterX. Son objectif est de tester les capacités à protéger les satellites français en cas de menace ou de manœuvre malveillante. Cet entraînement tactique, auquel le CNES apporte un soutien technique, mobilise les différentes unités du CDE : le Centre de commandement et de contrôle des opérations spatiales (C3OS) de Paris, le Centre militaire d'observation par satellite (CMOS) de Creil, le Centre opérationnel de surveillance militaire des objets spatiaux (COSMOS) de Lyon, ainsi que le CNES et les partenaires industriels français et internationaux.

Coopération scientifique

Étudier, comprendre et explorer l'Univers posent des défis, qui plus est à l'heure où l'on envisage des séjours de l'Homme sur la Lune, et potentiellement sur Mars. Ces missions se déroulent en coopération au sein de l'Agence spatiale européenne ou avec d'autres agences spatiales internationales, mais toujours en étroite collaboration avec les scientifiques qui les ont conçues. Le CNES joue alors un rôle essentiel dans le rayonnement et l'excellence de la science spatiale française en animant la communauté scientifique et en structurant ces coopérations.

Apprendre notre univers

De l'orbite basse aux confins de l'Univers, le CNES participe aux plus grandes missions d'exploration, robotiques et humaines : à bord de la Station spatiale internationale, sur Mars, autour de Jupiter, le tout sans jamais perdre les étoiles de vue.

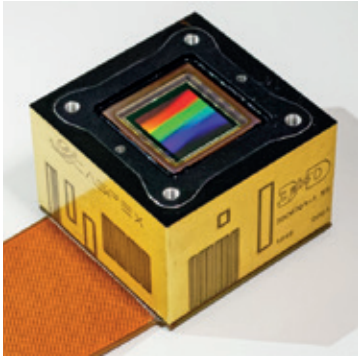
MISSION ALPHA

GOOD JOB THOMAS !

Durant son semestre à bord de la Station spatiale internationale pour la mission Alpha, Thomas Pesquet a réalisé près de 200 expériences ! La plupart des 12 expériences développées par le CADMOS (Centre d'Aide au Développement des Activités en Micropesanteur et des Opérations Spatiales), au CNES, se poursuivent après son retour sur Terre. Citons Télémaque, une pince à ultrasons qui permet de piéger de petits objets en lévitation dans un vortex acoustique, et l'instrument Lumina qui, durant au moins une année, mesurera les radiations à bord de l'ISS grâce à la fibre optique.

CLIN d'œil

2022 salue les 40 ans du premier Français dans l'espace, Jean-Loup Chrétien, sélectionné comme spationaute au CNES en 1980. Voyageant dans un vaisseau Soyouz pour rejoindre la station russe Saliout 7, il avait ainsi passé 43 jours dans l'espace.



CASPEX

CAMERA FOR SPACE EXPLORATION

Après avoir fait leurs preuves sur le nanosat Eyesat du CNES et sur une centaine de satellites Oneweb, les caméras CASPEX seront les premiers yeux français sur la Lune ! Fruit d'une collaboration entre le CNES et la société 3DPLUS, deux modèles embarqueront sur le rover Emirati ELR qui se posera sur la Lune fin 2022. Puis en 2024, une paire identique prendra place à bord du rover MMX, réalisé avec les agences spatiales allemande (DLR) et japonaise (JAXA), pour observer de plus près Phobos, une lune de Mars. CASPEX est également sélectionné sur les nanosats YODA, un innovant concept de la Défense en orbite géostationnaire.

LE TÉLESCOPE WEBB

PLUS GRAND, PLUS PRÉCIS, PLUS LOIN

Confié à Ariane 5, le télescope américain Webb s'est envolé fin 2021 pour prendre la relève d'Hubble et de Spitzer. Le 24 janvier 2022 il a atteint le point de Lagrange L2, sa destination finale située à 1,5 million de km de la Terre, pour une visibilité la plus pure possible (quand Hubble évolue à 570 km). Le temps de calibrer ses instruments, il sera opérationnel mi-2022.

