





ÉDITO Jean-Yves Le Gall Président du CNES

DEPUIS 60 ANS, LE CNES MET L'INNOVATION AU SERVICE DE L'INDUSTRIE. DES ARMÉES ET DE LA RECHERCHE

4 ÉDITO Jean-Yves Le Gall Président du CNFS

6 INDUSTRIE

- 8 BUDGET
- 10 LANCEURS
- 12 APPLICATIONS

14 DEFENSE

- 16 CRÉATION DU CDE À TOULOUSE
- 17 OTOS-NESS
- 18 CSO-SYRACUS & CERES

20 RECHERCHE

- 22 EXPLORATION & VOLS HABITÉS
- 24 LANCEMENTS
- **26 OBSERVATION** & SCIENCES

28 LE CNES

- 28 4 CENTRES **D'EXCELLENCE**
- 29 60 ANS

Avant d'aborder 2021, revenons sur 2020 qui a été une période très difficile sur le plan sanitaire. Le CNES a été très actif tant en termes d'aides et de solidarité que d'adaptation de ses procédures et cadres de travail. Ouel est votre avis sur la situation présente, ses conséquences pour les collaborateurs du CNES et plus largement pour la communauté spatiale?

Je souhaite tout d'abord remercier tous les collaborateurs du CNES et toute notre chaine hiérarchique. Grâce à leur engagement et à leur professionnalisme, nous avons tenu. J'ai une pensée particulière pour ceux de nos collègues qui ont été durement touchés par la maladie, avec malheureusement l'une d'entre elles qui est décédée et à qui je rends ici un ultime hommage. Dès que la crise sanitaire a débuté, notre première préoccupation a été de préserver la santé de chacun et nous nous sommes organisés autour de cet objectif. Malgré la situation nous avons réussi à réaliser nos missions sans impact notable sur nos activités. Nous avons aussi soutenu très largement nos industriels lorsqu'ils ont été touchés, notamment au niveau commercial. Nous avons également souhaité que le CNES apporte son concours à la gestion de la crise en cédant ses stocks de matériel médical et en mettant à disposition des autorités sanitaires ses ingénieurs et ses capacités de production. Nous avons bien réagi pour contribuer à l'effort national en proposant des solutions innovantes même si la situation reste encore très compliquée. Au total, nous avons tenu, nous tenons et nous tiendrons ensemble.

Nous arrivons au terme de notre Contrat d'Objectifs et de Performance (COP) sur la période 2016-2020. Quel bilan tirez-vous de cette période?

Tous les objectifs assignés à ce COP «Innovation & Inspiration» ont été atteints, ce qui démontre l'efficience du CNES. Nous avons respecté nos missions en proposant des réponses adaptées et en multipliant les approches nouvelles et disruptives, ce qui n'était pas évident dans un domaine spatial en pleine révolution. Au niveau national et européen, le CNES est probablement l'une des entités qui a le mieux résisté aux bouleversements en cours, en s'adaptant à l'évolution très rapide du secteur tout en continuant dans de nombreux domaines à faire la course en tête.

Nous préparons le prochain COP 2021-2025 qui sera réalisé pour la première fois sous la tutelle de trois ministères (industrie, armées et recherche). A quelles évolutions doit-on s'attendre?

Ce prochain COP sera le reflet des grands changements du monde spatial et de l'évolution permanente que connait le CNES. Il proposera « Un espace pour la croissance » avec trois lignes de force pour structurer au cours des cinq prochaines années, l'action du CNES au service de la politique spatiale de l'Etat le spatial vecteur de croissance économique. l'autonomie stratégique, le développement durable. Ces trois priorités permettront à la France et à l'Europe de faire face aux défis économiques, stratégiques, politiques et intellectuels du nouveau monde spatial, tout en saisissant les opportunités de coopération et de croissance qui se dessinent.

L'année 2021 s'annonce aussi très chargée en ce qui concerne les résultats scientifiques (Solar Orbiter, Perseverance...) et les lancements (James Webb Space Telescope, Pharao, Strateole 2...). Pourriez-vous nous faire une mise en perspective de ces nombreux projets?

En 2021 nous toucherons les dividendes de notre stratégie. D'abord, au niveau des grandes infrastructures où nous continuerons de jouer un rôle majeur à l'Agence Spatiale Européenne, à la Commission européenne ou avec le Ministère des Armées. Ensuite, grâce à notre stratégie de niche qui nous permet d'inclure les savoir-faire francais dans de grandes coopérations internationales. Le meilleur exemple est l'instrument français SuperCam, l'un des principaux éléments du rover martien Perseverance, une mission de la NASA à 2,5 milliards de dollars. C'est un peu la signature de notre efficacité en termes de coopérations. Enfin, nous allons toujours explorer de nouvelles frontières en aidant de plus en plus nos partenaires à innover. Je pense en particulier à ce que nous avons réalisé avec le nano satellite Angels, qui va être au cœur de la nouvelle politique spatiale de défense dont la première illustration a été l'installation au Centre Spatial de Toulouse du nouveau Commandement De l'Espace (CDE). L'expérience acquise sur Angels va aussi permettre le développement de startups, telles que Kineis.

