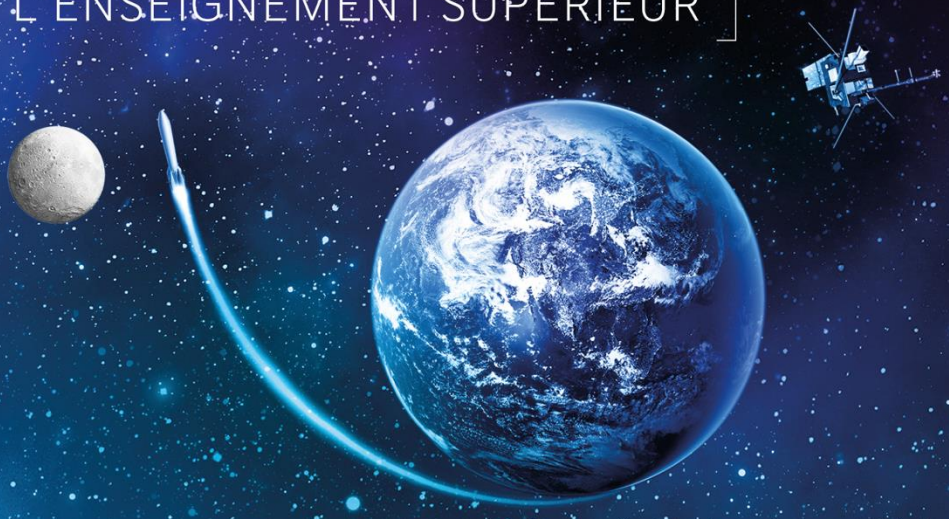
cnes
CENTRE NATIONAL
D'ÉTUDES SPATIALES

RAPPORT D'AUTO-ÉVALUATION DU CNES AU HCERES

HAUT COMITÉ D'ÉVALUATION DE LA RECHERCHE ET DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR



MARS 2020

Ce rapport est structuré de manière à suivre l'évolution du CNES au cours de la période 2015-2019, période écoulée depuis la dernière évaluation HCERES. Il aborde ainsi successivement : le contexte, les éléments de stratégies externes ayant marqué la période, les partenaires, l'organisation et le pilotage des ressources, les contrôles internes et les résultats de l'établissement. Enfin, la stratégie envisagée pour la période 2021-2025 est présentée en dernière partie du rapport.

Pour faciliter la lecture du document, chaque début de chapitre propose, dans un encadré, une synthèse du message véhiculé. Les principales évolutions ou principaux faits marquants de la période 2015-1019, sont ensuite rappelés en quelques lignes.

SOMMAIRE

Version finale
20 mars 2020

AVANT-PROPOS 4

1 UN CONTEXTE EN MUTATION, UNE COURSE A L'ESPACE QUI S'ACCELERE 6

2 LE CNES, MOTEUR DE LA STRATEGIE SPATIALE FRANÇAISE 8
2.1 La Stratégie spatiale nationale 8
2.2 Le CNES agence spatiale et centre technique 15
2.3 Les cinq domaines d'intervention du CNES 16

3 LES PARTENAIRES DU CNES 19
3.1 Les partenaires hors Europe 19
3.2 La Commission européenne 20
3.3 L'Agence Spatiale Européenne (ESA) 21
3.4 EUMETSAT 23
3.5 La communauté scientifique française 24
3.6 La Défense 28
3.7 L'écosystème industriel 28
3.8 Les régions 31

4 LA GOUVERNANCE DU CNES 36
4.1 Une organisation agile et adaptée aux enjeux 36
4.2 L'innovation 38
4.3 La préparation de l'avenir 39
4.4 La gestion de projet, cœur de métier du CNES 42
4.5 Les opérations de lancement 43
4.6 Les opérations des satellites 45
4.7 L'exploitation des satellites 46
4.8 Une gouvernance au service de l'élaboration et de la conduite de la stratégie 48
4.9 Un système de management performant 49
4.10 Le CNES s'engage en faveur de l'environnement et du développement durable 51

5 LE PILOTAGE DES RESSOURCES 52
5.1 L'élaboration de la programmation 52
5.2 Les ressources humaines 54
5.3 Les ressources financières 57
5.4 Les achats et la fonction juridique 58
5.5 La gestion comptable 60
5.6 Le patrimoine immobilier 60
5.7 Les filiales et participations 61
5.8 Le système d'information 62

6 UNE COMMUNICATION MODERNE ET ENGAGEE 64

7 LES CONTROLES ET LA MAITRISE DES RISQUES 67
7.1 Le dispositif de maîtrise des risques 67
7.2 La conformité et l'éthique d'entreprise 68
7.3 Le contrôle interne au CNES 69
7.4 La Cour des comptes 70
7.5 Les évaluations 71
7.6 La sécurité des personnes et des installations 72
7.7 La sûreté des missions et du patrimoine 72
7.8 La résilience et la gestion de crise 74
7.9 La prise en compte de la Loi relative aux Opérations Spatiales 74

8 LES RESULTATS DE LA PERIODE 2015-2019 76
8.1 Ariane 76
8.2 Sciences 77
8.3 Observation 80
8.4 Télécommunications 83
8.5 Défense 85
8.6 Le soutien à l'activité industrielle 86
8.7 La valorisation de la propriété intellectuelle et le dépôt de brevets 91
8.8 Un appui aux politiques publiques et usages 92
8.9 La recherche scientifique 94
8.10 La réalisation du COP 2016-2020 95

9 L'AMBITION 2025 98
9.1 La démarche du Groupe de Travail « Stratégie 2025 » (GT 2025) 98
9.2 Stratégie 2025 99

CONCLUSION 109

GLOSSAIRE 110

AVANT-PROPOS

Par **Jean-Yves LE GALL**, Président du CNES

Le présent document a pour objectif de préparer l'évaluation de notre établissement par le Haut Comité d'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (HCERES), prélude à l'élaboration du Contrat d'Objectifs et de Performance 2021-2025, qui sera signé entre l'État et le CNES.

Parmi les missions que lui confie l'État, le CNES soutient les communautés utilisatrices du spatial à travers plusieurs leviers, ceux d'une agence de moyens, d'un centre d'expertise technique et d'un opérateur de recherche et de coopération. Dans un écosystème en mutation profonde et rapide, ces modes d'intervention placent le CNES au carrefour de défis scientifiques, technologiques et industriels, qui interfèrent avec des enjeux liés à la souveraineté, à la connaissance et à la société. L'ensemble requiert un dialogue stratégique permanent entre le CNES et ses partenaires, qui est régulièrement alimenté lors des réunions de ses comités dédiés aux programmes scientifiques, aux questions liées à la défense et à l'évaluation de la R&T ainsi qu'à l'occasion des sessions du COSPACE interministériel qui associe les acteurs institutionnels et les principaux industriels et opérateurs du domaine spatial.

En France, la conscience de l'importance du domaine spatial fait l'objet d'un consensus qui a toujours transcendé les clivages politiques. Une véritable stratégie spatiale française existe et le CNES la met en œuvre. Au-delà des enjeux liés aux lanceurs et aux satellites, elle vise aussi et de plus en plus, à accompagner et accroitre le développement extraordinaire des usages du spatial. A la fois protecteurs et facilitateurs de notre vie quotidienne, ils concernent la météorologie, le suivi de l'environnement, l'océanographie, la gestion des ressources, les catastrophes naturelles, l'aménagement du territoire, la défense, la sécurité…

En 2014, la précédente évaluation du CNES, effectuée par le HCERES, avait précédé la signature du Contrat d'Objectifs et de Performance 2016-2020. Ce document montrera que les objectifs alors assignés au CNES ont été atteints.

Les programmes de l'Union Européenne, Copernicus dans le domaine de l'observation de la Terre et Galileo dans celui du positionnement de précision, sont maintenant opérationnels et sont d'extraordinaires catalyseurs d'applications. Dans le même temps, de nouvelles composantes spatiales de défense ont été déployées dans le domaine de l'observation, tandis que des concepts précurseurs, en lien avec les politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de la santé, de la sécurité, de la défense et de la connectivité, sont en cours d'évaluation ou de développement. Ariane 6 entrera en service prochainement.

En cinq ans, le secteur spatial a évolué à un rythme soutenu, principalement du fait de la révolution numérique et de la miniaturisation des équipements. Les petits et les nano satellites sont de plus en plus nombreux en orbite basse et les constellations pourraient ouvrir la voie à de nouvelles opportunités. La propulsion électrique est devenue le standard des plateformes en orbite géostationnaire.

Une réflexion internationale sur le futur de l'exploration du système solaire a été amorcée. Elle accompagne l'émergence d'un nouvel essor pour l'exploration spatiale et le vol habité, porté par des ambitions à la fois scientifiques, stratégiques et économiques, dans lesquelles les États-Unis et la Chine rivalisent d'initiatives et au sein desquelles l'Europe et la France entendent jouer un rôle important.

Le CNES a aussi parmi ses missions, celle d'animer la recherche scientifique spatiale, dont les orientations sont déterminées par la communauté scientifique elle-même, particulièrement à l'occasion des séminaires de prospective scientifique. A cet égard, les conclusions de la récente réunion du Havre façonneront les décisions programmatiques du CNES. Ce partenariat avec la communauté scientifique, a largement démontré son efficacité. Il faut veiller à poursuivre la mutualisation des ressources humaines et des moyens techniques dont elle dispose et élaborer de nouveaux modes de travail entre le CNES, les laboratoires et l'industrie, tant pour le développement des instruments que pour l'exploitation des données.

Une autre condition indispensable à la mise en œuvre d'une politique spatiale ambitieuse est de pouvoir disposer en toute circonstance d'un accès à l'espace indépendant, c'est-à-dire de lanceurs adaptés aux besoins des utilisateurs, flexibles et fiables ainsi que d'une base de lancement efficace. Ces principes ont été réaffirmés lors de la dernière conférence ministérielle de l'ESA, tenue à Séville en novembre 2019, qui a permis de financer la fin du développement d'Ariane 6 et la modernisation du Centre Spatial Guyanais, tout en préparant l'avenir des lanceurs européens.

Au total, dans ce paysage foisonnant et riche d'opportunités, il apparait particulièrement important pour le CNES de bénéficier du regard du HCERES sur la démarche Stratégie 2025, entreprise il y a maintenant plus d'un an. Elle est formalisée autour de six grands défis : la préparation du futur et l'innovation dont le développement durable, le rayonnement de la France par des coopérations stratégiques dans le domaine spatial, la refonte des relations du CNES avec la Défense pour répondre aux nouveaux enjeux de militarisation de l'espace, la compétitivité de l'écosystème spatial français pour le maintenir parmi les leaders mondiaux du domaine, le soutien à l'excellence de la communauté scientifique française, la réussite de la transformation interne au service des priorités stratégiques.

C'est dans ce contexte, structuré par les succès enregistrés au cours de la période écoulée et par une solide vision stratégique de l'avenir, que s'inscrit l'évaluation du HCERES, fondamentale pour apporter un regard critique sur les résultats des cinq années passées et éclairer les options stratégiques des cinq années à venir. C'est dans cet objectif qu'a été préparé le présent document d'auto-évaluation afin qu'il crée les meilleures conditions pour des débats riches d'enseignements pour l'avenir du CNES.

Jean-Yves LE GALL

1

UN CONTEXTE EN MUTATION, UNE COURSE A L'ESPACE QUI S'ACCELERE

Le « *NewSpace* » est une évolution accélérée et mondiale du domaine spatial impliquant de nombreux nouveaux acteurs publics et privés et de nouvelles méthodes ; un nouvel espace de risques et d'opportunités.

Au cours de la période 2015-2019 : la révolution numérique s'amplifie, les programmes Copernicus et Galileo deviennent opérationnels, les lanceurs récupérables sont une réalité, le nombre d'acteurs augmente et la compétition s'amplifie avec un élargissement des usages du spatial.

Le secteur spatial dans son ensemble traverse aujourd'hui une évolution rapide. Deux causes corrélées nourrissent essentiellement cette dynamique. Il s'agit, d'une part, de la **révolution numérique** et, d'autre part, du **rôle du spatial** dans cette révolution, avec de plus en plus de satellites qui pourvoient et transportent un flux croissant de données. La **donnée** transforme de multiples **secteurs économiques** (télécommunications, transports, santé…) mais elle est aussi au cœur d'**enjeux sociétaux** majeurs et de nombreuses **politiques publiques** (souveraineté et sécurité nationale, agriculture, fracture numérique, recherche, adaptation au changement climatique, aux objectifs de développement durables…). Le programme européen Copernicus fournit aujourd'hui une ossature pérenne à un système complet d'observation de la Terre comparable aux programmes météo développés il y a quelques décennies, et stimule fortement le tissu aval avec sa logique intégrée allant du segment spatial aux services au plus près des citoyens ou des consommateurs.

Pour la science, le spatial reste le laboratoire ultime dans de nombreuses disciplines (sciences de l'Univers et de la Terre, sciences de la vie et de la matière en micropesanteur) et répond à des besoins fédérateurs de recherche autour de thèmes tels que l'origine de l'Univers, l'origine de la vie ou le changement climatique.

Cette évolution s'accompagne d'une accélération du rythme de l'innovation, d'un élargissement des écosystèmes entrepreneuriaux de l'amont à l'aval et de l'**émergence de nouveaux acteurs** issus pour partie de l'économie numérique (dont les géants de l'Internet), qui s'appuient sur des méthodes et des technologies disruptives. En rupture avec le « temps long » éprouvé dans les programmes scientifiques ou régaliens traditionnels, ce sont donc des **compétiteurs** sérieux pour les acteurs en place, mais aussi des **moteurs de croissance**, notamment pour le développement des **applications spatiales**. De plus, alors que les acteurs privés traditionnels (grands maîtres d'œuvre industriels européens et américains) ont depuis longtemps atteint une maturité de compétence sur le marché des télécommunications spatiales, un **accroissement de l'initiative privée** peut désormais être observé dans d'autres secteurs historiquement régaliens, comme ceux des lanceurs et de l'observation optique à haute résolution.

Au-delà de ces bouleversements structuraux, un nombre croissant d'États viennent ajouter une part significative de dynamisme et de défi à ces mutations. Ils conçoivent et exploitent des satellites d'observation à des fins de développement économique ou de défense, et certains se lancent dans le développement de lanceurs à bas coût, destinés à l'emport de petits satellites. C'est paradoxalement dans ce contexte de concurrence entre puissances spatiales que les besoins et les opportunités de coopération s'intensifient. 70 pays et organisations internationales collaborent aujourd'hui avec le CNES dans le cadre de programmes de natures et d'intensités différentes (ce contingent international était réduit à l'ESA et à quelques grandes nations du spatial il y a encore quelques années : États-Unis, Chine, Inde, Japon, Russie). La diversité de ces coopérations, élément essentiel de la politique spatiale française répond à plusieurs objectifs qui se complètent : participation à des missions ambitieuses mettant en avant les compétences françaises (ce qui permet par exemple de faire davantage de science, par mutualisation de moyens), soutien aux actions diplomatiques des autorités françaises, soutien à la diplomatie économique au profit des industriels français du spatial.

Du fait de la multiplication des acteurs privés et institutionnels, le spatial et les services associés subissent une **intensification de la compétition** sur les **marchés commerciaux mondiaux** (notamment venant des USA et de la Chine). Cette dynamique est fortement influencée par les soutiens importants apportés dans chaque pays via les commandes publiques et le cofinancement de la R&D par les agences spatiales nationales, y compris intra européennes. La conséquence est la **diminution du coût du ticket d'accès à l'espace**, remettant en cause les schémas économiques, essentiellement institutionnels, qui régissaient l'économie du spatial depuis plusieurs dizaines d'années.

L'élément le plus dimensionnant de cet échiquier mondial reste toutefois la **disproportion entre le budget américain et celui du reste du monde**. Ce budget américain n'est pas seulement celui de la NASA, mais également celui du Département de la défense compte tenu de la stratégie montante de la « *space dominance* » et des enjeux de sécurité et de défense qui font de l'**espace un nouveau théâtre de confrontation potentiel**.

Satellites de la constellation OneWeb en fin de la chaîne d'assemblage

Avec près de **10 fois moins d'investissement que les États-Unis** (en cumulant les budgets UE, ESA et États-membres) et avec des budgets chinois et indiens en augmentation constante ces dernières années, l'Europe peut se féliciter de ses résultats actuels, dans le domaine scientifique comme dans le domaine commercial. Arianespace dispose de près de **50% du marché mondial des lancements** accessibles (ouverts au marché concurrentiel) et les grands maîtres d'œuvre européens de satellite de télécommunications (Airbus Defence & Space et Thales Alenia Space) ont une part très significative du marché mondial (entre 30% et 60%). Enfin, avec SES et Eutelsat, l'Europe dispose de près de 50% du marché mondial des opérateurs de télécommunications.