Pur joyau technologique, le Webb va nous aider à comprendre et à dater les nombreuses découvertes de ses vénérables prédécesseurs : les premières galaxies, les molécules dans les atmosphères des exoplanètes…

Pour tenir ses ambitions, il concentre plusieurs innovations, dont le premier (et plus grand) miroir déployable dans l'espace. La France a développé, sous maîtrise d'ouvrage du CNES, l'imageur infra-rouge MIRIM, capable notamment d'éliminer la lumière d'une étoile pour mieux observer ses planètes avoisinantes.

PERSEVERANCE

JOYEUX ANNIVERSAIRE !

Le 18 février 2021, le rover Perseverance de la mission Mars2020 atterrissait dans le cratère Jezezo sur Mars. À son bord, l'instrument franco-américain SuperCam est une version améliorée de ChemCam qui opère sur Mars depuis 2012 à bord du rover Curiosity. À eux deux, SuperCam et ChemCam ont dépassé cette année **le million de tirs laser** sur Mars. Ce cap symbolique représente une étape remarquable dans cette aventure technologique et scientifique qui a déjà apporté de nombreux résultats.

JUICE

EXPLORER LE SYSTÈME JOVIEN

Quelles conditions président à la formation des planètes et à l'émergence de la vie ? Comment est né le système solaire ? Autant de questions fondamentales auxquelles la mission JUICE tentera de répondre. En 2023, Ariane 5 la propulsera pour un voyage de deux ans vers Jupiter. La sonde explorera également trois de ses lunes, notamment Ganymède car suspectée d'abriter un océan liquide sous sa croûte de glace. Conçue dans le cadre du programme Vision Cosmique 2015-2025 de l'ESA, le CNES accompagne les sept laboratoires français qui travaillent au développement des instruments scientifiques de la mission.

CLIN d'œil

Si Ariane 5 est réputé pour sa carrière commerciale, les plus beaux joyaux de l'exploration lui sont confiés, et ce n'est pas un hasard : sa remarquable fiabilité tient à sa conception originelle, qui destinait le lanceur à un programme spatial habité, par la suite abandonné.

9474

NAISSANCES D'ÉTOILES PAR SECONDE.

GAIA

LE CATALOGUE DR3, VERSION INTÉGRALE

Lancé le 19 décembre 2013, le satellite européen Gaia poursuit sa mission de cartographie de la galaxie. En 2022, la publication de son 3e catalogue dévoile les informations consolidées de 1,8 milliard d'étoiles de la Voie Lactée, comme la distance, la masse, la vitesse, la température… Ces observations renseignent sur la formation, la structure et l'histoire de la Voie Lactée.

Climat

Les menaces qui planent sur les ressources naturelles de notre planète et leur surexploitation rendent incontournable la mise en œuvre d'une stratégie globale de développement durable. Le spatial joue un rôle important dans cette prise de conscience croissante et le CNES apporte sa contribution dans la lutte contre le changement climatique en tant qu'« Agence spatiale du climat ».
Son expertise reconnue en matière d'observation de la Terre a permis à la France de se positionner à la pointe du combat en Europe et dans le monde. Grâce à une politique ambitieuse de RSE (Responsabilité Sociale des Entreprises), le CNES se positionne à l'avant-garde du développement durable du spatial.

Des mesures et des solutions

Dans un contexte de réchauffement global et de menaces sur l'environnement, l'observation de la Terre par satellite est doublement indispensable. Elle permet de mesurer l'état de santé de notre planète et d'aider à développer des outils d'adaptation. Océans et eaux de surface, terres émergées, atmosphère, pôles et glaciers, biomasse, températures… : il relève de la mission du CNES de faciliter l'accès et l'utilisation de ces données.

LE SCO FRANCE LABELLISE ENVIRON **15** PROJETS PAR AN.

SCO

L'OBSERVATOIRE SPATIAL DU CLIMAT
DES OUTILS CONCRETS POUR LES TERRITOIRES

Désormais, les images affluent dans nos têtes sur simple évocation du changement climatique. Partout, les territoires ont besoin d'outils d'aide à la décision pour définir les politiques d'adaptation appropriées. C'est l'objectif de l'initiative internationale *Space Climate Observatory* ou SCO, inaugurée en 2019 sur proposition du CNES dans le cadre du *One Planet Summit*. Mi-2022, ses 36 membres - agences spatiales et programmes de l'ONU - entérinent leur engagement en signant la Charte Internationale SCO, rédigée en commun sous l'égide de l'UNOOSA (Bureau des Nations Unies pour les affaires spatiales extra-atmosphériques).