Pour la deuxième fois. l'astronaute francais de l'ESA, Thomas Pesquet, s'envolera cette année vers la Station Spatiale Internationale. Il partira avec une guinzaine d'expériences pilotées par le CNES. Quels sont les enjeux de ce nouveau vol?

Nous nous sommes beaucoup mobilisés pour que Thomas Pesquet puisse voler de nouveau à bord de la station avec des responsabilités plus importantes, grâce à notre rôle majeur à l'Agence Spatiale Européenne et notre relation d'exception avec la NASA. Ce second vol de Thomas sera complètement différent du premier. Tout d'abord parce qu'il partira de la Floride avec l'un des nouveaux vaisseaux américains qui a vocation à devenir la référence des années à venir, notamment pour le programme lunaire Artemis. Ensuite parce qu'il s'enrichira de nouvelles compétences à bord de la station, ce qui devrait lui permettre de faire partie des astronautes européens susceptibles de fouler le sol lunaire vers 2025-2030.

Quelle est la stratégie du CNES pour répondre de manière globale et cohérente aux enjeux du développement durable?

Nous n'avons pas attendu que le sujet devienne une préoccupation majeure au niveau mondial pour que le CNES se l'approprie. Notre engagement pour l'étude de notre planète et du changement climatique a quasiment démarré avec les débuts du CNES. L'implication au niveau mondial s'est accélérée en 2015 avec la COP 21 et les accords de Paris sur le climat. Après notre engagement dans la Charte espace et catastrophes maieures, qui a célébré ses 20 ans en 2020.

nous participons activement à l'émergence d'actions concrètes. C'est le cas avec le Space Climate Observatory (SCO) que nous avons créé dans le cadre du One Planet Summit mis en place par le Président de la République et qui mobilise déjà 27 agences spatiales et organisations gouvernementales. En interne, nous avons également mis en place de nombreuses mesures pour répondre aux enjeux environnementaux, à commencer par une politique de réduction des déchets et des consommables mais également de dématérialisation de nos supports. Plus récemment. nous nous sommes impliqués dans les 17 Objectifs de Développement Durable demandés aux opérateurs de l'Etat dont nous faisons partie. Le CNES est ainsi devenu un acteur de référence dans la lutte contre le changement climatique. Nous sommes d'ailleurs en train de créer une direction dédiée pour répondre à ces grands enjeux.

Une dernière question sur le CNES qui célèbrera fin 2021 son soixantième anniversaire: Quel regard portez-vous sur notre établissement, son évolution, ses perspectives d'avenir?

Le bilan est absolument impressionnant. Fidèle à la mission que lui a assigné le Général De Gaulle lors de sa création, depuis 60 ans, le CNES met l'innovation au service de l'industrie, des armées et de la recherche. Nous le montrerons encore au cours de cette année anniversaire avec de nombreux succès en perspective.







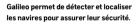














CRÉER **L'ESPACE DE DEMAIN**

L'innovation est au cœur de l'action du CNES, depuis ses origines, Fédérateur de l'écosystème spatial français, le CNES se mobilise plus que jamais pour développer des coopérations avec l'industrie afin de construire un futur où l'espace est au service de tous.

L'objectif des outils spatiaux est d'apporter sur Terre de la sécurité et de la connaissance, mais aussi des solutions concrètes pour améliorer la vie quotidienne des citoyens, ainsi que les services publics et la performance des entreprises. Pour imaginer des applications pertinentes, il faut non seulement maîtriser les technologies spatiales, mais aussi connaître leurs usages possibles et faire le lien avec des porteurs de projets venus d'horizons parfois très divers. C'est le rôle du CNES qui met son expertise au service de la société pour que le spatial bénéficie au plus grand nombre.

Révolution numérique, technologies de rupture, NewSpace... Dans un monde en évolution permanente et alors que la filière spatiale connaît des mutations profondes. l'innovation est un moteur et un défi de chaque jour. Nous le relevons en mobilisant « l'équipe de France de l'espace » (industriels du plus petit au plus grand, centres de recherche, système de formation...) pour inventer les solutions qui renforceront notre compétitivité tout en répondant touiours mieux aux besoins des utilisateurs.

Mais notre action ne s'arrête pas là. Conformément aux missions fixées par l'État dans le cadre d'un Contrat d'Objectifs et de Performance (COP) signé tous les 5 ans, nous insufflons à l'international un « réflexe France » pour que nos partenaires sollicitent le savoir-faire des industriels tricolores afin de développer leurs propres

Avec une connaissance parfaite des technologies spatiales, le CNES propose, investit, connecte, favorise et construit dans un objectif précis : créer l'espace de demain.

LA NOUVELLE FRÉQUENCE

SUR LAOUELLE LES OPÉRATEURS TÉLÉPHONIQUES S'APPUIENT DÉSORMAIS AVEC UN MEILLEUR DÉBIT. **EN COLLABORATION AVEC LES AGENCES** SPATIALES, DONT LE CNES.