Mais les places privilégiées de l'Europe et de la France ne sont pas garanties à long terme. Qu'il s'agisse du domaine des services de lancement, où la NASA a favorisé l'émergence de nouveaux acteurs privés tels que Space X et Blue Origin, ou celui des satellites, où la baisse des budgets Défense a entrainé le retour d'acteurs comme Boeing sur le marché commercial, les États-Unis sont présents et ont accru leur part de marché. La **vigilance** est plus que jamais de mise pour **consolider et accroître ces positions commerciales européennes**, dans lesquelles la France a une empreinte significative, aussi bien dans le domaine des satellites que dans celui des lanceurs à travers la filière Ariane (la moitié de l'emploi européen sur les infrastructures spatiales, évalué à 50.000 emplois, est français). De nouveaux défis se dessinent autour des méga constellations (OneWeb, Starlink).

La période actuelle est enfin celle d'un nouvel essor pour l'exploration spatiale et le vol habité, portés par des ambitions à la fois scientifiques, stratégiques et économiques. Le retour vers la Lune (à travers des activités en orbite cis-lunaire, mais également à sa surface), aiguise l'appétit géopolitique des super puissances (Chine et USA) et constitue un formidable préambule à la perspective ultime d'un vol habité vers Mars, qui nous confrontera inévitablement à des problématiques en résonnance forte avec nombre de sujets sociétaux et éthiques : gestion responsable et autonome de l'énergie, autonomie médicale, vie et socialisation en milieu hostile et confiné, etc.
Le spatial est donc en pleine transformation, en pleine croissance, en pleine espérance, dans une dynamique partie pour s'ancrer dans la durée. Le **CNES** a su démontrer, au cours de ses presque soixante ans d'histoire, son aptitude à **s'adapter constamment à un monde qui change**, par exemple en investissant ces dernières années dans l'innovation, la lutte contre le changement climatique ou la coopération internationale, au plein profit des politiques publiques et industrielles.

Le spatial est devenu une composante essentielle des économies et des sociétés. Les **budgets spatiaux**, qui restent très majoritairement **dominés par la commande publique**, sont partout en augmentation. Cette tendance haussière exige toutefois de suivre attentivement les vitesses de croissance comparées des différents acteurs mondiaux, pour circonscrire le risque d'un ralentissement relatif de nos propres efforts, qui aurait de funestes conséquences sur l'écosystème national.

2

LE CNES, MOTEUR DE LA STRATEGIE SPATIALE FRANÇAISE

2.1 LA STRATEGIE SPATIALE NATIONALE

Le CNES met en œuvre la politique spatiale de la France. Les objectifs du CNES et les moyens associés sont fixés dans un **contrat pluriannuel avec l'État**. La stratégie spatiale française est aujourd'hui structurée dans le contexte de la Stratégie nationale de la recherche (SNR) et complétée par des contributions plus récentes. Ce chapitre propose une synthèse des principaux éléments constitutifs de cette stratégie par ordre chronologique :

- Le Contrat d'Objectifs et de Performance du CNES,
- Le défi 9 « Une ambition spatiale pour l'Europe » de la Stratégie nationale de la recherche (2015),
- La stratégie spatiale européenne (2017),
- La Stratégie spatiale de défense (2019),
- Les conclusions du Séminaire de Prospective Scientifique (2019),
- Le dialogue stratégique permanent avec l'industrie (dont le CoSpace).

Les conclusions des différents documents se rejoignent et sont dans l'ensemble toujours valides, au prix de quelques actualisations afin de prendre en compte les évolutions récentes du contexte européen et international. Sur ces bases, le CNES a mené en 2018-2019 une réflexion dont les conclusions figurent au chapitre 9 « L'ambition 2025 » de ce document (en perspective du prochain COP).

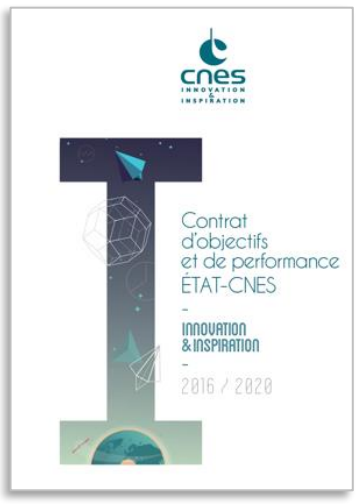
Le Contrat d'Objectifs et de Performance du CNES

Le COP du CNES 2016-2020 « Innovation & Inspiration » a été signé par le CNES et ses tutelles le 15 décembre 2015 en présence de Jean-Yves le Drian, Ministre de la Défense, Thierry Mandon, Secrétaire d'État chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et Jean-Yves Le Gall, Président du CNES.

Le COP 2016-2020 « Innovation et Inspiration »[1] fixe les grandes orientations stratégiques de la politique spatiale française. Il précise les actions du CNES pour la mise en œuvre de ces orientations stratégiques :

- L'innovation,
- Le développement des filières d'excellence françaises au profit des acteurs français de la recherche scientifique, de la défense et de l'industrie,
- La nécessité de tirer parti des dimensions européenne et internationale de la politique spatiale, à la fois dans le cadre de l'ESA (CosmicVision), en coopération bilatérale ou dans le cadre de l'Union Européenne (Galileo, Copernicus).

Le COP détaille les principaux objectifs opérationnels à atteindre dans la période, indique le positionnement pour conduire cette stratégie ainsi que les moyens associés et fixe un certain nombre d'indicateurs de suivi.



Couverture du COP 2016-2020

[1] Contrat d'Objectifs et de Performance 2016-2020 : https://cnes.fr/fr/le-cnes/le-cnes-en-bref/contrat-dobjectifs-et-de-performance-etat-cnes-2016-2020

La Stratégie nationale de la recherche : une ambition spatiale pour l'Europe

Une Stratégie spatiale nationale, co-élaborée avec les Ministères de tutelle, les organismes publics de recherche et l'industrie, vise à renforcer l'excellence de la filière spatiale nationale et le rôle de la France dans le monde.

Au cours de la période 2015-2019 : le Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche et de l'Innovation (MESRI) a édité la « Stratégie nationale de la recherche : France Europe 2020 »[2] en 2015. Le défi 9, dédié au domaine spatial, définit l'ambition spatiale de la France : conserver l'excellence de la filière nationale dans la compétition mondiale et, forte de sa position de 1ère nation spatiale européenne et de 2e nation au monde après les États-Unis (en effort public par habitant), poursuivre son rôle de moteur dans l'Europe de l'espace. Le rapport Fioraso, commandé par le Premier Ministre, a été publié en juillet 2016.

Cinq grandes orientations générales sont abordées dans le défi 9 de la Stratégie Nationale de la Recherche (SNR) :

Couverture de la SNR 2020

- **Chaîne de services dans l'observation de la Terre** : renouveler les infrastructures spatiales essentielles aux services opérationnels d'observation pour l'environnement et les pérenniser en les intégrant, ou en les associant, au dispositif européen Copernicus. Participer aux missions scientifiques de l'ESA (Earth Explorer) et à des coopérations bilatérales complémentaires (États-Unis, Inde, Chine…). Valoriser les données et participer à la modélisation du changement climatique et de ses impacts ainsi qu'à l'évaluation des politiques d'adaptation.
- **Compétitivité des secteurs des télécommunications et de la navigation** : assurer la compétitivité des satellites de télécommunications en développant de nouvelles plateformes à propulsion électrique et en préparant des ruptures à moyen terme, notamment dans les technologies photoniques et les liaisons optiques à haut débit bord-sol. Poursuivre le déploiement et la mise en service du système Galileo et des applications associées.
- **Composants critiques** : la non-dépendance technologique et la sécurité d'approvisionnement en composants électroniques critiques représentent les conditions de base pour un développement durable de l'industrie spatiale européenne. Porter un effort de recherche et d'innovation spécifique pour assurer la plus grande indépendance possible de l'Europe et de la France via des filières industrielles pérennes pour les composants critiques.
- **Technologies pour l'observation et l'exploration de l'Univers** : développer des instruments de mesure et des méthodes permettant l'exploitation des données spatiales. Participer aux développements technologiques critiques pour le programme européen d'observation de l'Univers et d'exploration du système solaire (notamment de Mars).
- **Défense et sécurité du territoire** : assurer le renouvellement des infrastructures utilisées pour les services opérationnels spécifiques pour la défense (observation optique à très haute résolution et/ou observation quasi-permanente, télécommunications sécurisées) et développer des capacités nouvelles comme le renseignement d'origine électromagnétique ou l'infrarouge moyen.

Le rapport de Geneviève Fioraso[3] sur l'avenir du secteur spatial a été commandé par le Premier Ministre Manuel Valls, en lien avec les Ministères de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, de la Défense et de l'Économie, vient préciser « les enjeux et la prospective de la stratégie de la France dans le secteur spatial au sein de l'Europe et dans un contexte mondial ». Le rapport fournit une analyse du contexte et des enjeux associés, en insistant tout particulièrement sur les aspects suivants :

- Ariane 6, socle de l'autonomie européenne pour l'accès à l'espace,
- Le spatial, acteur méconnu de la révolution numérique,
- Les principaux défis technologiques,
- Les politiques publiques à impulser pour relever le défi de la compétitivité de la France en Europe.

[2] Stratégie nationale de la recherche : www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid86688/strategie-nationale-recherche-france-europe-2020.html

[3] Rapport de Geneviève Fioraso publié en juillet 2016 : www.gouvernement.fr/partage/7791-rapport-de-genevieve-fioraso-sur-la-filiere-spatiale-francaise

Le rapport dégage finalement cinq enjeux majeurs sur lesquels la France devrait s'engager avec détermination :

- L'ouverture du domaine spatial aux usages, aux applications et au digital avec la culture de prise de risques associée,
- L'affirmation de l'autonomie stratégique de la France et de l'Europe dans des domaines-clés liés au spatial : l'accès à l'espace, le programme Galileo, les capacités duales et les composants critiques,
- La nécessité d'une augmentation ciblée des investissements publics pour renforcer la filière spatiale,
- La nécessité d'une fédération de la filière française au sein d'une équipe France, toujours plus unie et cohérente,
- La culture spatiale doit être mieux partagée pour impliquer les décideurs politiques et économiques et attirer de nouveaux talents.

LA SECURITE DES OPERATIONS SPATIALES : UN ENJEU MAJEUR POUR LE CNES

Le CNES œuvre pour assurer la sécurité des opérations spatiales dans le but de favoriser les conditions d'une exploitation durable de l'espace. Ses instruments pour mener à bien cette mission sont à la fois techniques, opérationnels et juridiques. Le CNES est reconnu sur le plan international pour son expertise opérationnelle mais aussi pour son rôle régalien au service de l'État. Son action concerne toute la chaine de valeur, de l'accès à l'espace à l'exploitation des orbites utiles en passant par leur gestion radioélectrique.

***Au cours de la période 2015-2019** : l'activité spatiale s'est développée dans une dynamique économique avec l'émergence de nouveaux acteurs mettant en œuvre des systèmes innovants et dans un contexte de compétition où la présence dans l'espace devient un enjeu de sécurité pour les États.*

*Les perspectives d'accroissement important de la population d'objets spatiaux en orbite et, corrélativement du nombre de débris, deviennent une préoccupation internationale dont l'enjeu est la soutenabilité de l'activité spatiale. Dans ce contexte, **le CNES met en œuvre des moyens tant techniques que juridiques avec pour objectif de contribuer à la sécurité des opérations spatiales** pour les systèmes dont la France est État de lancement ou lieu d'opération. Ainsi une expertise fondée sur le traitement des données de capteurs radars et télescopes, reconnue internationalement, permet de fournir des services d'alerte et d'anticollision, notamment dans le cadre de l'Union Européenne. D'autre part, le rôle régalien du CNES que lui confère la LOS, est un atout majeur pour garantir à l'État français la sécurité des populations et des biens ainsi que la préservation de la santé publique et de l'environnement.*

Le CNES joue un rôle actif pour adapter cette loi aux conditions des nouvelles utilisations de l'espace, en donnant un cadre sécurisé pour les opérateurs. Dans l'arène internationale, il œuvre en soutien de l'action diplomatique de la France afin de préserver sa souveraineté dans l'espace et de lui assurer une autonomie pérenne d'accès à l'espace et d'occupations physiques et radioélectriques des orbites utiles.

La Stratégie spatiale européenne

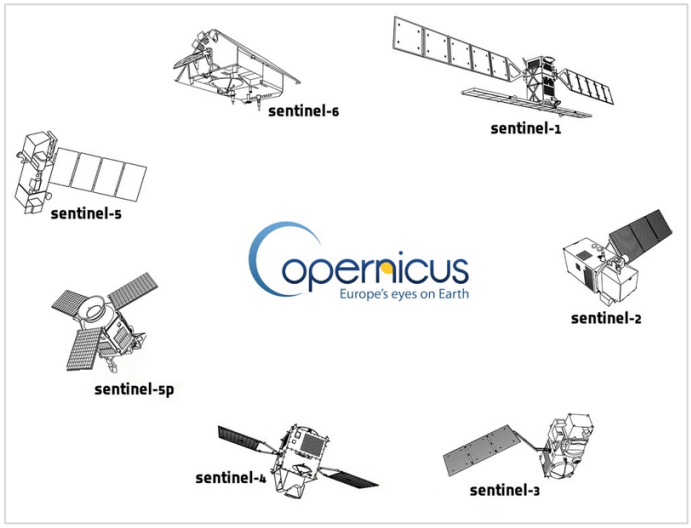
Les grandes orientations de la Stratégie spatiale européenne sont cohérentes avec les priorités de la Stratégie spatiale nationale et de nature à accompagner les ambitions françaises de soutien à sa base industrielle, technologique et scientifique.

En septembre 2017 : le Parlement Européen a adopté, pour la première fois de son histoire, une résolution afférente à une stratégie spatiale pour l'Europe[4].

La Stratégie spatiale européenne constitue la réponse de l'Europe au *NewSpace* venu des États-Unis, à l'arrivée des pays émergents et aux évolutions rapides que connaît le secteur spatial. Son ambition est d'accompagner l'engagement de la Commission européenne pour le soutien des avantages économiques et sociétaux de l'espace, d'accroître l'utilisation des technologies et applications spatiales à l'appui des politiques publiques (énergie, climat, environnement, sécurité et défense, santé, agriculture, sylviculture, pêche, transports, réduction de la fracture numérique, tourisme, etc.), de favoriser un secteur spatial européen compétitif et innovant sur le plan mondial (notamment par le renforcement de la base industrielle européenne) et de consolider l'autonomie de l'Europe dans le domaine spatial. Une volonté d'autonomie qui prend diverses formes : il s'agit d'une part de garantir l'autonomie stratégique de l'Union Européenne par la diversification des sources d'approvisionnement et, d'autre part, de garantir un accès indépendant, économique et fiable à l'espace par l'utilisation des lanceurs européens Ariane, Vega et leurs successeurs. Il s'agit également de soutenir les infrastructures de lancement européennes, en rappelant l'importance stratégique de la base spatiale européenne à Kourou (CSG).

[4] Stratégie spatiale européenne : www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0323_FR.html

Au-delà du rôle joué par l'Union Européenne dans le cadre des programmes fédérateurs Galileo et Copernicus, cette stratégie préfigure dès 2016 la montée en puissance de l'Union Européenne sur des sujets afférents aux besoins spatiaux en matière de sécurité et de sûreté, en renforçant les services de surveillance de l'espace et de suivi des objets en orbite (SST), et dans le même esprit, en encourageant l'initiative GOVSATCOM pour garantir l'accès à des services sûrs, efficaces et économiques pour les acteurs institutionnels européens.



1ers satellites Sentinel du programme Copernicus

Il convient de noter que les grandes orientations de cette stratégie spatiale européenne sont cohérentes avec les priorités inscrites dans la Stratégie spatiale nationale, et de nature à accompagner les ambitions françaises de soutien à sa base industrielle, technologique et scientifique.

La Stratégie spatiale de défense

Une nouvelle Stratégie spatiale de défense est destinée à renforcer les capacités nationales dans l'espace au bénéfice des Forces armées françaises. Une nouvelle gouvernance incluant un Commandement De l'Espace se met en place.

Au cours de la période 2015-2019 : un rapport sur la Stratégie spatiale de défense est paru en juillet 2019[5]. Il recommande le développement des capacités spatiales de défense et un renforcement de la synergie entre les acteurs militaires et le CNES.

Le CNES intervient aujourd'hui au profit de la défense dans quatre domaines :

- La préparation du futur,
- La conduite des programmes spatiaux militaires et duaux,
- La surveillance de l'espace,
- Les opérations spatiales.

La Stratégie spatiale de défense adoptée en 2019 prévoit une série de mesures d'ordre organisationnel, juridique et capacitaire destinées à renforcer, dans les meilleurs délais, les capacités nationales de défense spatiale. Dans le domaine opérationnel, les armées sont appelées à exercer des responsabilités accrues à l'issue d'une phase de renforcement capacitaire à laquelle le CNES apportera son soutien. La Stratégie spatiale de défense prévoit que le CNES continue d'apporter son concours à la défense dans les quatre domaines aujourd'hui investis.

Couverture de la Stratégie spatiale de défense 2019

Une première mesure de mise en œuvre de la stratégie spatiale de défense est la création le 3 septembre 2019 du **Commandement De l'Espace (CDE)** qui succède au Commandement Interarmées de l'Espace (CIE). Dans son discours du 25 juillet 2019 présentant la Stratégie spatiale de défense, la Ministre des Armées[6], Florence Parly, a indiqué que le centre de conduite des opérations du CDE sera implanté à Toulouse associé à un « *SpaceLab* », laboratoire innovant du spatial de défense, et à une « Académie de l'Espace » fédérant les formations dispensées au sein du MINistère des ARMées (MINARM) dans le domaine spatial.