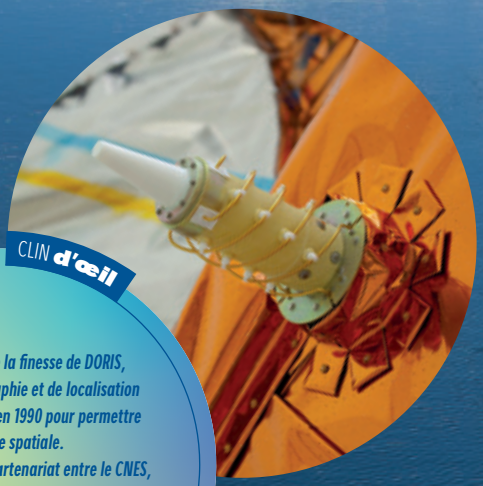
Les antennes nationales du SCO accélèrent le développement de projets locaux qui répondent à un besoin avéré des territoires. Les équipes ont alors 24 mois pour transformer leur projet en outil opérationnel et transposable en d'autres lieux : simulation de submersions marines, alerte précoce de maladies, résilience aux évènements hydrométéorologiques extrêmes, suivi de la déforestation, préservation de la biodiversité… Ces projets s'appuient sur de solides bases scientifiques issues du soutien du CNES et des organismes de recherche. Animé par le CNES, le SCO France étend son appel à projets 2022 à la zone Europe et se montre exemplaire pour aider les autres pays à structurer leur SCO national.

www.spaceclimateobservatory.org

SWOT

SURFACE WATER AND OCEAN TOPOGRAPHY

La mission franco-américaine SWOT concentre le meilleur des avancées scientifiques et technologiques pour étudier la topographie des océans et des eaux de surface continentales. Équipé d'un instrument de rupture technologique (un radar interférométrique large fauchée dénommé KaRIn), SWOT sera placé fin 2022 à 891 km d'altitude. Digne successeur des missions altimétriques Topex-Poseidon et Jason, il observera la circulation océanique avec une résolution améliorée d'un facteur 10 et sera aussi capable d'évaluer l'évolution des stocks d'eau des zones humides, fleuves et lacs de notre planète. Avec son programme préparatoire aval, il a su fédérer tout un écosystème élargi pour préparer les applications de demain.



CLIN d'œil

SWOT bénéficiera de la finesse de DORIS, le système d'orbitographie et de localisation terrestre précise créé en 1990 pour permettre l'altimétrie spatiale.
DORIS est le fruit d'un partenariat entre le CNES, l'IGN (Institut National de l'Information Géographique et Forestière) et le GRGS (Groupe de Recherche en Géodésie Spatiale).

TOUR DU MONDE EN BALLON

CAMPAGNES STRATÉOLE-2 ET STRATO-SCIENCE

Parmi les cœurs de métier du CNES depuis 60 ans, les ballons sont les seuls véhicules capables d'étudier in situ et durablement l'atmosphère sous 40 km d'altitude. Deux campagnes de ces géants des airs sillonnent les cieux en 2022.

Constitué d'une flottille de 20 ballons lâchée depuis les Seychelles, Stratéole-2 vole jusqu'en avril 2022 entre 18 et 20 km d'altitude, dans la basse et houleuse stratosphère équatoriale. Ils embarquent plusieurs instruments pour mesurer un grand nombre de variables : intensité et direction du vent, pression, température de l'air, concentration des principaux gaz à effet de serre, présence de glace et de poussières en suspension…

Dès l'été 2022, d'autres ballons décolleront de la base canadienne Timmins dans le cadre des campagnes Strato-Science. Ce programme permet de mettre à l'essai et de valider de nouvelles technologies ainsi que de réaliser des expériences scientifiques dans un environnement quasi-spatial.