Bruno Le Maire Ministre de l'Économie. des Finances et de la Relance.

« Si nous voulons que la France et l'Europe restent dans la course de l'innovation, qui crée ensuite des emplois et de la prospérité pour tout le monde, il faut investir massivement dans les nouvelles technologies. C'est une question de souveraineté économique.»







Budget 2021: 2.335 M€

et certifié en fin d'année par des commissaires aux comptes. les recettes et les dépenses sont étudiées par des organismes indépendants, chargés de veiller au bon respect de leur de 2.335 millards d'euros, nous restons sur des niveaux

1.075 M€

PROGRAMME NATIONAL

719 M€



RESSOURCES PROPRES : 495 M€ D'INVESTISSEMENTS D'AVENIR : 46 M€

Observatoire

DE L'ÉCONOMIE SPATIALE

Dans un contexte en mutation rapide, il est nécessaire de soutenir la compétitivité et le développement des entreprises de l'écosystème spatial. Aussi, le CNES a créé l'Observatoire de l'Économie Spatiale qui, par sa vision croisée des évolutions du secteur et de ses acteurs, vient alimenter les analyses d'impact sur la filière spatiale française. Pour répondre aux conséquences de la crise sanitaire liée à la Covid-19, l'Observatoire de l'Économie Spatiale a mis en place des rendez-vous hebdomadaires avec plus de 180 acteurs majeurs de l'industrie spatiale nationale manufacturière et des services, ainsi que des laboratoires scientifiques, grâce à un réseau de partenaires (régions, pôles de compétitivité et boosters).

Un bilan de la situation est partagé avec les ministères de tutelle pour apporter des réponses adaptées aux difficultés rencontrées par les entreprises comme l'obtention de prêt garanti par l'État (PGE), des délais de livraison ou des reports de paiement... Le CNES a ainsi procédé à plus d'une centaine d'aménagements de contrats pour préserver la trésorerie de fournisseurs clés.

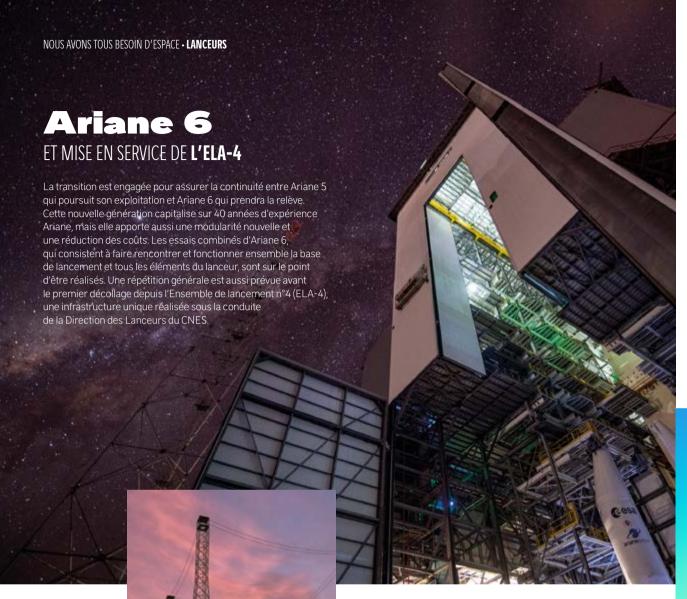
Le dialogue de l'Observatoire de l'Économie Spatiale avec les entreprises a également contribué à l'élaboration du Plan de relance annoncé le 3 septembre dernier. Le budget prévu dans ce cadre aidera à préserver les capacités d'investissement en R&D de l'industrie spatiale. Iimitées du fait de pertes de revenus estimées entre 20 et 25 %.

Au-delà du suivi des impacts engendrés par la situation sanitaire liée à la Covid-19. l'Observatoire de l'Économie Spatiale a vocation à être pérenne et à élaborer une vision commune des enjeux de compétitivité et de développement.

OUI FINANCE?

Pour mener à bien sa délégation de service public appliquée aux activités spatiales, le CNES bénéfice de financements multiples : subventions budgétaires prévues par le Contrat d'Objectifs et de Performance (COP), crédits du Programme d'Investissements d'Avenir (PIA), crédits du plan de relance, recettes externes dans le cadre de programmes délégués (DGA, ESA, Eumetsat...).







Vega-C représente la première évolution majeure du dernier-né des lanceurs européens mis en œuvre depuis 2012 par nos partenaires italiens ASI et Avio. Le nouvel étage P120C contribue grandement à l'amélioration des performances du lanceur. Ce propulseur est testé au sol et sera qualifié grâce à l'implication et aux efforts du CNES.

Ces performances supplémentaires permettront d'évoluer dans un contexte fortement concurrentiel. Avec une cadence de production élevée, le propulseur P120C sera utilisé à la fois sur Vega-C et Ariane 6. C'est un élément important pour la maîtrise des coûts et un savoir-faire unique en Europe.