[5] Stratégie spatiale de défense : www.defense.gouv.fr/actualites/articles/florence-parly-devoile-la-strategie-spatiale-francaise-de-defense

[6] Discours du 25 juillet 2019 : www.defense.gouv.fr/salle-de-presse/discours/discours-de-florence-parly/discours-de-florence-parly_presentation-de-la-strategie-spatiale-de-defense

Les contours et les responsabilités de ces entités restent à préciser, tout comme le détail de leurs interactions avec le CNES. Au-delà de l'implantation du CDE à Toulouse, la relation CNES-Défense va devoir intégrer la montée en puissance des armées dans le domaine des opérations spatiales, ainsi que les évolutions des structures au sein du MINARM. La création du CDE et de l'Agence de l'Innovation de Défense (AID), le rôle nouveau dévolu à l'Armée de l'air ainsi que la disparition de la Direction de la stratégie de la DGA vont nécessairement avoir un impact sur les organes de gouvernance actuellement en place.

La prospective scientifique

Tous les 5 ans le CNES organise un Séminaire de Prospective Scientifique (SPS) qui définit les priorités de la programmation scientifique. Ce séminaire est présidé par le Comité des Programmes Scientifiques (CPS). Au-delà des priorités thématiques, le dernier SPS a insisté sur une accélération nécessaire dans les domaines de la production de données à forte valeur ajoutée, de l'innovation technologique et des politiques de partenariat.

Au cours de la période 2015-2019 : le CNES a organisé en octobre 2019 un Séminaire de Prospective Scientifique dont la préparation a suscité une forte mobilisation de la communauté scientifique spatiale nationale. Les conclusions du séminaire constituent une entrée importante pour le futur Contrat d'Objectifs et de Performance en ce qui concerne les orientations à moyen terme de la recherche scientifique spatiale en France.

Pour élaborer ses programmes scientifiques, le CNES s'appuie sur le Comité des Programmes Scientifiques (CPS), institué par les décrets de 1984 et 2005 afin d'assister le Conseil d'Administration dans l'élaboration et le suivi du programme scientifique de l'établissement. Les avis du CPS sont une entrée majeure pour les choix programmatiques du CNES.

Les orientations des programmes scientifiques du CNES sont déterminées par la communauté scientifique elle-même. Elle est consultée à l'occasion d'appels à propositions annuels, de séminaires spécialisés mais surtout lors des Séminaires de Prospective Scientifique (SPS) tous les 5 ans.

Séminaire de Prospective Scientifique en octobre 2019 au Havre

Ces séminaires sont précédés par un appel à idées auprès de la communauté scientifique française qui concerne toutes les thématiques. L'évaluation scientifique des propositions est faite par les « pairs » et l'évaluation technique par les experts du CNES. À la fin des séminaires, le CPS examine les conclusions des comités thématiques et formule un ensemble de recommandations à la direction du CNES. Les recommandations et les priorités formulées lors des séminaires servent à l'établissement de la programmation scientifique à moyen et long terme, tant pour les programmes ESA que pour les programmes multilatéraux.

L'exercice de prospective scientifique 2019 s'est clôturé par le séminaire de restitution du Havre en octobre 2019. Il a ainsi donné lieu à une consultation de la communauté scientifique sur près d'une année par le biais d'un appel à idées lancé en août 2018. Cette démarche a été réalisée par des groupes thématiques et transverses, et la consultation de directeurs de laboratoires scientifiques et d'organismes. Le rapport de prospective[7] est accessible à tous et servira de référence pour les grandes orientations programmatiques que prendra le CNES dans les prochaines années.

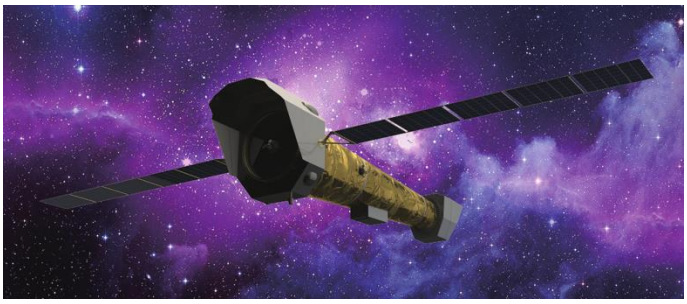
[7] Rapport du SPS 2019 : https://sps2019.com/wp-content/uploads/Rapport_de_prospective_draft_HD.pdf

Les priorités qui se dégagent du SPS du Havre sont les suivantes :

Pour l'étude du système Terre, les enjeux identifiés visent, par des observations inédites ou par l'amélioration des performances actuelles, à mieux comprendre le fonctionnement des écosystèmes et la dynamique des zones littorales (TRISHNA), l'impact radiatif des aérosols sur l'atmosphère et la santé publique (MESCAL/ACCP), l'évolution du système climatique (MARVEL), l'interaction nuage/climat (C3IEL), la prévision des précipitations (C3IEL, C2OMODO) et la dynamique océanique (SKIM). Les systèmes proposés sont à même de favoriser le suivi des ressources agricoles et hydrologiques (ULID) et des gaz à effet de serre (méthane avec MERLIN et dioxyde de carbone avec MICROCARB) : autant de sujets qui démontrent le caractère incontournable des techniques spatiales pour caractériser à l'échelle globale les variables climatiques essentielles (ECV) et plus largement les Objectifs de Développement Durable (ODD). Ces enjeux sont identifiés en cohérence et en complémentarité avec le développement du programme Copernicus. Il convient enfin de noter des enjeux d'amélioration des connaissances sur la dynamique de l'intérieur de la Terre (NANOMAGSAT, MARVEL).

Vue d'artiste du satellite MICROCARB

Pour les sciences de l'Univers, la perpétuelle quête des origines reste le moteur des propositions (origine de l'Univers, du système solaire, du système Terre et de la vie). Les sujets traités sont extrêmement variés, par exemple : traces du Big-Bang (LITEBIRD), formation des premières étoiles et des premières galaxies (SPICA), recensement des sursauts gamma pendant le premier milliard d'années (THESEUS), analyses in situ et retour d'échantillons martiens (MSR, EXOMARS, MMX pour Phobos - avec instruction de la possibilité d'implanter un centre de curation des échantillons martiens en France), observation de comètes primitives (COMET INTERCEPTOR) ou de géantes glacées (Uranus, Neptune, en coopération ESA/NASA), étude des objets compacts et des milieux diffus (ATHENA), des exoplanètes (ARIEL), des ondes gravitationnelles (LISA), études approfondies du soleil (SOLAR-C)...



Vue d'artiste du satellite ATHENA

Pour les sciences de la Vie, l'exploration habitée étudiera la façon de maintenir les fonctions biologiques de l'humain ou du vivant lors de séjours prolongés dans l'espace, d'assurer la qualité nutritionnelle du végétal dans l'espace, et de caractériser et réduire les risques radio-biologiques.

Pour étayer ces ambitions scientifiques, il conviendra aussi d'instruire et de progresser sur certains enjeux transverses avec :

- **Une implication plus soutenue dans la production de données à forte valeur ajoutée**. Des questions aussi déterminantes que le stockage de données toujours plus volumineuses, leur traitement et leur diffusion automatiques, fiables et instantanés, sont au cœur des préoccupations et il apparait que la réponse devra être concertée entre les différents organismes nationaux et européens.
- **Une accentuation permanente de l'ambition technologique**, autour de la miniaturisation des charges utiles, de leur modularité et de leurs capacités à embarquer de l'intelligence bord, à intégrer des COTS (éléments commerciaux non spécifiques au spatial) dans leur architecture pour réduire les coûts ou bénéficier de performances accrues, également autour des problématiques système liées aux constellations de petits satellites.
- **Une vision amplifiée du partenariat** tant international que national (inter-organismes et avec les universités) : dans un contexte où la ressource publique est très contrainte. La logique partenariale inter-organismes est plus que jamais nécessaire pour édifier « l'équipe de France du spatial ».

Le dialogue stratégique permanent avec l'industrie

Le COSPACE, comité de concertation entre l'État et l'industrie dans le domaine spatial, installé en septembre 2013, vise à fédérer une « équipe France » du spatial.

Au cours de la période 2015-2019 : le COSPACE a produit diverses feuilles de route (R&T, marchés, altimétrie, météorologie…). Il a participé à la préparation de la Ministérielle ESA de novembre 2019.

Le comité de pilotage du COSPACE est coprésidé par le président du CNES et le président de la Commission Espace du GIFAS. Il réunit les représentants des Ministères en charge de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, de la Défense, des Affaires étrangères, de l'Industrie et de l'Environnement, ainsi que des représentants de l'ONERA et des industriels du GIFAS.

4e édition du COSPACE en septembre 2015

Les propositions du COSPACE sont issues des résultats de groupes de travail spécifiques co-animés par des acteurs institutionnels et industriels. Elles portent sur le *benchmarking* international pour l'état de l'art de la concurrence, les applications et services, les feuilles de route technologiques, les ressources humaines et la formation (initiale et continue). Le COSPACE de niveau ministériel (coprésidé par le Ministre en charge de l'Espace, le Ministre de la Défense et le Ministre en charge de l'Industrie) se réunit une à deux fois par an et émet des recommandations préparées par le comité de pilotage.

SCO (Space Climate Observatory)

Le CNES se positionne aujourd'hui comme l'agence spatiale de l'environnement et du climat. En effet, la seule alerte du changement climatique n'est plus suffisante et il est maintenant nécessaire d'accompagner les décideurs et les populations vers une prise de conscience des nombreuses conséquences globales et locales que le changement climatique va induire sur leurs territoires à court et moyen terme.

***Au cours de la période 2015-2019** : le CNES a initié l'initiative « Space Climate Observatory » dont l'objectif est, sur la base d'une mise en commun des moyens spatiaux pertinents de tous les partenaires, l'élaboration de scénarios d'impacts et de projections des conséquences sur les populations afin d'aider les décideurs à répondre aux enjeux climatiques sur leurs territoires.*

Initié dans le cadre du « One Planet Summit » le 12 décembre 2017, le SCO fait l'objet d'une déclaration d'intention signée, lors du Salon du Bourget le 17 juin 2019, par 25 agences spatiales et 3 organisations internationales en présence du Président de la République.

Fondé sur une mutualisation des données existantes produites par les programmes internationaux (Copernicus, NOAA, EUMETSAT) et en lien fort avec la recherche (le SCO est une Community activity reconnue par Group on Earth Observation), le SCO favorise l'interopérabilité avec des données socioéconomiques locales (population, urbanisation, espaces protégés, infrastructures linéaires et locales) afin de proposer aux décideurs une analyse précise de la vulnérabilité de leur territoire face au changement climatique.*

Le SCO opère par projets liés à un besoin spécifique de collectivités. Les projets sont pilotés par des consortiums publics/privés qui s'assurent de la qualité des données mobilisées et prévoient la soutenabilité des services rendus.

Il s'agit d'une initiative unique en son genre qui permet d'apporter une aide concrète aux territoires en valorisant la donnée spatiale pour la lutte contre le changement climatique.

Le SCO est appelé à se décliner localement selon des échelles variables en fonction des capacités des pays ou des régions du globe. Ainsi doivent se constituer le SCO Inde, Chine, Afrique, Pacifique, etc. Au niveau français, le SCO France fédère depuis fin 2019 l'ensemble des expertises et recherches publiques impliquées dans les politiques publiques liées au changement climatique (16 organismes ou agences publiques tels que : Météo France, l'IGN, l'Ifremer, le CNRS, l'IRD, l'INRAE, l'AFD, le BRGM, l'ADEME, le CEREMA, etc.), ainsi que les Ministères de tutelles concernés, le MESRI et le MTES. Les premiers projets du SCO seront annoncés lors du prochain « One Planet Summit » les 15 et 16 juin 2020. D'ici 2021, le consortium s'organisera sous la forme d'une Charte internationale, à l'image de la « Charte Internationale Espace et Catastrophes majeures ».

* Group on Earth Observation (GEO) : www.earthobservations.org/index.php

2.2 LE CNES AGENCE SPATIALE ET CENTRE TECHNIQUE

L'originalité du CNES réside dans une complémentarité unique entre ses compétences d'agence de programme et de centre d'expertise technique. Cette double compétence constitue un atout pour le développement de l'écosystème spatial français.

Les statuts du CNES[8] lui confèrent une double mission : il conseille le gouvernement pour l'élaboration et la conduite de sa politique spatiale et met ensuite en œuvre les décisions prises par le gouvernement en assurant la maîtrise d'ouvrage des programmes spatiaux sélectionnés.
Le CNES a donc une double compétence :

- **Agence de programmes** : il a une fonction de prospective, de stratégie, de force de proposition, de programmation et de mise en œuvre de la politique spatiale française.
- **Centre technique** : il prépare l'avenir, instruit les propositions et conduit les projets.

Ces deux compétences sont imbriquées et complémentaires : proposer des programmes innovants n'est possible que sur la base d'une bonne préparation du futur, elle-même construite sur une expertise technique.

Les centres techniques de Toulouse pour les systèmes orbitaux et de Paris-Daumesnil pour les lanceurs sont au cœur de la préparation de l'avenir et interviennent à tous les stades des projets (de la phase de conception à l'exploitation des systèmes spatiaux). Par ailleurs, le Centre Spatial Guyanais a pour mission d'accomplir les opérations de lancement qui lui sont confiées. Les fonctions de Siège (Présidence, Direction Générale, Relations internationales…) sont regroupées au sein de l'établissement de Paris-Les Halles.

L'originalité du CNES provient par essence de cette imbrication agence / centre technique. Son positionnement fort dans l'innovation lui permet de conserver une avance en France et un rôle majeur en Europe et de réaliser des succès qui constituent des premières européennes, voire mondiales, dans les domaines des sciences, des techniques ou des services. Le CNES sait, de manière indépendante, évaluer et maîtriser les risques et apporter l'expertise dont l'État a besoin en matière spatiale. Il fédère autour de ses initiatives, en veillant à ne pas se substituer à eux, les utilisateurs nationaux et les industriels qui réalisent les systèmes spatiaux.

Satellite Taranis en cours d'assemblage au Centre Spatial de Toulouse en 2018

Les compétences du CNES sont par ailleurs mises à disposition de l'Europe pour contribuer au succès des programmes européens clés, notamment ceux dans lesquels la France a joué un rôle d'amorçage et largement investi. C'est spécifiquement le cas dans le domaine des lanceurs et des principaux programmes européens de satellites : Copernicus et Galileo.

De même, cette double compétence est mise au service du Ministère des Armées dans la mesure où le CNES intervient en support à diverses activités depuis l'idéation et la préparation du futur (R&T duale) jusqu'aux opérations de systèmes spatiaux en passant par la maîtrise d'ouvrage, l'assistance à maîtrise d'ouvrage DGA ou des activités de type SSA.

Enfin, toujours grâce à cette large palette de compétences, le CNES joue un rôle central sur la scène spatiale mondiale. Il est ainsi devenu un **acteur à part entière de l'appareil diplomatique international français** en maintenant et créant des partenariats larges et variés : au niveau européen dans le cadre de l'Agence Spatiale Européenne (ESA), historiques avec les grandes puissances spatiales hors Europe (Chine, États-Unis, Inde, Japon, Russie) et prospectifs avec les nouvelles puissances spatiales (Corée, Émirats Arabes Unis, Israël…). A travers ses coopérations, le CNES insuffle le « réflexe France » afin que les partenaires internationaux sollicitent le savoir-faire des industriels tricolores.

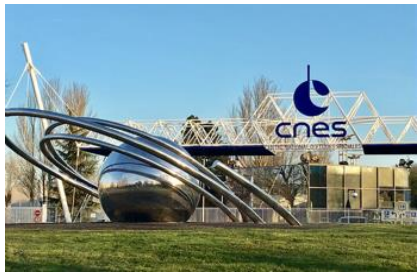
[8] Décret n°84-510 relatif au Centre National d'Études Spatiales : https://beta.legifrance.gouv.fr/loda/texte_lc/LEGITEXT000006064527/

L'implantation territoriale du CNES est en cohérence avec le monde industriel. Le CNES dispose de quatre établissements complémentaires, très bien intégrés dans les régions qui les accueillent. Leur présence contribue à fédérer l'industrie spatiale régionale, notamment en Occitanie et en Ile-de-France.

- **Le Siège du CNES** se situe à Paris, ce qui lui permet d'être proche de ses tutelles et de ses partenaires français et étrangers, en particulier de l'ESA (dont le Siège est à Paris) avec qui il est en contact quotidien.
- **Le Centre Spatial de Toulouse** est au cœur du pôle spatial de la région Occitanie où sont situés les principaux industriels des systèmes orbitaux. Le pôle de compétitivité Aerospace-Valley regroupe l'ensemble de ces acteurs.
- **La Direction des Lanceurs**, colocalisée avec la direction des lanceurs de l'ESA à Paris-Daumesnil, est également située à proximité d'ArianeGroup (Maître d'œuvre d'Ariane) et d'Arianespace. Le CNES interagit avec l'écosystème régional d'innovation notamment via le pôle de compétitivité ASTech Paris Région.
- **Le Centre Spatial Guyanais** (CSG), port spatial de l'Europe, situé à Kourou en Guyane française, bénéficie d'une position géographique exceptionnelle sur l'équateur, permettant des lancements en toute sécurité vers tous types d'orbites. C'est un acteur essentiel de l'économie de la Guyane.