Les grands rendez-vous de 2022

UNE ANNÉE TRÈS SPATIALE

6

PRÉSIDENCES FRANÇAISES

PFUE

PREMIER SEMESTRE 2022

Durant le premier semestre 2022, la France préside le Conseil de l'Union européenne. Avec le CNES, aux côtés de ses ministères de tutelle pour construire une Europe plus solidaire et plus souveraine, la présidence française s'articulera autour des trois notions "relance, puissance et appartenance". Parmi les priorités françaises figurent le numérique et les applications, ainsi que le renforcement de la capacité des Européens à défendre leurs intérêts, y compris dans l'espace.

CEOS

Le CNES prend en 2022 la présidence du CEOS, Committee on Earth Observation Satellites *ou Comité sur les satellites d'observation de la Terre, succédant ainsi aux agences spatiales indienne (ISRO) et américaine (NASA). Principal représentant de l'organisation au sein de la communauté mondiale, le CNES dirigera le CEOS dans sa mission d'assurer la coordination internationale des programmes civils d'observation de la Terre et de promouvoir l'échange de données et d'indicateurs pour répondre aux défis sociétaux et éclairer la prise de décisions.*

FÉVRIER 2022

TOULOUSE, CAPITALE SPATIALE

2 JOURS, 2 RENCONTRES

Les 16 et 17 février 2022, la Ville Rose accueille deux rendez-vous du spatial européen : le colloque Copernicus, le programme d'observation de la Terre de l'Union européenne, qui se tiendra en virtuel avec une retransmission en direct des interventions depuis Toulouse, et la Réunion Ministérielle Informelle, qui réunira les décideurs politiques de l'Union européenne, de l'ESA et des États membres.

6 - *Satellite franco-indien Trishna*

SEPTEMBRE 2022

IAC 2022

(INTERNATIONAL ASTRONAUTICAL CONGRESS)

SPACEFOR@LL

Sous ce slogan fédérateur,
la 73e édition du Congrès International de l'Astronautique se tiendra à Paris Porte de Versailles du 18 au 22 septembre 2022.
Après avoir porté haut le dossier de candidature, le CNES a été sélectionné pour organiser cette rencontre où convergeront tous les acteurs du spatial de la planète.
Nous nous mobilisons donc pleinement pour cette formidable opportunité d'accroître le rayonnement du savoir-faire spatial français et européen à l'international.

NOVEMBRE 2022

CONFÉRENCE MINISTÉRIELLE DE L'ESA À PARIS

RESTER UN ACTEUR INCONTOURNABLE DU SPATIAL

Dans un secteur en pleine ébullition internationale, l'Europe spatiale doit asseoir sa position et maintenir sa compétitivité industrielle. Les 22 et 23 novembre 2022, l'ESA réunit à Paris les ministres en charge de l'espace de ses 22 États membres.
Ceux-ci s'engageront à financer de nouveaux programmes pour la période de 2023 à 2025 dans plusieurs domaines clés : l'accès à l'espace, l'exploration, l'observation de la Terre, la navigation, les télécommunications, la sûreté et la sécurité ainsi que le programme scientifique obligatoire.
Deuxième contributeur de l'ESA, la France se prépare en étroite concertation avec le Gouvernement, le CNES et ses partenaires scientifiques et industriels tricolores.

Le CNES

NOS 4 CENTRES D'EXCELLENCE

L'excellence, la passion et le souci de répondre aux enjeux de demain sont les valeurs fortes sur lesquelles s'appuie le CNES pour mettre en œuvre la politique spatiale de la France. 2348 femmes et hommes partagent ces valeurs. Ils se mobilisent chaque jour pour préparer le futur, améliorer la compétitivité de l'industrie française et garantir l'excellence scientifique et opérationnelle nationale.

Avec nos 4 centres à Paris, Toulouse et en Guyane, nous contribuons au rayonnement de la politique spatiale française.