Ces deux lanceurs constituent ensemble le socle nécessaire pour assurer notre accès à l'espace dans les années à venir.



Démonstrateurs

ET ÉTUDES DES LANCEURS DU FUTUR: FROG/APTEROS, CALLISTO, THEMIS ET ARIANE NEXT

Le CNES s'engage pour imaginer et préparer les futures générations de lanceurs européens. Dès aujourd'hui, nous étudions les axes majeurs qui préfigurent le programme Ariane Next. Un système de lancement flexible et réutilisable est envisagé pour réduire les coûts de production. Il est organisé autour du moteur de nouvelle génération Prometheus, dont les premiers essais auront lieu en 2021. Notre approche est pragmatique et économique, grâce à un programme de démonstrateurs technologiques de plus en plus ambitieux : la plateforme Frog, le démonstrateur Callisto puis l'étage de test Themis, assurant un cadre de développement solide.

CSG-NG

Fort de ses 700 km² de superficie et de trois ensembles de lancement en exploitation, le Centre Spatial Guyanais s'apprête à mettre en œuvre l'Ensemble de lancement n°4 (ELA-4) d'Ariane 6. L'avenir de la base est aussi assuré par la conduite du programme CSG Nouvelle Génération, décidé fin 2019 à Séville. Ces investissements permettront de renouveler les infrastructures et les réseaux, en prenant en compte les Objectifs de Développement Durable (ODD), et en modernisant les installations et les processus opérationnels.

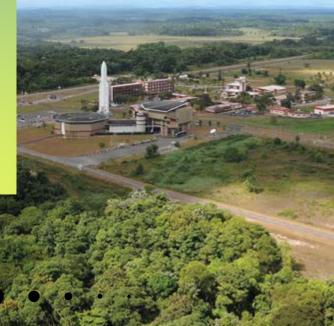
Le CSG contribue ainsi à l'effort de compétitivité engagé par l'Europe avec Ariane 6 et Vega-C, face à la concurrence mondiale grandissante. L'attractivité de la base et son image d'excellence auprès de clients venus du monde entier sont maintenues en assurant le meilleur niveau de qualité, de fiabilité et de disponibilité.

Le démarrage du chantier du nouveau Centre Des Opérations (CDO) intègre, dans une infrastructure unique, l'ensemble des moyens de support aux lancements.

L'ESA S'EST ENGAGÉE À HAUTEUR DE

2.238

MILLIARDS D'EUROS SUR LES PROGRAMMES DE L'ANCEURS



Applications

GALILEO, KINEIS, CONNECT BY CNES



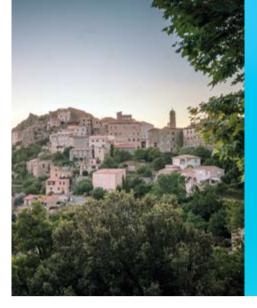
Les outils spatiaux trouvent leur place dans notre quotidien, avec un fort potentiel économique. Le CNES répond à ce nouveau défi avec des stratégies adaptées. Une implication directe dans de grands projets comme la constellation de navigation par géolocalisation **Galileo** de l'Union Européenne (28 satellites au total en 2021) et ses 1,5 milliard de smartphones compatibles dans le monde.

Le CNES apporte également son soutien à l'innovation, en participant à la création de la société **Kineis** développant la constellation éponyme dédiée à l'Internet des

La plateforme Connect by CNES assure quant à elle une mission d'expertise et de promotion de l'utilisation des données et technologies spatiales auprès des innovateurs de la French Tech et plus largement des filières industrielles.

Enfin, le CNES joue un rôle d'accélérateur de l'économie par la valorisation des données spatiales et des traitements associés issus principalement des programmes de recherche nationaux et européens.





Télécommunications

Avec le satellite **THD-Sat**, nous soutenons l'innovation pour mettre la connexion ont été retenues pour équiper le futur satellite Konnect VHTS. En apportant une connexion très haut débit à 300.000 foyers habitant des régions rurales ou isolées, elles feront disparaître de nombreuses zones blanches de notre pays



La propulsion électrique constitue une véritable révolution dans l'industrie spatiale en réduisant considérablement le poids et par conséquent le coût des satellites de télécommunications. Nous nous sommes fortement investis aux côtés des industriels européens dans le développement de cette nouvelle génération. Parmi ces projets, s'inscrit déjà le premier satellite tout électrique issu du programme Neosat (plateforme Spacebus NEO), initié par le CNES et l'ESA pour soutenir la compétitivité de l'industrie européenne. Il s'agit du premier exemplaire de la famille Konnect qui fournira de l'Internet à haut débit à l'Afrique et à l'Europe de l'Ouest. Il est suivi en 2021 par Hotbird Next (Eurostar NEO).



PLUS d'espace POUR DE NOUVEAUX USAGES

Le spatial, associé au *Big Data* ou à l'intelligence artificielle, fait émerger des dizaines de nouveaux services dans les principaux secteurs économiques et sociétaux : environnement, mobilité, santé, agriculture, climat... Ces nouveaux usages constituent un formidable moteur pour le développement d'entreprises innovantes.