Paris Les Halles

Toulouse



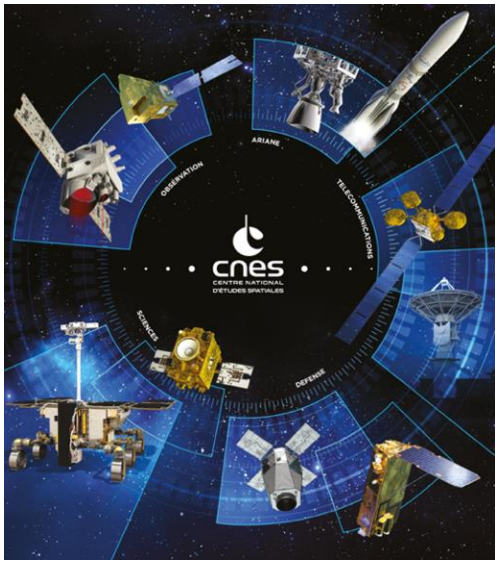
Paris-Daumesnil

Kourou

2.3 LES CINQ DOMAINES D'INTERVENTION DU CNES

Pour mettre en œuvre la politique spatiale de la France, le CNES participe aux programmes de l'ESA et conduit en parallèle un programme multilatéral inscrit, selon les priorités nation ales, dans un cadre de coopération internationale.

Le programme multilatéral permet de conduire des projets ou des activités en complément des programmes de l'ESA, soit parce que le cadre de l'ESA se révèle peu adapté à la conduite de ces activités, soit parce qu'il s'agit de thèmes exclus des programmes de l'ESA ou découlant du rôle spécifique du CNES pour l'État (comme les programmes de Défense), ou lorsqu'il est question de sujets ciblés, d'intérêt scientifique ou technologique élevé. Il permet également à la France de disposer de solides compétences nationales étatiques et industrielles et de jouer ainsi un rôle moteur dans la mise en œuvre de la politique spatiale européenne. Les deux programmes sont complémentaires et sans duplication.



Les 5 domaines d'intervention du CNES

Les activités du CNES sont réparties en cinq domaines d'intervention :

Ariane

Disposer, dans le cadre de l'ESA, d'une gamme complète et compétitive de lanceurs reposant sur les filières Ariane, Soyouz et Vega lancés depuis le CSG. Pour cela, maintenir et développer, dans le cadre de l'ESA et de l'UE, la compétitivité du CSG et réduire les coûts du système Ariane par une optimisation de l'ensemble de la structure industrielle et de la gouvernance.

Préparer l'après-Ariane 6 pour permettre à l'Europe de disposer d'un système de lancement financièrement équilibré et adapté aux missions institutionnelles et au marché commercial tout en préservant les compétences françaises critiques. Accompagner l'industrie nationale par des activités de R&T ciblées et complémentaires des programmes européens.

Sciences

Participer activement aux missions scientifiques de l'ESA afin de maintenir ses programmes au meilleur niveau mondial avec une position française forte. Le programme scientifique obligatoire de l'ESA est l'ossature du domaine.

Compléter la programmation par des missions en coopération bilatérale en s'efforçant de maximiser le retour sur investissement sur le plan scientifique. On distinguera les coopérations avec les acteurs majeurs (USA, Chine, Inde) permettant de mener des missions ambitieuses répondant à des objectifs scientifiques partagés par les deux pays et les missions d'opportunité permettant de se saisir d'un contexte de partenariat pour mener des expériences scientifiques plus ciblées.

Prendre part à la dynamique d'exploration humaine ou robotique des astres proches (Lune, Mars, astéroïdes) ou de stations habitées (ISS, Lunar Orbital Platform - Gateway), dans le cadre d'un programme mondial à la gouvernance adaptée (ESA, NASA), ou en coopération bilatérale (Chine, Inde, Russie). S'assurer de notre capacité à tirer parti scientifiquement de ces activités.

Observation

Participer activement aux missions scientifiques de l'ESA afin de maintenir ses programmes au meilleur niveau mondial avec une position française forte.

Mener des programmes en coopérations bilatérales (USA, Chine, Inde, Israël) en sciences de la Terre, répondant aux besoins exprimés par la communauté scientifique française dans une logique de positionnement complémentaire aux programmes européens, soit sur les filières d'excellence, soit sur des projets à forte innovation. Veiller au renouvellement des infrastructures spatiales essentielles aux services opérationnels clés existants (météorologie, océanographie, cartographie…) et assurer en particulier la poursuite du développement et la pérennisation du programme européen Copernicus.

Participer à l'étude du changement climatique, en contribuant à apporter des données spatiales de qualité pour l'alimentation des modèles et en développant de nouveaux produits adaptés pour les études d'impacts.

Favoriser la mise en place en France et en Europe de moyens de distribution, d'archivage, d'exploitation et de commercialisation des données à destination des utilisateurs scientifiques et non scientifiques, notamment à travers les Pôles de données et de Service (Data Terra).

Télécommunications

Renforcer la place de l'industrie nationale dans le domaine des télécommunications à travers un effort ciblé de R&D. Cet effort se concrétise en particulier par les programmes Onesat et Flexsat/Space Inspire, portant le développement des nouvelles filières de satellites génériques flexibles, et par les programmes de développement des technologies et des produits Charge Utile et Plateforme, permettant de soutenir l'écosystème des équipementiers nationaux, fortement concurrencé au niveau mondial mais aussi européen.

Assurer la pleine capacité opérationnelle de Galileo, dans le domaine de la navigation, et préparer la deuxième génération. Assurer la continuité opérationnelle d'EGNOS en préparant l'intégration des signaux Galileo. Accompagner l'industrie nationale par des activités de R&T ciblées et complémentaires des programmes européens.

Défense

Préparer les technologies et compétences nécessaires pour maintenir au meilleur niveau mondial les capacités spatiales opérationnelles équipant les Forces armées nationales.

Apporter un soutien pour la maîtrise d'ouvrage des programmes spatiaux de défense et, lorsque cela est nécessaire, assurer des tâches de maîtrise d'œuvre pour certains de ces programmes. Ces programmes d'équipement concourent notamment aux fonctions interarmées suivantes : renseignement, surveillance et reconnaissance (ISR), alerte avancée et suivi des lancements, surveillance de l'environnement géographique, physique et humain, communications par satellites, positionnement, navigation et datation (PNT), surveillance de l'espace et protection des systèmes stratégiques en orbite.

Assurer le soutien aux capacités spatiales de défense notamment en matière de lancement et de mise à poste des satellites militaires et duaux, mais également de maintien à poste lorsque ce besoin est exprimé par le Ministère des Armées.

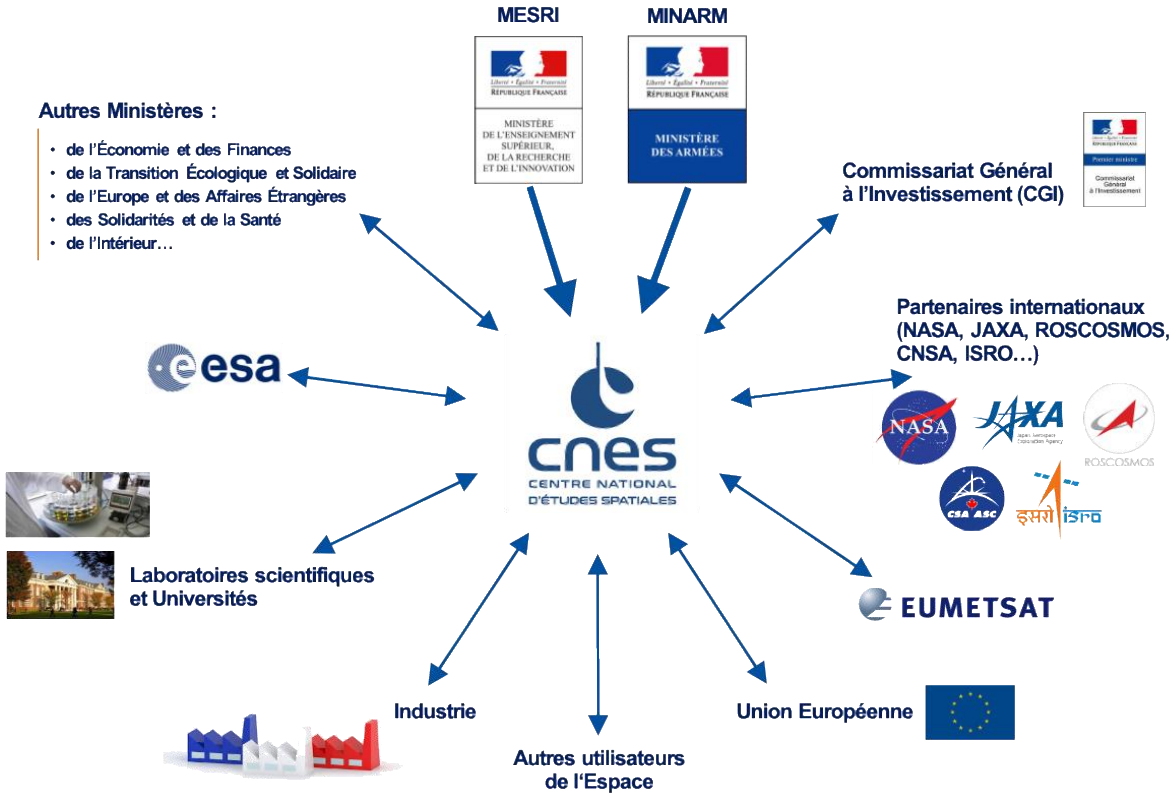
Fournir aux Armées un soutien permanent en matière de prévention des risques de collision en orbite.

Accompagner la montée en puissance du nouveau Commandement De l'Espace (CDE) et préparer son arrivée sur le campus du CNES à Toulouse.

3

LES PARTENAIRES DU CNES

Ce chapitre illustre les relations entre le CNES et ses principaux partenaires, représentés schématiquement ci-dessous. Le Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche et de l'Innovation (MESRI) et le Ministère des Armées (MINARM) sont les ministères de tutelle du CNES.



3.1 LES PARTENAIRES HORS EUROPE

Dans le domaine spatial, les USA ont une suprématie nette, la Chine et l'Inde montent en puissance et les opportunités de coopération se multiplient et se diversifient. 70 agences spatiales ou organisations internationales collaborent aujourd'hui avec le CNES, offrant à la France l'accès à des missions ambitieuses non réalisables à l'échelle nationale. Les coopérations constituent également un outil très efficace de soutien aux actions diplomatiques et économiques de la France.

Au cours de la période 2015-2019 : le nombre de collaborations internationales est en augmentation nette et les partenaires se multiplient.

Le contexte international hors Europe

La disproportion entre le budget américain et le reste du monde et la progression des pays comme la Chine et l'Inde ont été évoquées dans le 1er chapitre de ce document. Les budgets chinois et indien étant en augmentation constante ces dernières années, la place de l'Europe n'est pas nécessairement garantie à long terme. Cependant, Arianespace dispose toujours de près de 50% du marché mondial des lancements accessibles. Les grands maîtres d'œuvres européens de satellite de télécommunications (Airbus Defence & Space et Thales Alenia Space), dont le siège est en France, ont occupé 60% du marché mondial en 2019 (ce marché est néanmoins fluctuant). Enfin, avec SES et Eutelsat, l'Europe dispose de près de 50% du marché mondial des opérateurs.

La coopération internationale

La coopération internationale est conduite pour favoriser et développer les partenariats scientifiques, intensifier la coopération industrielle et soutenir la politique étrangère de la France. Le CNES entretient, dans ses 5 domaines d'activité, des relations avec 70 institutions publiques spatiales dans le monde entier.

Le SISMOC au CST : InSight/SEIS est un projet en coopération NASA-CNES avec des opérations partagées

Au-delà du cadre particulier de l'Europe, la coopération se décline en tout premier lieu avec les **5 grandes puissances spatiales (États-Unis, Inde, Japon, Chine et Russie)** selon des axes propres à chaque partenariat : grandes missions très innovantes technologiquement avec les États-Unis, missions scientifiques d'étude du climat ou d'océanographie avec l'Inde ou la Chine, science, recherche et technologie ou lanceurs avec le Japon et la Russie.

D'autres partenariats spécifiques sont entretenus avec plusieurs pays, souvent en soutien à l'exportation industrielle française. Des coopérations sont mises en place afin de promouvoir le savoir-faire institutionnel, technique et industriel français. Enfin, d'autres coopérations à finalité plus politique illustrent la contribution du secteur spatial à **la politique étrangère de la France** et induisent, outre l'amplification du nombre de coopérations, une diversification des modes d'intervention du CNES (fourniture d'éléments de charges utiles scientifiques, d'instruments ou d'équipements, partage d'efforts de R&T, applications utilisant des données spatiales, retours d'expérience sur l'organisation et la gouvernance d'une agence spatiale…).

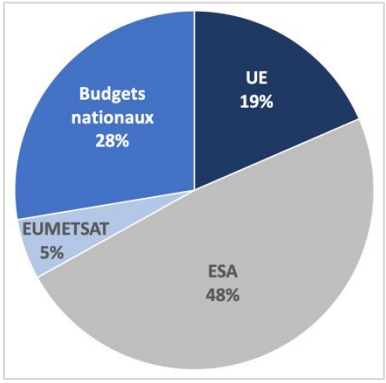
Pour favoriser cette politique de partenariats, le CNES a mis en place un nombre croissant de postes de conseillers spatiaux dans les Ambassades et institutions à l'étranger (8 postes à Bruxelles, Berlin, Abu Dhabi, Bangalore, Moscou, Tokyo, Washington et, depuis 2019, Pékin).

La stratégie de coopération internationale dans le domaine spatial inclut également la représentation des intérêts français au sein des instances internationales traitant de ces sujets, notamment le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique de l'ONU (COPUOS), le Comité sur les satellites d'observation de la Terre (CEOS) et le Comité inter-agences sur les débris spatiaux (IADC).

3.2 LA COMMISSION EUROPEENNE

En Europe le secteur spatial institutionnel est structuré par une relation triangulaire Union Européenne - États-membres - ESA et EUMETSAT.
L'Union Européenne joue un rôle croissant dans la politique spatiale européenne. Un nouveau règlement financier 2021-2027 est en cours de négociation et le spatial est reconnu par la Commission comme un enjeu stratégique pour l'Europe et ses citoyens.

Au cours de la période 2015-2019 : le Parlement Européen a adopté une résolution afférente à une stratégie spatiale pour l'Europe. La mise en place des programmes Galileo, Copernicus et H2020 illustre le rôle de plus en plus important de la Commission Européenne dans le domaine spatial.



Au niveau européen, une place croissante est assumée par l'Union Européenne dans le domaine spatial, en complémentarité des actions des États-membres au niveau national ou de l'ESA, à travers notamment les investissements en infrastructures publiques (Galileo, Copernicus) et la mise en œuvre de programmes de R&D (H2020).

Depuis le Traité de Lisbonne, en décembre 2009, la politique spatiale figure dans les responsabilités de l'Union Européenne qui développe des programmes pour répondre aux demandes institutionnelles et commerciales de l'Europe.

Estimation de la répartition du budget européen en 2020 (environ 10 G€ au total)

Ce rôle politique de premier plan est précisé dans l'article 189 : « Afin de favoriser le progrès scientifique et technique, la compétitivité industrielle et la mise en œuvre de ses politiques, l'Union élabore une politique spatiale européenne. À cette fin, elle peut promouvoir des initiatives communes, soutenir la recherche et le développement technologique et coordonner les efforts nécessaires pour l'exploration et l'utilisation de l'espace ».

Le nouveau règlement sur le programme spatial de l'Union Européenne pour la période 2021-2027 est actuellement en cours de négociation à Bruxelles. Il établit pour la première fois, sous un règlement unique, l'ensemble des composantes actuelles du programme spatial européen (Galileo, EGNOS et Copernicus). Il prévoit également de nouvelles composantes dans le domaine des communications sécurisées (GOVSATCOM) et de la surveillance de l'espace (SST) ainsi que des dispositions plus générales en matière de gouvernance spatiale. Il établit en particulier l'agence pour les programmes spatiaux européens à Prague, en lieu et place de l'actuelle agence en charge du GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Pour les relations avec l'ESA, il prévoit un accord cadre financier global, le FFPA (Financial Framework Partnership Agreement) qui devra définir les grands principes de la coopération entre l'Union Européenne et l'ESA (rémunération, autorité contractuelle, budget, application des règles de l'UE…). Le nouveau règlement et le FFPA entreront en vigueur au 1er janvier 2021. Le budget proposé par la Commission Européenne sur la période est de 16 G€ (contre 12 G€ sur la période actuelle) mais il est en cours de négociation comme la totalité du budget de l'UE.