Au siège, la politique spatiale

A Paris Les Halles, nos experts remplissent deux missions clés : d'une part, élaborer la politique spatiale de la France et d'autre part, bâtir et coordonner les programmes du CNES dans un cadre national, européen et international. Chaque année, des dizaines d'accords multilatéraux construisent les bases de nouvelles coopérations techniques et scientifiques.
Les actions du CNES associent tous les acteurs nationaux, qu'ils soient industriels, économiques, militaires, scientifiques ou académiques.

***Siège**, 2 place Maurice Quentin, 75039 Paris Cedex 01,*
Tel : +33 (0)1 44 76 75 00

À la Direction du Transport Spatial (DTS), les systèmes de lancement du futur

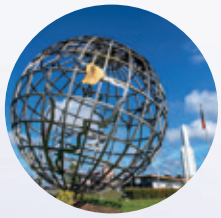
A Paris Daumesnil, la DTS contribue au développement des systèmes de lancement européens, notamment comme maître d'œuvre des moyens sol Ariane 6, et imagine le transport spatial du futur. Vol habité, systèmes de service en orbite, propulsion avancée et retrait actif des débris constituent, en outre, les champs d'action de la DTS. Forts de 40 années de succès du programme Ariane, nos experts continuent d'innover et sont des acteurs clés des futurs systèmes de transport spatial.

***Direction du Transport Spatial**, 52, rue Jacques Hillairet, 75612 Paris Cedex,*
Tel : +33 (0)1 80 97 71 11

Au Centre Spatial de Toulouse (CST), les systèmes orbitaux

À Toulouse, nos ingénieurs imaginent, étudient, conçoivent, développent, réalisent, mettent à poste, contrôlent et exploitent les systèmes orbitaux. Également chargés du développement de l'utilisation des données spatiales au bénéfice de toutes et tous, ils imaginent le spatial de demain avec innovation et créativité. Dans ce cadre, nos équipes accompagnent toutes les communautés utilisatrices de solutions spatiales, faisant ainsi entrer le spatial au plus proche des besoins de la vie quotidienne. Accueillant également environ 800 salariés prestataires in situ, le CST est le plus grand centre technique et opérationnel du CNES.

***Centre Spatial de Toulouse**, 18 avenue Edouard Belin, 31401 Toulouse Cedex 9,*
Tel : +33 (0)5 61 27 31 31



Au Centre Spatial Guyanais (CSG), les opérations de lancement

En Guyane, le CSG garantit à l'Europe son indépendance d'accès à l'espace. Issues de 40 sociétés européennes, 1700 personnes assurent la mise en œuvre des lancements. Sur la base spatiale, nos équipes du CNES coordonnent et co-pilotent les opérations de lancement, préparent les satellites et assurent la protection des personnes et des biens, dans un souci de respect de l'environnement. Des installations modernes et deux lanceurs opérationnels font du CSG, en pleine mutation, le principal actif de la politique spatiale européenne.

***Centre Spatial Guyanais**, BP 726, 97387 Kourou Cedex,*
Tel : + 594 (0)5 94 33 51 11

CNESfrance @CNES CNES

cnes.fr

Mars 2022 // **Organismes :** CNES, CNES/ESA/Arianespace, CNES/ESA/Sentinel, ESA, ESA/NASA, GettyImages, AdobeStock, Jaxa, NASA/ESA/STScI, Prodigima, Présidence de la République, Thales Alenia Space. // **Photographes :** Stéphane Corvaja, Sylvie Curty, Emilie Deroche, Romain Gaboriaud, Frédéric Maligne, Alexandre Ollier, Christophe Peus, Thierry de Prada, Optique Vidéo CSG/P.Baudon/P.Piron/JM.Guillon, G.Barbaste. // **Illustrateurs :** ArianeGroup Holding, Pierre Carril , CNES, David Ducros, ESA/ATG Medialab, Real Dream, Mira Production, Michel Regy, Toys Films/Eutelsat. // **Rédaction :** Karol Barthelemy et Audrey Decrock **Conception et réalisation :** communication // **Iconographie :** CNES Photo Library, Photon, Orianne Arnould, Marie-Claire Fontebasso // **Impression :** Escourbiac **Traduction :** Boyd Vincent // **Publication :** Direction de la Communication.