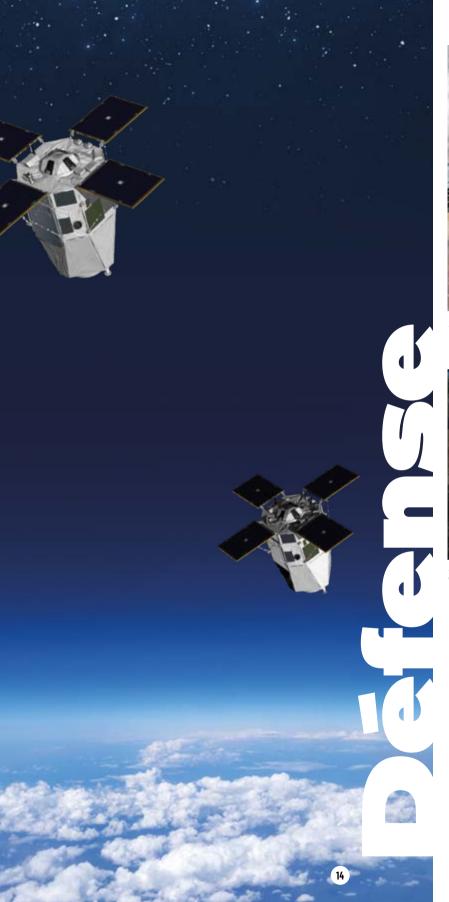
Connect by CNES facilite le lien entre la donnée spatiale et tous ces (nouveaux) utilisateurs. Startups, PME, grands groupes, acteurs publics... Notre mission: accompagner et fédérer cette communauté au travers d'une offre de services et leur ouvrir les portes de notre solide réseau de partenaires, en France et à l'international.

En 2021, notre objectif reste plus que jamais de favoriser les transferts de technologie et l'éclosion de boosters (entreprises performantes d'avenir).











Rafales français



CERES

AUTONOMIE STRATÉGIQUE D'ACCÈS À L'ESPACE

Avec sa double compétence d'agence spatiale et de centre technique, le CNES occupe aussi une place privilégiée entre laboratoires, industriels et utilisateurs, permettant de mieux répondre aux besoins stratégiques militaires.

Depuis sa création en 1961, le CNES travaille en étroite collaboration avec les instances gouvernementales de Défense. Dans le cadre de la préparation de l'avenir et de la conduite de programmes spatiaux militaires et duaux, notre établissement met son expertise et ses moyens à la disposition de la politique de Défense et contribue également à la surveillance de l'espace et des opérations de satellites.

Ainsi, le CNES contribue-t-il depuis des décennies aux capacités opérationnelles des forces françaises et à la sécurité de nos concitovens.

Le monde est en proie à des menaces plus vives, plus imprévisibles et plus technologiques et les activités spatiales sont au cœur de ces nouveaux enjeux. Alors que l'accès à l'espace se démocratise, favorisant l'apparition de nouveaux acteurs, il est plus que jamais important d'établir des règles de bonne conduite et de comportement responsable.

La France entend conserver son autonomie stratégique dans l'espace et s'appuie sur le CNES qui développe des programmes pour le compte de la Direction Générale de l'Armement (DGA). Notre implication dans différents programmes spatiaux militaires a été récemment mise en lumière par les lancements d'importants satellites d'observation comme la famille des CSO. Une tendance qui se confirmera encore en 2021 et se renforcera avec le premier programme opérationnel spatial d'écoute CERES et le satellite de télécommunication militaire Syracuse IV-A.

Représentatif d'une excellence technologique, le spatial est un outil indispensable à la stratégie de défense. Notre mission est donc d'apporter des moyens performants, en associant les industriels, dans un contexte d'autonomie d'accès à l'espace et de déploiement de systèmes spatiaux stratégiques.

SATELLITES FRANÇAIS BÉNÉFICIENT DE LA SURVEILLANCE ANTICOLLISION DU CNES. AU TOTAL, ILS SONT 119 AU NIVEAU EUROPÉEN.



Florence Parly Ministre des Armées.

« En 1960, l'espace était une nouvelle frontière, j'ai la conviction aujourd'hui que c'est désormais la dernière frontière technologique à investir et à conquérir. »

Discours sur la stratégie spatiale de défense prononcé en juillet 2019.

. . . .





Vue satellite du Centre Spatial de Toulouse CDE à Toulouse

En juillet 2019 Florence Parly Ministre des Armées

a précisé les contours de la stratégie spatiale de défense pour la France.

Voulue et approuvée par le Président de la République, cette stratégie permet

« d'assurer notre défense de l'espace et par l'espace »

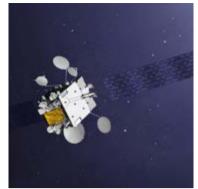
Dans cette optique, un Commandement De l'Espace (CDE), placé sous l'autorité
de l'Armée de l'Air, a vu le jour au Centre Spatial de Toulouse. Il regroupera
400 militaires d'ici 2025. Le CDE a pour mission de fédérer et de coordonner
les moyens de Défense, de conduire les opérations militaires et de contribuer
à la définition de la politique spatiale militaire.