La Commission Européenne à Bruxelles

Ce nouveau règlement soutient expressément l'innovation et la compétitivité de l'industrie européenne dans le secteur spatial. Il consacre, en particulier, le soutien à la recherche dans le domaine des lanceurs et plus généralement de l'accès à l'espace. Le budget Recherche sera toutefois déterminé dans le cadre du programme Horizon Europe.

La mise en place de la nouvelle Commission Européenne, fin 2019, est un fait marquant. Le nouveau Commissaire Français, Thierry Breton, s'est vu confier un portefeuille large, couvrant trois Directions Générales : la DG DEFIS (DEFence Industry and Space) qui associe, de manière inédite, spatial et défense européenne, la DG CONNECT qui couvre les aspects IA, HPC, réseaux, 5G, et la DG GROW qui traite des marchés intérieurs mais aussi des outils pour soutenir la compétitivité, notamment des PME. Le CNES pourra donc y trouver des outils ou mécanismes en soutien à son ouverture toujours plus forte vers les usages du spatial sur le secteur aval.

3.3 L'AGENCE SPATIALE EUROPEENNE (ESA)

La préparation de la conférence ministérielle de Séville s'est déroulée pendant plus d'un an et a été rythmée par de nombreuses réunions du Conseil de l'ESA et de ses comités de programme pour aboutir à un ensemble à la fois ambitieux et réaliste. Le CNES a joué un rôle clé dans la préparation de cette conférence ministérielle et dans la phase de maturation de la position française, tant au niveau national (liens permanents avec les Ministères de tutelle, les représentants de l'industrie française, la communauté scientifique) qu'au niveau international afin de percevoir et prendre en compte les tendances des partenaires. Cette conférence s'est soldée par un niveau d'engagement financier historique (14,3 G€ dont 2,65 G€ de souscription française).

Au cours de la période 2015-2019 : deux conférences ministérielles ont eu lieu (à Lucerne en décembre 2016 et récemment à Séville en novembre 2019).

L'ESA est une agence intergouvernementale créée en 1975. Elle est chargée par ses États-membres de mettre en œuvre la politique spatiale européenne. Elle est le maître d'ouvrage des programmes décidés par ses 22 États-membres et coordonne les composantes spatiales des programmes de l'Union Européenne, par délégation de cette dernière.

Sa mission est « d'assurer et de développer, à des fins exclusivement pacifiques, la coopération entre États européens dans les domaines de la recherche et de la technologie spatiale et de leurs applications spatiales, en vue de leur utilisation à des fins scientifiques et pour des systèmes spatiaux opérationnels d'applications ».

L'ESA est constituée d'un organe exécutif et d'un conseil regroupant les États-membres. Le conseil est assisté de comités directeurs décisionnels pour chacun des grands programmes de l'agence. Chaque État-membre dispose d'une voix, le CNES représente la France dans ces différentes instances. La politique industrielle de l'ESA s'appuie sur le retour géographique, ce qui signifie que le montant des contrats vers l'industrie de chaque État-membre doit être égal à la contribution de ce membre, déduction faite des frais de fonctionnement de l'Agence.
Les activités de l'ESA comprennent des activités obligatoires auxquelles tous les États-membres participent au prorata de leur PIB et des activités facultatives auxquelles les États-membres peuvent participer en choisissant le montant de leur contribution. **La France participe à la quasi-totalité des programmes de l'ESA**, qu'il s'agisse du programme obligatoire (avec une contribution égale à son PIB, soit 14,33%) ou des programmes facultatifs.

Au titre des activités obligatoires, l'ESA assure notamment l'élaboration et l'exécution d'un programme scientifique, coordonne les activités techniques « de base » et contribue au financement du CSG. Au titre des activités facultatives, l'ESA assure l'exécution de programmes qui peuvent notamment comporter : l'étude, le développement, la construction, le lancement, la mise en orbite et le contrôle de satellites et de systèmes spatiaux.

Les programmes facultatifs tels que Lanceurs (Transition Ariane 5 vers Ariane 6, Vega C, préparation du futur, exploitation), Exploration (E3P), Télécommunications (ARTES), Navigation (Navisp), Observation (Future EO, Copernicus, Earth Watch) GSTP (General Study Research Programme), ont un taux de contribution souscrit au cas par cas par chaque État selon ses priorités. Lors de la dernière conférence ministérielle à Séville en novembre 2019, l'ensemble des programmes de l'ESA a recueilli 14,3 G€ de souscription, dont 2,65 G€ de contribution française.

La « Ministérielle de Séville »[9], réunion au niveau ministériel du Conseil de l'ESA (Conférence Space19+), qui s'est tenue à Séville les 27 et 28 novembre 2019. Elle avait vocation à préparer l'avenir du spatial européen. Dans ce contexte, l'ESA a tout d'abord renforcé le budget de son programme scientifique à 2,823 G€ pour la période 2020-2024. Cela permettra de continuer à rechercher des réponses aux questions fondamentales sur l'origine de la vie, le fonctionnement du système solaire, les origines de l'Univers et les lois physiques fondamentales qui gouvernent ce dernier. Les futures missions JUICE (exploration des lunes de Jupiter), ATHENA (télescope d'astrophysique haute énergie), LISA (observation d'ondes gravitationnelles) ou encore Euclid (étude de l'énergie sombre) donneront corps à ces ambitions.

Photo de groupe officielle Space19+

Concernant l'accès à l'espace, l'enveloppe souscrite (2,238 G€ pour les lanceurs et 512 M€ pour le Centre Spatial Guyanais) va permettre d'améliorer la compétitivité d'Ariane 6 et de Vega C, de développer les briques technologiques du futur avec le moteur Prometheus et de rénover le CSG. L'enjeu essentiel pour l'Europe du maintien de son accès indépendant à l'espace est atteint.

Pour l'exploration, l'enveloppe souscrite financera les activités liées à la Station spatiale internationale, à la Lune et à Mars, dans un contexte international marqué par les annonces américaines d'un retour possible sur la Lune dès 2024. Le programme E3P a ainsi été souscrit à hauteur de 1,953 G€, un budget suffisant pour lancer les activités autour des quatre piliers proposés : vol habité en orbite basse, avec la confirmation des engagements européens en faveur de la Station spatiale internationale, vol habité au-delà de l'orbite basse dans le cadre de la station circumlunaire proposée par les États-Unis (Gateway), exploration robotique lunaire, et exploration robotique martienne notamment avec la future mission *Mars Sample Return* qui a vocation à ramener sur Terre des échantillons de sol martien.

[9] Budgets souscrits lors de la Ministérielle de Séville : www.esa.int/Newsroom/Press_Releases/Space19_un_budget_sans_precedent_pour_l_ESA

Le maintien de la compétitivité industrielle se fera principalement à l'aide des programmes d'observation de la Terre et de télécommunications. Les programmes d'observation de la Terre ont été plébiscités, avec des souscriptions à hauteur de 2,541 G€, dont 545 M€ pour Future EO (les satellites d'observation du programme Future Earth Observation) et 1,810 G€ pour le programme de la future composante spatiale de Copernicus (cofinancé avec l'Union Européenne), démontrant une fois encore l'apport essentiel des applications spatiales dans la surveillance de l'environnement et la lutte contre le changement climatique. Ces programmes répondent par ailleurs à des ambitions scientifiques du plus haut niveau. Le programme ARTES a été souscrit à hauteur de 1,511 G€, afin de soutenir la compétitivité de l'industrie européenne dans le domaine très concurrentiel des satellites de télécommunications.

Les États-membres ont également souscrit aux programmes liés à **la sûreté et à la sécurité** (Space Safety Programme) à hauteur de 432 M€. Ce nouveau programme découle d'une prise de conscience croissante des risques associés à trois menaces spatiales importantes :

- La mission L5 aura tout d'abord pour vocation d'améliorer la connaissance et les prédictions en matière de **météorologie spatiale**, puisque des phénomènes physiques tels que les éruptions solaires peuvent avoir des conséquences importantes sur le fonctionnement des économies,
- La mission HERA servira à tester des méthodes de **déviation d'astéroïdes**, afin d'être en mesure d'éviter de futures collisions avec la Terre,
- La mission ADRIOS permettra de tester des technologies de **retrait actif de débris spatiaux**, contribuant ainsi à rendre les orbites terrestres moins polluées et donc plus sûres pour les satellites.

Enfin, l'ESA confirme son rôle en soutien à la technologie (561 M€) et au développement d'expériences scientifiques (229 M€) avec les programmes GSTP et PRODEX. L'ESA joue en effet le rôle d'agence spatiale pour la plupart de ses États-membres ne disposant pas de budgets nationaux dédiés (c'est l'objet de PRODEX) et doit continuer à investir dans les briques technologiques et scientifiques permettant de préparer l'avenir (c'est l'objectif de GSTP).

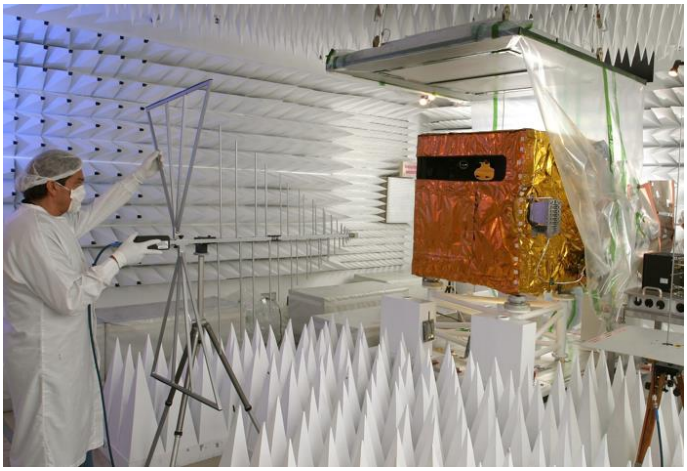
3.4 EUMETSAT

EUMETSAT intervient, en partenariat avec l'UE, l'ESA et certaines agences nationales dont le CNES, pour le développement et l'exploitation des systèmes spatiaux dédiés à la météorologie et climatologie.

Au cours de la période 2015-2019 : la collaboration entre le CNES et EUMETSAT s'est amplifiée, notamment avec les programmes IASI, IASI-NG, ceux d'altimétrie (Jason-3, Jason CS / Sentinel 6B), ainsi que la diffusion des données SARAL et CFOSat.

EUMETSAT est une organisation intergouvernementale, fondée en 1986, dont la mission consiste à générer des données, images et produits satellitaires essentiels pour la météorologie et la climatologie et de les fournir aux services météorologiques nationaux de ses États-membres et coopérants en Europe ainsi qu'à une multitude d'autres utilisateurs dans le monde entier. EUMETSAT est ainsi l'opérateur des satellites de météorologie MetOp et Meteosat. Ceux-ci ont été développés en étroit partenariat avec l'ESA : financement conjoint du développement des missions et transfert de responsabilité des satellites de l'ESA vers EUMETSAT à la fin de recette en vol.

EUMETSAT entretient des liens étroits avec le CNES : d'une part pour le développement des instruments IASI sur MetOp (MetOp 3 a été lancé en novembre 2018) et IASI-NG sur MetOp-SG. D'autre part, dans le domaine de l'océanographie opérationnelle, EUMETSAT a investi depuis 2008 pour assurer les opérations de Jason-2, apporter un support aux opérations de SARAL et financer le développement et les opérations de Jason-3 en relais du CNES. La suite de ces activités sera assurée par Jason CS devenu Sentinel 6 dans le cadre du programme Copernicus.



Essais de compatibilité électromagnétique de l'instrument IASI chez Thales Alenia Space à Cannes

EUMETSAT opère aussi les satellites Sentinel 3 du programme Copernicus de l'Union Européenne et assure, via un partenariat avec le CNES, la diffusion opérationnelle des données SARAL et CFOSat. La contribution française à EUMETSAT est portée par Météo-France.

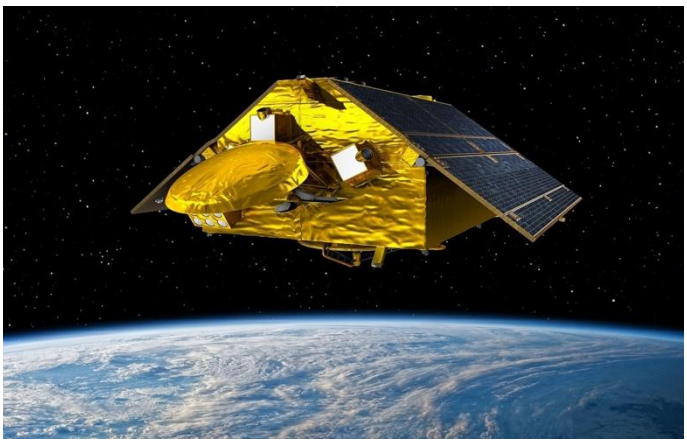


Illustration du satellite Jason CS / Sentinel 6

Il est à noter que la solidité, en Europe, des programmes opérationnels d'observation de la Terre (Météo et Copernicus) repose sur la coordination entre les trois entités décrites ci-dessus : l'Union Européenne, l'ESA et EUMETSAT. Afin d'assurer la cohérence des positions françaises, une participation croisée des délégués français dans les comités de programmes afférents est maintenue, permettant notamment de faciliter la transition vers l'opérationnel des filières d'excellence française (altimétrie, imagerie, sondage atmosphérique).

3.5 LA COMMUNAUTE SCIENTIFIQUE FRANÇAISE

Un partenariat historique scelle les relations entre le CNES, les laboratoires et les organismes impliqués dans la recherche spatiale. L'excellence de la recherche spatiale française est unanimement reconnue au niveau mondial. La science est un marqueur fort du rayonnement spatial français.
Les laboratoires spatiaux sont au cœur du développement des instruments spatiaux dans le domaine des sciences de l'Univers. Les conclusions du dernier Séminaire de Prospective Scientifique soulignent le besoin et la volonté de développer une logique de réseau partenarial alliant les laboratoires, le CNES et l'Industrie, tant pour les sciences de l'Univers que pour les sciences de la Terre.
Les pôles de données et de services constituent un dispositif essentiel pour la mise à disposition des données et des outils de traitement. Ils montent progressivement en puissance, fédérant ainsi les organismes et équipes de recherche autour de la valorisation scientifique des données.

Au cours de la période 2015-2019 : le Comité des Programmes Scientifiques (CPS) a été renouvelé en 2019 en même temps que la tenue du Séminaire de Prospective Scientifique (SPS) au Havre. Le CNES a accru la coordination avec les organismes de recherche et les principaux laboratoires. Les pôles de données et de services se sont développés avec la création notamment de l'infrastructure de recherche Data Terra.

Le partenariat entre le CNES et la communauté scientifique remonte à la création du CNES il y a près de 60 ans. Ce partenariat est extrêmement fructueux, à titre d'exemple les laboratoires français, avec le soutien technique et financier du CNES, fournissent près du quart des instruments des missions du programme scientifique obligatoire de l'ESA « Cosmic Vision » et sont partie prenante des missions « Earth Explorer » du programme Enveloppe d'Observation de la Terre. L'éventail des demandes de solutions spatiales pour la recherche scientifique ne cesse de s'élargir, à la fois en termes de thématiques et de complexité. Cette situation illustre combien l'outil spatial est devenu incontournable pour comprendre aussi bien l'Univers que le fonctionnement du système Terre.

Le partenariat entre le CNES et la communauté scientifique est un marqueur fort de l'identité et du rayonnement du spatial français. Les grandes priorités scientifiques sont ainsi inscrites dans l'ensemble des programmes spatiaux du CNES et de l'ESA, mais aussi dans certains programmes opérationnels tels que Copernicus ou les programmes de météorologie. Ces priorités sont sources de collaborations internationales de premier plan.

Dans le domaine scientifique, l'action du CNES s'inscrit dans un **partenariat systématique avec les organismes de recherche nationaux et les laboratoires**. En effet, le CNES ne dispose pas de laboratoire de recherche mais, conformément au Code de la Recherche, il est responsable de l'animation de la recherche scientifique spatiale et assure la maîtrise d'ouvrage des contributions françaises aux projets scientifiques spatiaux.

Le CNES veille à optimiser le retour scientifique français et à associer la communauté scientifique à toutes les étapes :

- En amont, lorsqu'il s'agit d'identifier, de faire émerger et de soutenir les besoins en termes de futures missions, et de construire leur cadre de réalisation.
- Durant les phases de développement, en soutenant la communauté des laboratoires français afin qu'ils aient la meilleure place possible dans le panorama européen ou mondial, et puissent développer les meilleurs instruments et les meilleurs algorithmes de traitement des données et préparer les phases critiques d'étalonnage et de validation.
- Une fois la mission lancée, en support à l'analyse des données, à la valorisation des résultats et au développement éventuel de nouvelles recherches ou applications issues de ces missions.

Ces trois phases sont complémentaires et justifient des liens forts et continus avec la communauté scientifique.