◆ Visite de la Ministre des Armées Florence Parly au CST pour rencontrer les premiers militaires de l'Armée de l'Air du Commandement De l'espace (CDE)











Les satellites CSO (Composante Spatiale Optique) constituent le cœur de notre écosystème de renseignement optique. La mise en place de la constellation se poursuit, avec la mise en service de CSO-2, capable de générer des images super-résolues à basse altitude.

La dernière unité, CSO-3 décollera fin 2021 pour augmenter la fréquence de passage et compléter le potentiel du système. Cette année verra aussi le décollage du trio de satellites CERES (Capacité d'Écoute et de Renseignement Electromagnétique Spatiale). Ces unités légères voleront en formation et constitueront la seule capacité d'écoute et localisation électromagnétique orbitale en Europe. Un outil qui vient s'appuyer sur une décennie de progrès avec les satellites Elisa, pour renforcer les capacités des forces armées.

Enfin. la sécurité des communications constitue la colonne vertébrale de la Défense. Le CNES, en collaboration avec la Direction Générale de l'Armement, poursuit le programme **Syracuse**. La nouvelle génération entre en action en 2021 avec le lancement de Syracuse IV-A (Ariane 5). Une deuxième unité suivra en orbite géostationnaire un an plus tard. Elles apporteront une hausse significative des débits de données, mais aussi une garantie supplémentaire grâce à des systèmes résistants aux brouillages.













James Webb Space Telescope (JWST)

1.4.00

MILLIONS DE KM

DE LA TERRE POUR LE TÉLESCOPE JAMES
WEBB EN 2021

Perseverance



■ SuperCam

UN SAVOIR-FAIRE TECHNOLOGIQUE RECONNU

L'exploration du système solaire et l'étude de l'Univers sont sans doute les domaines où la coopération internationale est la plus aboutie. Les technologies spatiales ont permis de nombreuses découvertes qui repoussent sans cesse les limites de la connaissance humaine.

Le CNES participe aux nombreux programmes européens de sciences spatiales et d'observation de la Terre. Il coopère avec l'ensemble des nations qui travaillent dans ce domaine en apportant à ses partenaires un savoir-faire scientifique et technologique reconnu, nourri par plus d'un demi-siècle d'expériences en exploration spatiale automatique et habitée.

Au-delà des programmes emblématiques qui ont jalonné les 60 ans d'activité du CNES, dans les domaines de l'astrophysique, de la robotique planétaire ou encore de la connaissance de notre propre planète, le développement d'expériences et d'instruments scientifiques stimule non seulement le champ des connaissances, mais induit aussi des bénéfices économigues, sociétaux et environnementaux. De nouveaux usages sont désormais possibles grâce aux technologies et solutions spatiales, associées aux Big Data ou à l'intelligence artificielle. Cette recherche multidisciplinaire est essentielle et constitue une des sources de la réussite dans bien des domaines.

En repoussant plus loin les limites de ce qui était encore impossible hier et en mutualisant nos compétences, nous sommes parvenus à créer une synergie que le monde nous envie. Il est vrai que les disciplines spatiales ont besoin de plus d'ingénieurs, plus de chercheurs, plus d'entrepreneurs.

En jouant ce rôle de catalyseur, nous multiplions les coopérations pour créer un pont technologique entre nations, en partageant et valorisant nos connaissances communes.

Frédérique VidalMinistre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

« La recherche est un des piliers du secteur spatial français et de son rayonnement à l'international, et la communauté scientifique ne peut plus se passer de données spatiales dans de nombreux champs de recherche. Nous avons encore de belles pages de la recherche spatiale à écrire ensemble. »









Mars2020

Lancé en juillet 2020, le **rover Perserverance** de la NASA se posera mi-février 2021 à la surface du cratère martien Jezero. Il passera plusieurs années à rechercher des indices de vie en réalisant notamment des prélèvements d'échantillons qui seront rapportés sur Terre lors d'une mission suivante. Le CNES apporte sa contribution technique et encadre les équipes internationales de l'instrument **SuperCam**. Équipé de trois spectromètres, d'un laser, d'une caméra haute résolution et d'un microphone, il constitue l'élément central de cette mission internationale.

A quelques milliers de kilomètres de là, le **sismomètre** de précision Seis, une contribution majeure de la France au programme **InSight** de la NASA, achève sa première année martienne (687 jours terrestres) de mesures. La détection de nouveaux « tremblements de Mars » se poursuit avec toujours plus de précision.

MISSION Alpha







Hayabusa-Mascot

Les minuscules particules capturées sur l'astéroïde Ryugu dans le cadre de la mission japonaise **Hayabusa2** vont animer la recherche scientifique dès 2021. Pour les récupérer, la sonde est descendue par deux fois frôler la surface rocheuse, une opération à haut risque. Une aventure de six ans à laquelle les équipes du CNES ont activement participé. En plus des prélèvements d'échantillons, la mission comprenait le largage du robot franco-allemand **Mascot** sur Ryugu en octobre 2018. Les poussières ramenées sur Terre seront comparées aux mesures réalisées par les instruments embarqués sur Mascot.