En plus de son soutien technique et financier au développement et à l'exploitation des instruments et missions spatiales, le CNES met en place plusieurs autres mécanismes :

- **Un soutien financier et humain des travaux de recherche** dans les laboratoires, par le biais d'un Appel à Propositions de Recherche annuel (APR), d'allocations de thèses et d'allocations postdoctorales, mécanismes auxquels est éligible l'ensemble de la communauté scientifique française. En 2019, la publication pour la première fois du livre bleu de l'APR[10] a permis de recenser dans un document unique le bilan 2018 de cette action (Cf. « Les actions de recherche » ci-après).
- **La constitution et le soutien d'une interaction permanente entre projets et équipes scientifiques**, par le biais de nominations de PI (*Principal Investigator*) et/ou de groupes mission pour chaque programme, lors des phases amont, durant le développement, lors de la phase de recette en vol (étalonnage/validation) et bien sûr en exploitation. Certains de ces groupes, comme *l'Ocean Surface Topography Science Team*, ont une influence d'envergure mondiale sur la science du domaine et la coordination entre agences spatiales.
- **Une implication forte dans la dynamique inter-organismes de structuration des activités** autour du spatial : en particulier les infrastructures de recherche pour l'observation in-situ complémentaire (avions avec UMS Safire, Ballons, réseaux in-situ d'étalonnage…) et les pôles de données et de services (autour du traitement, de l'archivage, de la diffusion et de la valorisation des données spatiales).

LES ACTIONS DE RECHERCHE

Chaque année, le CNES publie un Appel à Propositions de Recherche (APR) à destination de la communauté scientifique nationale. Cet appel à propositions de recherche prépare le programme de recherche scientifique spatiale du CNES. Les activités des chercheurs soutenues dans le cadre de l'APR sont le terrain où naissent et se développent les compétences scientifiques françaises en sciences spatiales, ainsi que les collaborations et projets spatiaux futurs. Elles permettent aussi de préparer au mieux l'exploitation scientifique des missions en développement et de faire rayonner les missions en exploitation.

En 2018 :

- ***800 propositions*** *de recherche ont été sélectionnées et soutenues dans le cadre de l'APR,*
- ***154 laboratoires*** *en France*
- ***3.000 chercheurs***
- ***1.200 ETP*** *(équivalents temps plein)*
- ***2.300 articles*** *publiés dans des revues à comité de lecture*
- ***1.600 collaborations*** *dans* ***85 pays*** *différents*
- ***16 M€*** *de budget CNES*

Les résultats scientifiques sont au rendez-vous et le « Livre Bleu » dresse le bilan de ces activités.

DOCTORANTS ET POSTDOCTORANTS

Le CNES accorde chaque année ***une centaine d'allocations de recherche*** *(105 en 2019), dont 2/3 d'allocations doctorales et 1/3 d'allocations postdoctorales (ce qui alimente un contingent d'environ 300 doctorants) :*

- ***Des contrats de thèse de 3 ans*** *dans un laboratoire de recherche en France.*
- ***Des contrats postdoctoraux d'un an*** *(renouvelable une fois) dans un laboratoire de recherche en France (ou au CNES).*
- *Les contrats de thèse sont obligatoirement cofinancés par un partenaire (établissement public, industriel, région…). Les contrats postdoctoraux ne sont pas cofinancés sauf exception.*
- *Ce programme bénéficie à environ soixante laboratoires de recherche chaque année.*
- ***Le programme d'allocations doctorales et postdoctorales du CNES est un des piliers de la préparation de l'avenir****. Par sa vocation à entretenir un riche vivier de compétences pour l'écosystème spatial national, académique et industriel, il contribue au maintien des capacités d'innovation de l'établissement. Il participe aussi à la diffusion de la culture spatiale.*

[10] Livre Bleu de l'APR : https://sciences-techniques.cnes.fr/sites/default/files/drupal/201906/default/livre_bleu_2018.pdf

Le CNRS est le principal partenaire scientifique du CNES. L'accord-cadre global liant les 2 organismes a été renouvelé en 2019. Selon cet accord, le CNES finance les activités conduites dans les laboratoires pour la réalisation et l'exploitation des projets spatiaux sélectionnés tandis que le CNRS prend en charge le coût de ses propres personnels. Le CNES apporte également un accompagnement aux activités scientifiques. Les principaux laboratoires impliqués sont des unités mixtes de recherche (UMR) placées sous la tutelle administrative et scientifique de l'INSU (Institut National des Sciences de l'Univers du CNRS). L'INSU gère d'importantes conventions de recherche avec le CNES et est le point de contact d'un grand nombre de laboratoires partenaires du CNES. D'autres instituts du CNRS sont également impliqués dans la recherche scientifique spatiale : l'IN2P3, l'INP, l'INSIS ou l'INEE.

Le CNES travaille également avec d'autres organismes de recherche :

- **Le CEA** en astrophysique (Département d'astrophysique de l'IRFU, service des basses températures DSBT pour le développement d'instruments scientifiques pour les observatoires spatiaux ISO, Integral, XMM-Newton, Herschel, JWST, ATHENA, Euclid…) et en sciences de l'environnement (LSCE, une des composantes de l'Institut Pierre-Simon Laplace).
- **L'ONERA** (Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales) est un établissement public sous la tutelle de la DGA, lié au CNES par un accord-cadre renouvelé en 2015 et des accords spécifiques sur plusieurs projets d'intérêt commun : autonomie bord, technologie lanceurs, environnement spatial, propagation radiofréquence et optique, études aérothermodynamiques, ergols verts et robotique mobile.
- **Les organismes de recherche** utilisateurs de données spatiales tels que l'Ifremer, l'IRD, Météo-France, l'IGN, l'Inserm, l'INRAE…

La coordination avec les organismes de recherche se fait avant tout avec des rencontres bilatérales au niveau des présidents. Elle se fait également projet par projet en réunissant périodiquement l'ensemble des partenaires avec leurs tutelles.

Le Comité des Programmes Scientifiques[11]

Pour élaborer ses programmes scientifiques, le CNES s'appuie sur le Comité des Programmes Scientifiques (CPS), institué par les décrets de 1984 et 2005 afin d'assister le Conseil d'Administration (CA) dans l'élaboration et le suivi du programme scientifique de l'établissement. Les avis du CPS sont une entrée majeure pour les choix programmatiques du CNES. Le CPS a été renouvelé le 11 mars 2019. Gilles Bergametti (Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques, CNRS) a succédé à Jean-Loup Puget (Institut d'Astrophysique Spatiale, Université d'Orsay et CNRS) à la présidence. Signe fort de la volonté d'assurer une représentation équilibrée de la communauté, la constitution du CPS respecte strictement la parité hommes-femmes. Le CNES assure le secrétariat exécutif du CPS.

Les membres du CPS 2019-2024 en compagnie de Jean-Yves Le Gall, Président du CNES, lors du SPS 2019

Le CPS s'appuie sur des comités scientifiques et leurs groupes de travail thématiques : le TOSCA (Terre - Océan - Surfaces Continentales - Atmosphère) pour les sciences de la Terre et de l'environnement, le CERES (Comité d'Évaluation de la Recherche Spatiale) pour l'étude et l'exploration de l'Univers, ainsi que les groupes de travail en sciences de la matière en micropesanteur et sciences de la vie dans l'espace. Ces comités guident notamment l'action du CNES pour l'évaluation, la sélection et le suivi des soutiens mis en place dans les laboratoires.

[11] Missions du CPS (Art. 9 du décret n°84-510) : https://beta.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000006413041/2020-03-17
Nominations au CPS du CNES, Arrêté du 11 mars 2019 : https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?id=JORFTEXT000038342124

Les laboratoires scientifiques

Plusieurs laboratoires disposant des compétences et des moyens lourds adéquats peuvent assurer la maîtrise d'œuvre d'instruments embarqués complexes, avec le soutien technique et financier du CNES. Afin de renforcer les liens avec les laboratoires, le CNES a accentué le dialogue stratégique en devenant tutelle de certains d'entre eux.

Il contribue à un programme de modernisation et d'évolution des moyens techniques des principaux laboratoires spatiaux. Par ailleurs, le CNES a œuvré et participe à la mise en place du *GIS Paradise*, qui vise à favoriser la coordination des moyens techniques lourds (salles blanches, équipements) de ces laboratoires.

L'enjeu de maintenir une expertise technique et une capacité de recherche et d'innovation instrumentale dans les laboratoires est un souci partagé par le CNES et la communauté scientifique. **La question des « modes d'intervention » respectifs des laboratoires, de l'industrie et du CNES** est apparue lors du SPS 2019 comme un point d'attention particulier pour maintenir l'équilibre entre la capacité d'innovation et la prise de risque dans un cadre contraint en termes de ressources financières et humaines.

Le CNES participe également à l'UMR Safire (expériences aéroportées) et au MEDES (Institut de Médecine Physiologie Spatiale).

LES PRINCIPAUX LABORATOIRES INSTRUMENTALISTES

- ***AIM*** *: le Département d'Astrophysique du CEA (Saclay)*
- ***IAS*** *: l'Institut d'Astrophysique Spatiale (Orsay)*
- ***IRAP*** *: l'Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie (Toulouse)*
- ***LAM*** *: le Laboratoire d'Astronomie Spatiale (Marseille)*
- ***LATMOS*** *: le Laboratoire ATmosphères, Milieux, Observation Spatiales (Paris et Versailles St Quentin)*
- ***LESIA*** *: le Laboratoire d'Études Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique (Paris et Meudon)*
- ***LPC2E*** *: le Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement (Orléans)*

Les pôles de données et de services

L'importance croissante accordée à la question des données depuis plusieurs décennies a permis de préparer la communauté scientifique française à l'arrivée de jeux de données massifs (Copernicus, GAIA) et aux problématiques spécifiques de leur traitement (calcul intensif, méthodes statistiques), de leur archivage et de leur distribution.

En partenariat avec les organismes de recherche et en premier lieu le CNRS, **le CNES a poursuivi la dynamique des pôles de données et de service en sciences de la Terre** en participant pleinement à la construction de l'Infrastructure de Recherche (IR) Data Terra. Cette structure nationale permet de porter de façon coordonnée les intérêts français en la matière à l'échelon européen, dans la dynamique des programmes Copernicus, EOSC et Horizon Europe.

Dans le même esprit, le CNES s'est associé au CEA, au CNRS et à l'ONERA pour fonder l'OFRAME. L'objectif est d'organiser la communauté scientifique travaillant sur les thématiques de météorologie de l'espace dans le but de répondre, de manière visible, efficace et structurée, aux sollicitations du monde académique, des organismes publics nationaux et internationaux et des industriels pour lesquels la météorologie de l'espace représente aujourd'hui un enjeu technique, scientifique et économique. Il s'agit de valoriser au mieux les atouts français, significatifs dans ce domaine.

LES PRINCIPAUX POLES DE DONNEES ET DE SERVICES

- ***Data Terra :*** *l'Infrastructure de Recherche Data Terra*, « pôle de données et services pour le système Terre », est inscrite sur la feuille de route nationale du MESRI depuis 2016. Elle offre l'accès à un portail unifié et cohérent, fondé sur quatre pôles de données :*
  - ***AERIS*** *(atmosphère)*
  - ***ODATIS*** *(océan)*
  - ***THEIA*** *(surfaces)*
  - ***Form@ter*** *(terre solide)*

  Elle offre également l'accès à de nouveaux dispositifs, services et outils transversaux.

  L'IR Data Terra est soutenue par 34 institutions partenaires. Un Comité exécutif rassemble le CNRS, le CNES, l'IFREMER, l'IGN, l'IRD, l'INRAE, Météo-France et le MESRI.
- ***Pôles de données en sciences de l'Univers :***
  - ***CDPP*** *(Plasmas)*
  - ***MEDOC*** *(Solaire)*
- ***OFRAME*** *(Organisation française de recherche applicative en météorologie de l'espace)**, CNRS, CNES, CEA, ONERA*

**Data Terra : www.data-terra.org*
***OFRAME : www.meteo-espace.fr*

3.6 LA DEFENSE

Une équipe Défense EMA/DGA/CNES conseille le Président du CNES. Le programme 191 constitue une subvention pour charge de service public qui a pour but de financer la recherche duale, c'est-à-dire dédiée aux programmes militaires ayant des retombées civiles et aux programmes civils ayant des retombées militaires.

Au cours de la période 2015-2019 : la Stratégie spatiale de défense présentée en juillet 2019 confirme les grandes orientations stratégiques et l'importance du domaine spatial. La gouvernance de la relation entre le CNES et les acteurs du Ministère des Armées évolue avec la création du Commandement De l'Espace.

Les orientations stratégiques et programmatiques ont été décrites dans le chapitre 2 de ce document. La Stratégie spatiale de défense, présentée en juillet 2019, confirme les grandes orientations liées aux fonctions de veille stratégique et d'appui aux opérations terrestres, aériennes et maritimes. Elle insiste aussi sur la nécessité d'être en mesure de protéger les systèmes spatiaux nationaux et prévoit l'attribution de moyens supplémentaires pour atteindre cet objectif. Le CNES, dont la contribution est soulignée dans la nouvelle Stratégie spatiale de défense, apporte son concours au Ministère des Armées en matière d'innovation, de conduite des programmes d'équipement, de surveillance de l'espace et d'opérations des moyens spatiaux.

Gouvernance de la relation entre le CNES et le Ministère des Armées

Une « équipe Défense », rattachée directement au Président du CNES, réunit des représentants de la DGA, des Forces armées et du CNES sous la coordination du Conseiller militaire du Président du CNES. Cette équipe a pour mission de faire valoir le point de vue et les intérêts du Ministère des Armées dans les processus d'orientation, de hiérarchisation des priorités et de préparation des décisions prises par le Président du CNES et le Conseil d'Administration. L'équipe contribue notamment à la préparation des décisions relatives aux activités financées par le CNES grâce au programme 191 « Recherche duale » de la LOLF qui constitue une partie de la subvention reçue par le CNES.

Sous la co-présidence de la DGA, de l'État-major des Armées et du CNES, un comité de pilotage de l'équipe Défense se réunit trois fois par an. Ces réunions ont un caractère décisionnel et concernent les activités du CNES ayant un intérêt pour le Ministère des Armées, la définition des axes de travail de l'équipe Défense et le lancement de nouveaux projets ou études.

Dans le cadre du Contrat d'Objectifs et de Performance État-CNES du 15 décembre 2015, la DGA et le CNES ont signé le 8 février 2016 un protocole relatif à l'exécution du programme 191 « Recherche duale ». Au titre de ce protocole, des réunions régulières de coordination et de concertation, s'inscrivant dans le cycle des réunions du Comité de pilotage de l'équipe Défense, sont organisées afin d'optimiser les actions de R&T et R&D conduites par le CNES et par la DGA.

Pour tenir compte des évolutions d'organisation récentes du Ministère des Armées, des orientations de la nouvelle Stratégie spatiale de défense et des opportunités offertes par l'émergence de nouveaux acteurs dans le secteur spatial, **une réflexion est en cours pour adapter le modèle de gouvernance**.

3.7 L'ECOSYSTEME INDUSTRIEL

Le CNES soutient le tissu industriel, de la préparation du futur (R&T) aux activités aval. Le CNES représente la France dans les comités directeurs de l'ESA pour défendre les intérêts français et intervient dans les relations internationales pour valoriser l'industrie nationale et favoriser ses activités export. La moitié des emplois industriels européens liés aux infrastructures spatiales sont français (environ 25.000 emplois).

Au cours de la période 2015-2019 : l'ambition spatiale de la France dans les dernières décennies s'est en particulier concrétisée par le développement progressif d'une base industrielle spécialisée. L'environnement est devenu de plus en plus concurrentiel et marqué par une amplification de l'économie du numérique.

Il est commun aujourd'hui de distinguer 2 secteurs dans l'industrie spatiale, qui répondent à des logiques technico-économiques et donc à des éléments de politique industrielle différenciés.

Le secteur des systèmes spatiaux (secteur amont ou manufacturier) : il s'agit d'un secteur de grande complexité technologique, avec des longueurs de cycle de développement importantes, même pour les produits commerciaux. Les programmes sont ambitieux et les risques sont donc élevés. Les marges sont faibles (en particulier pour les maîtres d'œuvre de systèmes orbitaux) et se traduisent par des difficultés pour investir dans la R&D. Il s'agit d'un secteur stratégique (accès à l'espace, observation, télécommunications, applications défense) qui partout dans le monde (USA, Russie, Chine, Japon...) bénéficie d'un fort soutien institutionnel. Le secteur est assez concentré autour de grosses holding industrielles.

Le secteur des services (secteur aval ou applications) : les marchés visés et les acteurs sont très diversifiés, avec des grands opérateurs, mais également un nombre de PME important. Les cycles sont courts et le positionnement dépend fortement de l'innovation et de la rapidité d'entrée sur le marché. Les dispositifs d'incitation et de promotion sont nombreux.

Essais de l'instrument SWIM du satellite CFOSat en chambre anéchoïque chez Thales Alenia Space en avril 2017

L'écosystème dans lequel évolue le CNES s'est par ailleurs élargi à un troisième secteur. **Le numérique est en évolution permanente** sur des échelles de temps plus courtes que le spatial traditionnel. Le calcul hautes performances, l'intelligence artificielle, le stockage, l'archivage, le traitement de gros volumes de données permettent de répondre à de nouveaux usages du spatial. Cette mutation s'accompagne de l'arrivée de nouveaux acteurs avec certains risques pour les acteurs historiques du spatial.