HORLOGE Pharao

L'horloge à atomes froids Pharao est l'un des outils les plus attendus dans le monde scientifique!
Premier instrument de ce genre en orbite, il sera installé à l'extérieur du module européen Colombus de la Station Spatiale Internationale en 2021. En partenariat avec plusieurs laboratoires, nous en assurons la maîtrise d'œuvre au sein du projet ACES (Atomic Clock Ensemble in Space) de l'Agence Spatiale Européenne.



• (

 \bullet \bullet \bullet



Swot

Le satellite **Swot** est attendue en 2022 dans le domaine de l'hydrologie, fruit d'une coopération entre la France, les États-Unis, le Canada et le Royaume-Uni. Grâce à son impressionnant radar KaRIn fourni par le CNES, il apportera des données inédites sur les hauteurs d'eau des lacs, fleuves et zones inondées. Des gains de performance sont également attendus pour affiner les modèles de prévision océanographiques et climatiques au cours de ses 3 années de mission.



Ballons HEMERA-3 ET STRATEOLE-2

La haute atmosphère est un territoire peu connu, et pourtant propice aux travaux de recherche. Nous préparons en 2021 les campagnes **Hemera-3** de Ballons Stratosphériques Ouverts (BSO). Grâce au soutien de la Commission Européenne, 31 propositions de 10 pays sont étudiées par un Comité d'évaluation avant les vols. La première campagne scientifique du projet **Strateole-2** débutera fin 2021.

En partenariat avec plusieurs laboratoires internationaux, nous organiserons le lâcher d'une flottille de Ballons Pressurisés Stratosphériques (BPS) de très longue durée. En volant entre 3 et 18 mois, ils feront le tour du globe au-dessus de l'équateur, pour collecter une multitude de données scientifiques.

CO₃D

En 2021, nous célébrerons les 35 ans de Spot-1, qui a révolutionné l'imagerie satellitaire et la cartographie. Dès 2022, nous changerons d'ère avec la mise en place de la **Composante Optique 3D** (CO3D). En préparation avec Airbus Defence and Space, cette constellation de quatre satellites produira chaque année 25 millions de kilomètres carrés de modèles numériques de surface, avec une précision inédite.

Sentinel-6 & Copernicus

Envoyé en orbite en novembre 2020, le satellite Sentinel-6A « Michael Freilich » livrera en 2021 ses premières données sur la topographie des océans. Notre engagement est primordial sur cette mission, avec notamment l'instrument Doris, mais aussi l'expertise du CNES pour évaluer la performance altimétrique du satellite.

Aux côtés de l'Union Européenne et de l'ESA, et en partenariat avec nos industriels, l'implication du CNES demeure essentielle dans le programme Copernicus.

Les huit satellites Sentinel déployés depuis 2014 sont devenus d'indispensables témoins de l'évolution de notre planète.

750.000 milliards d'opérations par seconde

C'est la capacité de notre plateforme de traitement haute performance nommée HAL (en référence au supercalculateur HAL 9000 dans 2001, l'Odyssée de l'espace). Sans impact sur nos activités, le CNES met une partie de cette puissance au service de la recherche sur la Covid-19 deux jours par semaine. Ces ressources sont allouées pour des travaux internationaux sur la forme en 3D des protéines du virus et des molécules qui pourraient le bloquer.

Pour mettre en œuvre la politique spatiale de la France. le CNES s'appuie sur le partage de valeurs fortes comme l'excellence, la passion et le souci de répondre aux enjeux de demain. 2.357 femmes et hommes sont mobilisés autour de la préparation du futur, de l'amélioration de la compétitivité de l'industrie française et de l'excellence scientifique et opérationnelle. Avec nos quatre centres à Paris, Toulouse et en Guyane, nous contribuons au rayonnement de la politique spatiale française.

NOS 4 centres D'FXCFILENCE

AU SIÈGE. LA POLITIOUE SPATIALE.

À Paris Les Halles, nos experts ont 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 bien entendu les acteurs nationaux, qu'ils soient militaires, académiques, scientifiques, industriels ou économiques.

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



Direction des lanceurs. 52, rue Jacques Hillairet, 75612 Paris Cedex, Tel: +33 (0)1 80 97 71 11

AU CENTRE SPATIAL DE TOULOUSE (CST),

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.

40 sociétés européennes, 1.700 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 garantissent la protection des personnes et des biens, dans un souci de respect de l'environnement. Des installations modernes et trois lanceurs opérationnels font du CSG, en pleine mutation, l'actif principal de la politique spatiale européenne.

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

A LA DIRECTION DES LANCEURS (DLA), LES SYSTÈMES DE LANCEMENT.