Les éléments clés

Partout dans le monde, la commande institutionnelle pour les infrastructures représente la majeure partie du chiffre d'affaires de l'industrie spatiale, dans des marchés fermés et protégés. A l'inverse, le modèle européen et en particulier français est unique, avec **une industrie manufacturière présente à peu près à parts égales entre le commercial et l'institutionnel**. Les approvisionnements de l'ESA, soumis à l'impératif du retour géographique, occupent une place importante dans la commande institutionnelle. Le secteur commercial est porté par les lanceurs et, pour les satellites, essentiellement basé sur le marché des télécommunications - ce marché présentant un caractère cyclique très important, avec une montée en puissance du marché de l'observation de la Terre, commercial et export.

Une dimension européenne. Depuis sa création en 1975, l'ESA a imprimé une logique européenne à la base industrielle spatiale. Une longue série de fusions/acquisitions s'est opérée, avec une volonté de recherche de masse critique et surtout d'extension de l'empreinte européenne pour les grands groupes afin de s'adapter à un élément fondamental de la politique industrielle de l'ESA : le retour géographique. Aujourd'hui, la majeure partie de l'industrie du secteur est très concentrée autour de grands groupes multinationaux européens, soulevant des questions d'ordre stratégique en regard du soutien des états.

Un équilibre fragile. Plusieurs facteurs concourants rendent l'équilibre du secteur spatial manufacturier européen fragile :

- Le secteur est dépendant des marchés commerciaux, eux-mêmes structurellement fluctuants (télécommunications).
- La compétition est accrue avec l'arrivée des nouveaux entrants internationaux et le changement des modèles économiques, notamment aux USA (ces concurrents étant le plus souvent largement soutenus par une commande publique inaccessible aux acteurs français). La compétition est également accrue en Europe du fait des politiques spatiales des États (qui cherchent à promouvoir des champions nationaux) et à cause d'une harmonisation européenne qui peine à spécialiser les industries : beaucoup de fournisseurs européens sont en compétition sur des marchés très réduits.
- Il existe une dépendance européenne avérée, en particulier vis-à-vis des USA, sur quelques technologies critiques, posant ainsi des difficultés pour les programmes à l'export. Les barrières ITAR ou EAR (protection de la technologie américaine à l'export) sont des obstacles majeurs.

La mutation du secteur. Cette mutation tend à diluer les frontières et placer le spatial dans des écosystèmes plus larges, structurés par les services et porteurs de nouvelles concurrences. Cette évolution s'accompagne d'une accélération du rythme de l'innovation, d'un élargissement des écosystèmes entrepreneuriaux de l'amont à l'aval et de l'émergence de nouveaux acteurs issus notamment du numérique, contribuant à l'évolution des structures industrielles (ex : Amazon et le développement du lanceur Blue Origin).

Le paysage industriel national

L'industrie nationale a acquis une maîtrise système de bout en bout et des positions fortes sur le marché commercial mondial. La compétition sur ce terrain a renforcé l'excellence et la compétitivité de l'industrie. Ce positionnement s'est progressivement imposé comme un élément essentiel de la politique spatiale française et européenne qui permet de disposer d'une industrie compétente et compétitive pour l'ensemble des programmes y compris institutionnels. Ce sont les parts des marchés commerciaux conquises par l'industrie spatiale européenne qui contribuent à positionner l'Europe, dont la France, au premier rang des puissances spatiales. Aujourd'hui l'industrie française occupe un rôle central dans l'activité spatiale européenne. Elle consolide la moitié du chiffre d'affaires européen et occupe une part prépondérante des emplois hautement qualifiés et non délocalisables.

La base industrielle et technologique regroupe plus de 150 entreprises, travaillant dans les domaines de l'étude, du développement, de la réalisation et de l'exploitation des systèmes spatiaux. La plus grande partie des emplois nationaux se concentre dans les activités satellites, alors que près de la moitié de l'activité satellite porte sur les programmes commerciaux. Cette caractéristique est unique en Europe.

L'activité est dominée par 3 acteurs principaux : ArianeGroup (lanceurs et services de lancement), Airbus Defence & Space (systèmes orbitaux et services) et Thales Alenia Space - France (systèmes orbitaux). Ces 3 entités regroupent près de 80% de l'emploi national dans le domaine manufacturier du spatial. S'agissant des systèmes spatiaux, les maîtres d'œuvre ont acquis et développent encore des positions fortes sur un certain nombre de segments d'équipements considérés comme stratégiques pour leur compétitivité.

Au-delà des industriels maîtres d'œuvre, la France bénéficie aussi d'équipementiers majeurs qui ont su positionner leur production au meilleur niveau mondial (gyroscopes, batteries, détecteurs infrarouges, cryogénie, senseurs d'étoile, composants...). **Le CNES a vocation à accompagner, à l'international, la compétitivité industrielle des maitres d'œuvres satellites français et de leur chaine d'approvisionnement (équipementiers)**. Sous l'impulsion du CNES, la France investit maintenant le secteur des constellations de nanosatellites avec Hemeria[12] (maître d'œuvre) et des équipementiers associés.

Le nanosatellite ANGELS en intégration chez Hemeria

La France recèle un nombre important de sociétés et de PME spécialisées dans les algorithmes scientifiques et la physique de la mesure, l'électronique, la mécanique et la thermique, l'informatique, les radiofréquences, l'optique, les composants électroniques actifs et passifs, le câblage.

Une importante industrie des segments sols s'est également développée, sous l'impulsion et la maîtrise d'œuvre du CNES, en particulier autour de la filière nationale d'observation haute résolution.

Enfin, concernant le secteur aval, les acteurs majeurs du service en France sont Eutelsat dans le domaine des télécommunications, Airbus Defence & Space Intelligence pour les services par satellites dans le domaine des télécommunications, de la géo-information et de la navigation, Telespazio France dont les opérations sont le cœur de métier en France et CLS, filiale du CNES, aujourd'hui acteur incontournable en ce qui concerne la fourniture de briques technologiques et de services liées à l'océanographie et la surveillance de l'environnement. On note aussi la volonté des grandes entreprises du secteur numérique nationales (Capgemini, ATOS, SOPRA/STERIA, CS-SI…) de monter en puissance sur ces sujets.

Au-delà de ces acteurs majeurs, le tissu industriel relatif aux applications est extrêmement diffus et très lié aux différents écosystèmes des secteurs d'usages. Le CNES a mis en place le dispositif Connect by CNES, pour toucher le plus largement possible ces écosystèmes, ainsi que des équipes (Labos OT, télécom et Nav) qui apportent leur expertise auprès des acteurs industriels pour les aider à faire émerger de nouveaux services.

[12] Pour en savoir plus sur Hemeria : www.hemeria-group.com/

3.8 LES REGIONS

Le spatial est un outil important au service de l'aménagement et du suivi des territoires. Il contribue au développement de l'économie régionale et de l'attractivité des territoires en offrant aux entreprises des régions qui collaborent avec le CNES un service de haut niveau concernant les apports du spatial dans leurs produits et services. Par exemple dans le cadre des programmes ESA BIC *(Business Incubation Center)* Sud et Nord France, **le CNES et ses partenaires aident chaque année plus de 20 startups à se lancer** en utilisant les technologies et produits du spatial pour des usages quotidiens (agriculture, santé, loisir, construction, tourisme, smart city, drones…). La recherche spatiale est de loin le secteur de la recherche française qui permet le lancement et le développement du plus grand nombre de startups (300 startups sont créées chaque année par la recherche publique et près de 10% sont issus du CNES et de ses partenaires).

Le spatial vient en aide aux collectivités territoriales et aux services de l'État à la recherche d'une efficacité accrue. Le CNES travaille par exemple avec le parc national de la Vanoise pour un suivi régulier de l'enneigement du massif afin de mieux gérer les animaux et les ressources, avec la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) du Finistère (Bretagne) pour mieux contrôler le recouvrement hivernal des sols par des végétaux pour l'attribution des subventions associées ou avec la métropole de Nice en aidant la collectivité à prendre en compte les solutions spatiales dans sa mission d'aménagement numérique afin d'offrir l'internet aux habitations des zones non desservies par l'ADSL ou la fibre optique.

Le CNES est par ailleurs très impliqué dans le Plan d'Applications Satellitaires du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (Plan Sat du MTES[13]) afin de favoriser l'appropriation par l'administration et par les acteurs économiques, des nouveaux outils basés sur des technologies spatiales.

Le CNES est l'autorité de conception et l'organisateur de l'hackathon spatial international ActInSpace. Cet évènement permet d'intervenir en amont de la chaine de valeur, au stade de l'idéation (c'est-à-dire à la genèse de projets de création de startups utilisant le spatial, ses technologies et/ou données). Depuis le lancement d'ActInSpace en 2014, 36 startups ont été créées dans le monde entier dont 8 en France. Lors de la prochaine édition en 2020, le CNES a pour ambition de faire émerger 50 startups utilisant le spatial dont 10 en France. ActInSpace permet également de valoriser les technologies innovantes du CNES et de ses partenaires, en proposant des défis aux candidats, reposant sur ces technologies brevetées.

3e édition d'ActInSpace à Paris en mai 2018

Le CNES a lancé l'initiative Connect by CNES qui lui permet d'être présent « hors de ses murs », au plus près des communautés, pôles métiers, incubateurs, hubs d'innovation… L'objectif est de proposer une offre complète d'accompagnement (conseil, expertise, recherche de financement, formation, labellisation, incubation…) destinée aux entreprises et acteurs institutionnels qui souhaitent utiliser les technologies ou solutions spatiales. Connect by CNES est notamment présent à Station-F[14] (à Paris) aux côtés de la French Tech pour favoriser la création et le développement de sociétés émergentes utilisatrices de technologies ou données issues du secteur spatial. L'objectif visé est de faciliter le transfert de technologies et d'être moteur pour le développement économique national, en lien avec l'utilisation des solutions spatiales. Tous les secteurs d'activité sont concernés : la mobilité (véhicules autonomes), la santé, l'environnement, l'agriculture, les assurances, etc.

L'ensemble de ces initiatives contribue à ancrer durablement l'action du CNES dans les régions, avec lesquelles il est lié par plusieurs conventions. Avec 4 conventions supplémentaires signées dans les régions PACA, Grand-Est, Occitanie, Nouvelle Aquitaine entre fin 2018 et 2019, l'objectif est d'amplifier le rôle du spatial au service des politiques publiques régionales. Les paragraphes suivants détaillent l'action spécifique du CNES en lien sur les territoires qui accueillent les différents centres de l'établissement : la Guyane, l'Ile-de-France et la région Occitanie.

[13] Plan Sat du MTES : www.geoinformations.developpement-durable.gouv.fr/plan-d-applications-satellitaires-2016-2020-c-est-a3370.html

[14] Site web de Station F : https://stationf.co/fr/

La Guyane

De l'espace pour la Guyane : le CNES et la filière spatiale irriguent l'ensemble de l'économie guyanaise, en contribuant à plus de 15% du PIB et en générant 4.600 emplois (10% de la population active). Le CNES soutient activement l'éducation, la formation, les initiatives de recherche et le développement du territoire.

Au cours de la période 2015-2019 : le CNES a recentré son soutien sur ses domaines d'intervention privilégiés, notamment suite aux événements sociaux de mars 2017. La conférence ministérielle de Séville a voté en 2019 un budget conséquent pour rénover le Centre Spatial Guyanais. Les chantiers de modernisation et de rénovation de la base généreront une activité nouvelle, porteuse d'embauches sur le site.

Le CNES et la filière spatiale exercent un rôle moteur et irriguent l'ensemble de l'économie guyanaise, générant près de 58 M€ de recettes fiscales et contribuant à plus de 15% du PIB. Les activités de maintenance et d'exploitation, nécessaires au maintien en condition opérationnelle de la base spatiale et aux opérations, sont généralement l'objet de contrats pluriannuels avec des industriels européens implantés en Guyane, qui collaborent avec des TPE/PME guyanaises. Au total, plus de 400 entreprises sont concernées par l'activité spatiale sur le territoire.

La Guyane abrite des sites industriels de haute technologie comme les usines Regulus pour la fabrication des propergols solides, Europropulsion pour l'intégration des étages à propulsion solide, Air liquide pour la production d'oxygène et d'hydrogène, Arianespace, Arianegroup et Avio pour la préparation, l'intégration et la mise en œuvre des systèmes de lancement.

L'activité spatiale en Guyane génère environ 4.600 emplois, soit près de 10% de la population active (source INSEE). Le CSG emploie environ 1.700 salariés, issus en majorité du bassin guyanais (78% de l'ensemble des salariés sont en contrat local). Dans cet effectif total, le CNES représente environ 250 salariés permanents et mène, depuis plusieurs années, une politique de développement de l'emploi local. C'est ainsi, qu'aujourd'hui, près de 75% des salariés du CNES ont été recrutés sur le bassin d'emploi guyanais.

De plus, dans le cas de programmes de construction des installations, le CNES développe une politique active de soutien au tissu économique guyanais. Ainsi, dans le cadre du chantier de construction de l'ensemble de lancement d'Ariane 6, ELA4, le CNES a mis en place des clauses contractuelles visant à impliquer le tissu socio-économique local et les PME de Guyane. Pour répondre aux besoins des chantiers, un Service pour l'emploi de proximité a été mis en œuvre en relation avec Pôle emploi et la Direction départementale du travail et de l'emploi de Guyane. Des clauses d'insertion pour les jeunes demandeurs d'emploi en difficultés ont également été incluses dans les contrats de travaux (91 stagiaires, 15 embauches définitives).

La protection de l'environnement en Guyane : le CNES conduit également une politique de développement durable de l'activité spatiale au CSG. Il s'assure que l'environnement et la biodiversité sont préservés par des mesures d'impact au moment des lancements, réalisées par des organismes indépendants (ANTEA, ATMO, BRGM, IRD, Institut Pasteur, HYDRECO...) et met en œuvre des dispositifs permettant d'éviter des dégradations de l'environnement, qui pourraient être induites par l'activité industrielle. Il s'assure également, avec le concours d'organismes spécialisés (Office National des Forêts, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage), de la préservation et de la protection du patrimoine naturel exceptionnel du site.

Le Sinnamary, 5e fleuve de Guyane

Le développement du territoire : le CNES au travers de partenariats avec l'État, la Collectivité Territoriale de Guyane (CTG), les communes mais également les acteurs de l'éducation et de la formation, participe au développement économique, éducatif, social et culturel du territoire.

Suite aux événements sociaux de mars 2017 et dans le contexte des Assises des Outre-Mer, le CNES a, sur demande de ses tutelles et conformément aux recommandations de la Cour des comptes, revu sa politique d'accompagnement en termes d'axes d'intervention (recentrage sur ses domaines d'intervention privilégiés : technologies spatiales, innovation et recherche, enseignement supérieur, éducation et projets structurants), tout en augmentant ses crédits dans le cadre d'un plan appelé PHEDRE 2 doté de 10 M€ supplémentaires pour la période 2018-2020. **Ce sont ainsi plus de 50 M€ qui ont été alloués par le CNES à la Guyane pour la période 2014-2020**.

Sur la période à venir, le CNES poursuivra son engagement au bénéfice du territoire guyanais. Il souhaite notamment déployer en Guyane, l'offre de services **Connect by CNES** déjà en œuvre en métropole. Des pistes supplémentaires d'intervention sont en cours d'étude, en partenariat avec la Collectivité Territoriale de Guyane, l'État, les laboratoires scientifiques, l'Université et les entreprises technologiques. C'est notamment le cas du projet de télémédecine/télésanté en partenariat avec l'ARS (Agence Régionale de Santé) ou les actions de maillage numérique en liaison avec la SPLANG (Société Publique Locale d'Aménagement Numérique de la Guyane). De plus, au premier semestre 2020, le CNES accompagnera la mise en place d'un FabLab sur le territoire de Kourou.

La région Occitanie/Pyrénées-Méditerranée

La région Occitanie/Pyrénées-Méditerranée dispose d'un potentiel unique pour le développement du secteur spatial et de ses applications. La région représente 50% des emplois de l'industrie spatiale française, et 25% de ceux de l'Europe. Le CNES est très bien implanté dans le tissu local industriel, académique ou de recherche.

Au cours de la période 2015-2019 : le CNES, partenaire de la COMUE toulousaine, a soutenu le dossier IDEX UNITI[15] qui n'a pas abouti. Le dossier 3IA ANITI[16] a été retenu mais sans le volet environnement cher au CNES. Dans le même temps les liens avec Montpellier ont été renforcés.

Par la conjugaison des atouts de ses acteurs industriels, académiques et de recherche, dont l'audience est souvent internationale, la région Occitanie/Pyrénées-Méditerranée dispose d'un potentiel unique pour le développement du secteur spatial et de ses applications. L'implantation du plus important centre technique du CNES dans la région, le Centre Spatial de Toulouse, où sont représentées toutes les directions (hormis celle du Centre Spatial Guyanais), est un élément fort de ce potentiel.

Signature d'une convention entre le CNES et la région Occitanie/Pyrénées-Méditerranée en juin 2019

Le nombre d'emplois générés par la filière spatiale en Occitanie/Pyrénées-Méditerranée est de l'ordre de 14.500. La région représente 50% des emplois de l'industrie spatiale française, 25% de ceux de l'Europe, et 80% des entreprises de traitement des données satellitaires. Elle accueille les sièges d'Airbus Defence & Space, de Thales Alenia Space France, et de l'European Satellite Services Provider (ESSP), consortium opérant EGNOS, et de Thales Alenia Space France.