À Paris Daumesnil, la DLA est partie prenante du succès des lanceurs européens Ariane 5 et Vega ainsi que de Soyouz en Guyane. Ariane 6 représente un enjeu important pour le CNES, maître d'œuvre de l'ensemble des moyens sol en Guyane, avec pour principal objectif la réduction des coûts. Forts de 40 années de succès du programme Ariane, nos experts de la DLA continuent d'inventer les lanceurs de demain.

LES SYSTÈMES ORBITAUX ET LEUR EXPLOITATION.

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

En Guyane, le CSG garantit l'indépendance européenne d'accès à l'espace. Issues de

EN DÉCEMBRE 2021. LE CNES CÉLÉBRERA SES 60 ans

De 1961 à aujourd'hui, notre établissement a participé aux plus belles aventures spatiales mondiales. Avec la création de la famille de lanceurs européens Ariane, le vol du premier Européen dans l'espace, les filières Spot. Jason. la série des vaisseaux ravitailleurs ATV. mais aussi l'atterrissage de Philae sur la comète Tchoury, la première image de l'Univers avec Planck ou encore le satellite CSO et l'instrument martien SuperCam... les succès ne se comptent plus. Notre objectif est de poursuivre les programmes disruptifs en proposant des solutions innovantes, moins chères, plus performantes et au cœur des problématiques de demain : lanceurs à bas coûts. lutte contre le changement climatique, internet pour tous et partout... Tout en s'adaptant aux nouveaux enjeux de l'espace, le CNES continue à jouer son rôle de colonne vertébrale de l'Europe spatiale en construisant activement des partenariats d'excellence avec des scientifiques. des universités, le monde de l'éducation, des institutionnels, des industriels et des laboratoires réputés.





incontournable

Trois types de partenariats internationaux existent aujourd'hui avec le CNES. Les coopérations européennes, dans le cadre de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) ou de l'Union Européenne (UE), les coopérations historiques et structurantes avec les grands acteurs spatiaux hors Europe (Chine, États-Unis, Inde, Japon, Russie). et les coopérations avec les nouvelles puissances spatiales (Corée, Émirats Arabes Unis, Israël, Maroc, Singapour...)

AFFAIRE DE diplomatie

Installés à Bruxelles, Berlin, Washington DC, Moscou, Tokyo, Bangalore, Abou Dabi et Pékin, nos différents de longue date. Chaque jour, au contact de leurs



centimètres, c'est la précision des calculs de positions des satellites que peut fournir l'instrument Doris, installé sur plusieurs missions (Sentinel-3A et B, Sentinel-6, Swot...)

Centimetres is the precision of satellite positioning data from the DORIS instrument operating on several missions (Sentinel-3A and Sentinel-3B, Sentinel-6, SWOT, etc.).





million de km, c'est la distance à la Terre que doit atteindre en 2021 le télescope américano-européen James-Webb, successeur de Hubble. Sa construction a nécessité 20 ans d'efforts et son lancement sera réalisé par une Ariane 5 spécialement adaptée.

Million km from Earth is where the U.S.-European James Webb Space Telescope (JWST), the successor to Hubble, will orbit. It has taken 20 years to build and will be launched by a special variant of Ariane 5.

800,000

tirs laser ont été réalisés sur Mars par l'instrument franco-américain ChemCam de Curiosity depuis son « atterrissage » en 2012.

Laser shots on Mars fired by the French-U.S. ChemCam instrument on the Curiosity rover since landing in 2012.



14.4

milliards d'euros de souscriptions pour l'Europe spatiale sur la période 2020-2022 (2020-2024 pour les programmes obligatoires) votés lors de la Conférence de l'ESA au niveau ministériel Space19+, fin 2019 à Séville.

Billion euros in funding secured for Europe's space programme for 2020-2022 (2020-2024 for mandatory programmes) at the Space19+ ESA Ministerial Conference in late November 2019 in Seville.







@CNES



cnes.fr

Janvier 2021 // Organisations: CNES, ESA, Cnes/Esa/Arianespace, Gettylmage, Ministère de l'Economie, des Finances et de la Relance, ECPAD-Défense, Thales Alenia Space, NASA, MESRI/XR Pictures, ESA-Nasa, DLR, NASA/JPL-Caltech, NASA/MSFC, Armée de l'air/ Défense, Dassault Aviation. // Photographes : Christophe Peus, Alexandre Ollier, P.Davanseau, X.Giriard, E.Prigent, G.Barbaste, Véronique Besnard, Emmanuel Grimault, Thierry De Prada, Jean-Luc Brunet, Eric Briot, Chris Gunn, D.Higginbotham, Romain Gaboriaud, Sébastien Girard, Cyril Cosmao // Illustrateurs: Pierre Carril, Jacky Huart, Mira Production, David Ducros, ATG Médialab // Rédaction : Eric Bottlaender et Eric Médaille // Conception et réalisation : O'communication // Iconographie : CNES Photo Library, Photon, Orianne Arnould // Impression : Escourbiac // Traduction : Boyd Vincent // Publication: Direction de la Communication.