Ces dernières années ont été marquées par la fusion des régions Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon, la perte de l'IDEX par la COMUE toulousaine (Communautés d'Universités et d'Établissements), la mise en place de l'Institut de Recherche en Intelligence Artificielle de Toulouse (ANITI), et la finalisation du rapprochement des écoles SUPAERO et ENSICA au sein de l'ISAE (Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace).

Le CNES s'emploie à consolider ses liens avec la Région ainsi qu'avec les métropoles de Montpellier et de Toulouse avec lesquelles des conventions ont été passées.

[15] IDEX (Initiative D'EXcellence)
UNITI (UNIversité Toulouse Intégrée) :
https://blogs.univ-tlse2.fr/concertation-universitedetoulouse-idex/files/2017/11/UNITI-2018-Version-de%CC%81finitive.pdf

[16] 3IA (Institut Interdisciplinaire d'Intelligence Artificielle)
ANITI (*Artificial and Natural Intelligence Toulouse Institute*) : https://aniti.univ-toulouse.fr/

L'objectif est d'accompagner ces collectivités dans la mise en place de services à forte valeur ajoutée, au bénéfice des citoyens, dans lesquels les technologies et les données spatiales occupent une place essentielle : par exemple dans le domaine de la télédétection et ses applications ou de la géolocalisation et des télécommunications.

Dans le cadre de la coordination locale des organismes de recherche (Codor Occitanie ouest), le CNES est intervenu pour aider à structurer le projet d'IDEX porté par la COMUE toulousaine. Ce projet n'a pas abouti faute d'un soutien suffisant d'une partie des acteurs du site, notamment sur le volet ingénierie. Néanmoins, la COMUE tire de cette expérience une capacité à définir une trajectoire souhaitable, ambitieuse et réaliste pour permettre le développement et le rayonnement du site universitaire de Toulouse.

Le CNES a très tôt soutenu l'initiative ANITI (*Artificial & Natural Intelligence Toulouse Institute*). Bien que le thème environnemental n'ait pas été retenu dans la sélection finale, le CNES travaille avec l'institut 3IA toulousain, en coordonnant ses interventions avec d'autres initiatives, en particulier celles de l'IRT Saint Exupéry, ou encore le projet AI4GEO qui vise le développement d'une solution de production d'information géospatiale 3D automatique à l'échelle planétaire.

Le CNES contribue aussi activement aux activités du pôle Aerospace Valley. Il siège au Conseil d'Administration, assure le secrétariat général et met à disposition du pôle une personne à temps plein, à l'origine d'un dispositif efficient d'aide à l'export pour les PME (*New Space Factory*). Le CNES contribue également à l'établissement des feuilles de route et à la labellisation des projets collaboratifs.

Le CNES intervient également auprès du RTRA STAE (Réseau Thématique de Recherche Avancée Sciences et Technologies pour l'Aéronautique et l'Espace) dorénavant hébergé par **l'IRT Saint Exupéry**. L'IRT est maintenant un acteur bien installé dans l'écosystème spatial régional, avec des feuilles de route établies en concertation avec les laboratoires de recherche, les industriels et le CNES. La croissance de son chiffre d'affaires a été rapide et atteint aujourd'hui les objectifs fixés. Le CNES est actif à l'IRT au niveau du Conseil d'Administration, du Conseil d'orientation scientifique et technique, et au sein des projets via des contributions en nature ou en heures ingénieurs.

Le CNES assure la tutelle de l'Observatoire Midi-Pyrénées (OMP). Il maintient des personnels permanents (ingénieurs CNES avec une mission de recherche scientifique) dans 3 laboratoires de l'OMP, en télédétection au CESBIO (Centre d'Études Spatiales de la Biosphère), en géodésie au GET (Géoscience Environnement Toulouse) et en océanographie spatiale au LEGOS (Laboratoire d'Études en Géophysique et en Océanographie Spatiale). Le CNES entretient également des liens très forts avec l'antenne locale de l'ONERA, notamment dans les domaines de la modélisation de l'environnement radiatif, de la propagation électromagnétique et des effets de charge électrostatique.

Le CNES apporte aussi sa contribution aux écoles d'ingénieurs toulousaines telles que l'ISAE, l'ENSEEIHT (École Nationale Supérieure d'Électrotechnique, d'Électronique, d'Informatique, d'Hydraulique et des Télécommunications) et l'ENAC (École Nationale de l'Aviation Civile), ainsi qu'à des structures de recherche associatives locales comme le CERFACS (Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique) dont il est membre fondateur, et le TéSA (laboratoire de recherche coopératif en Télécommunications Spatiales et Aéronautiques), dont il préside le Conseil d'Administration.

Le poids du spatial en région est mis en avant à l'occasion du Toulouse Space Show organisé tous les deux ans à Toulouse en alternance avec le Salon international de l'aéronautique et de l'espace de Paris-Le Bourget. Ce salon est un événement international porté par le CNES et par ses partenaires régionaux qui embrasse toute la chaîne de valeurs du secteur spatial, depuis les usages jusqu'aux infrastructures. En 2018, la dernière édition a attiré plus de 3.700 visiteurs venant d'agences spatiales, de grands industriels ou de PME/PMI du secteur spatial, des services, de la recherche ou de la formation. 55 pays étaient représentés, et de nombreux accords ont été formalisés ou signés à cette occasion.

Toulouse Space Show 2018 : Table ronde « Exploration - Vols habités » en présence de Thomas Pesquet

Le Toulouse Space Show est destiné à évoluer vers un nouveau format en lien avec la montée en puissance du nouveau parc des expositions de Toulouse.

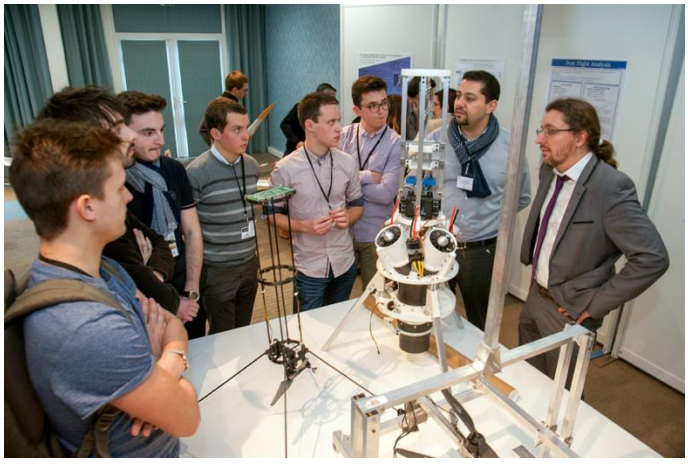
Le pôle de compétitivité Aerospace Valley dépasse la région Occitanie et couvre également la Nouvelle-Aquitaine. Cette région abrite une forte concentration d'équipementiers du spatial pour les lanceurs et les satellites (notamment dans l'électronique, la propulsion, les structures composites, les batteries…).

La région Ile-de-France

Le CNES est implanté en Ile-de-France à travers son Siège et sa Direction des Lanceurs. Le tissu industriel est principalement orienté autour des lanceurs. Le siège et la direction des lanceurs de l'ESA sont situés à Paris. De nombreux laboratoires spatiaux de premier plan ainsi que des organismes tels que le CNRS, le CEA ou l'ONERA sont également implantés en Ile-de-France.

Le CNES interagit avec l'écosystème régional d'innovation grâce à de nombreux outils, maintenus car ayant fait leurs preuves dans le passé :

- **Le pôle de compétitivité ASTech Paris Région** qui permet notamment au CNES de travailler à la fertilisation croisée du spatial par les secteurs aéronautiques/défense/automobile, grâce à de nouveaux partenaires (notamment PME) issus du tissu industriel animé par le pôle. Le CNES, membre fondateur du pôle, est présent au bureau exécutif ainsi qu'au Conseil d'Administration. En outre, le CNES a soutenu en 2018 la candidature d'ASTech à la phase 4 des pôles de compétitivité, qui a abouti, début 2019, à une nouvelle labellisation par l'État.
- **Le projet PERSEUS** (Projet Étudiant de Recherche Spatiale Européenne Universitaire et Scientifique) : implanté en Ile-de-France, le Plateau-Projet PERSEUS sensibilise environ 250 étudiants, en France (Ile-de-France, Bordeaux, Rennes, Normandie, Strasbourg…), aux technologies spatiales en les impliquant, dans le cadre de projets, à la conception et la réalisation de systèmes testés en vol.



13e séminaire PERSEUS en janvier 2018

La région Ile-de-France concentre une activité industrielle et commerciale majeure dans le domaine des lanceurs avec notamment les sites des Mureaux (ArianeGroup) et d'Evry (Arianespace). Les autres principales régions françaises dans ce domaine sont la Normandie (Vernon - Arianegroup), la Nouvelle Aquitaine (Bordeaux - ArianeGroup) et la Guyane.

L'Ile-de rance héberge par ailleurs des laboratoires et des organismes de science spatiale de premier plan (Cf. chapitre 3.5).

4

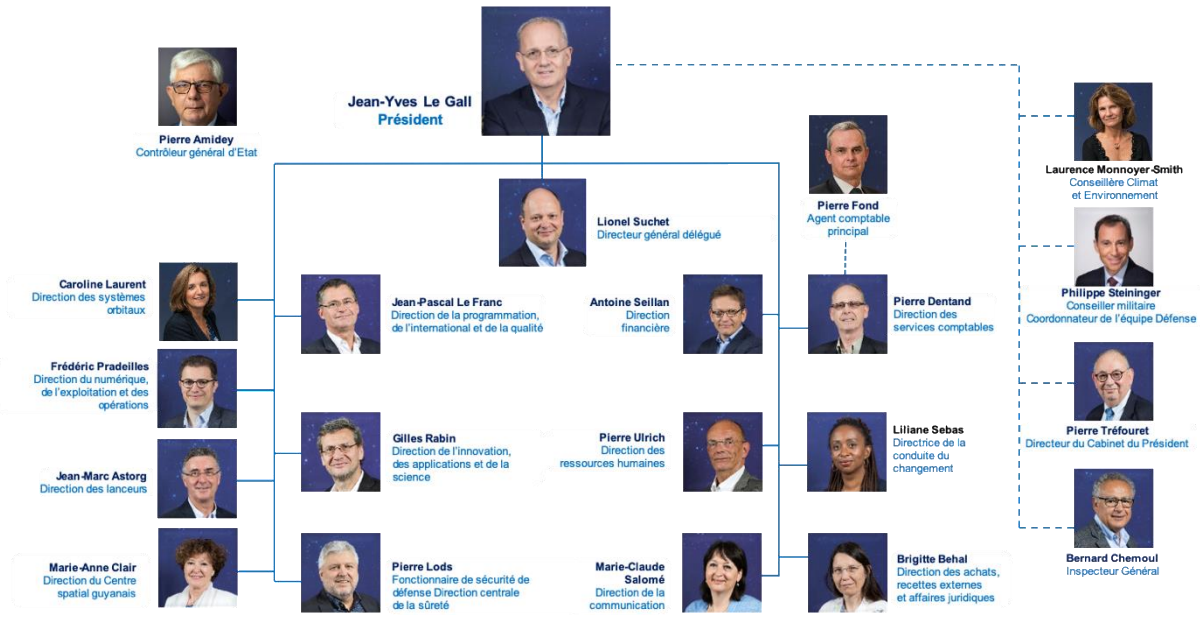
LA GOUVERNANCE DU CNES

4.1 UNE ORGANISATION AGILE ET ADAPTEE AUX ENJEUX

L'organisation du CNES a été ajustée pour tenir compte des évolutions du contexte et des enjeux, notamment pour favoriser l'innovation et tirer parti de la révolution numérique.

Au cours de la période 2015-2019 : le CNES a fait évoluer son organisation en profondeur afin de répondre aux objectifs stratégiques définis dans son Contrat d'Objectifs et de Performance, de s'adapter aux évolutions de contexte et d'enjeux et d'améliorer son efficacité avec la création de plusieurs directions (DCG, DIA, DNO, DPI, DSO) et des ajustements par ailleurs.

La gouvernance du CNES se traduit par une organisation fondée sur quatorze directions dont quatre directions opérationnelles. Une décision générale d'organisation, visée par le Président du CNES, décrit pour chaque direction ses missions, ses attributions, son organisation et son organigramme. Ces décisions sont consultables par l'ensemble des salariés du CNES sur le portail intranet d'entreprise Galaxi.



Organigramme du CNES

Les directions opérationnelles

Dans le domaine des systèmes orbitaux et du système d'information, la réorganisation en 2017 du Centre Spatial de Toulouse a donné lieu à la création de deux directions opérationnelles : la **Direction des Systèmes Orbitaux (DSO)** et la **Direction du Numérique, de l'exploitation et des Opérations (DNO)**. Cette réorganisation a permis d'améliorer la prise en compte de multiples enjeux : la gestion d'un portefeuille de projets et de thématiques de plus en plus nombreux et variés, les synergies de compétences et de métiers, l'importance croissante du numérique et de la donnée, le développement des écosystèmes spatiaux et des applications aval et la politique d'accès aux données spatiales. Les attributions de ces directions sont les suivantes :

- La DSO est en charge des projets de véhicules/instruments orbitaux et ballons et de leur système spatial.
- La DNO est en charge des projets en opération, en exploitation et d'application et du système d'information opérationnel et d'entreprise. Elle porte également la direction de l'établissement de Toulouse et Aire sur l'Adour.

Dans le domaine de l'accès à l'espace, la **Direction des Lanceurs (DLA)** et la **direction du Centre Spatial Guyanais (CSG)** ont également fait évoluer leur organisation répondant ainsi aux enjeux de la nouvelle gouvernance ESA/Industrie dans le domaine des lanceurs, de la préparation de l'avenir, du contrôle de conformité au titre de la LOS, de l'amélioration du management des projets, de la compétitivité de la base spatiale de Kourou et d'une meilleure intégration dans l'écosystème local. Les attributions de ces directions sont les suivantes :

- La DLA a pour mission de concevoir les systèmes de lancement du futur, de les proposer dans un cadre européen, de contribuer à leur développement puis de participer à leur exploitation.
- Le CSG a pour mission de mettre en œuvre les moyens de lancement de la base et de réaliser les campagnes de lancement.

Les directions fonctionnelles

Les principales réorganisations, effectuées de 2016 à 2019, ont permis d'améliorer le support aux directions opérationnelles et de répondre à de nouveaux enjeux dans les domaines suivants :

- **Les fonctions d'innovation et de prospective ont été renforcées avec la création en 2016 de la Direction de l'Innovation des Applications et de la Science (DIA)**. La DIA a pour missions de collecter, instruire et porter les besoins et enjeux de tous les utilisateurs de missions et de données spatiales, de préparer et proposer le futur des systèmes orbitaux et leurs applications, de porter les initiatives d'innovation et de prospective dans les domaines de la technologie, des systèmes et des usages et de contribuer ainsi au développement de l'écosystème spatial national.
- **La fonction de programmation a été consolidée avec la création en 2016 de la Direction de la Programmation de l'International et de la qualité (DPI)**. La DPI a pour missions de proposer et mettre en œuvre la politique de coopération européenne et internationale, de prendre part à l'élaboration de la programmation multilatérale du CNES et de la contribution de la France à l'ESA et d'animer la qualité centrale et le Système de Management du CNES (SMC).
- **La fonction de contrôle interne et de maîtrise des risques, incluant la mission d'éthique d'entreprise, a été confiée à la Direction de l'Inspection Générale (IG)**, créée en 2018. Elle a pour attributions principales de donner au Président du CNES, et plus généralement au COMEX, une vision indépendante du fonctionnement des structures du CNES et des risques relatifs à la fois aux orientations stratégiques et à l'engagement des étapes majeures d'un projet ou d'une opération spatiale.
- **Fin 2018, la Direction de la Conduite du Changement (DCG) a été créée**. Son rôle consiste à faire émerger la vision stratégique du CNES, favoriser l'expérimentation d'autres organisations de travail et apporter une aide au développement de nouvelles méthodes professionnelles.
- **La Direction des Ressources Humaines (DRH) s'est réorganisée en 2016** pour accompagner la transformation des métiers RH (digitalisation, innovation RH), assurer le rôle stratégique des RH pour le CNES de demain, renforcer la qualité de la production et sécuriser les gains de productivité du CNES (masse salariale et temps de travail). La DRH propose et conduit la politique de ressources humaines du CNES.
- **La Direction des Achats et des affaires Juridiques (DAJ) a fait évoluer son organisation** pour renforcer la performance et poursuivre la professionnalisation des achats, répondre aux exigences accrues de *reporting*, de transparence et de dématérialisation imposées par la réglementation et la création de la Direction des achats de l'État et accroître sa capacité à traiter les recettes partenariales et de l'innovation. La DAJ met en œuvre les politiques achats, recettes, propriété intellectuelle et juridique.
- **La Direction Centrale de la Sûreté (DCS) s'est réorganisée en 2019** pour renforcer l'efficacité de son action dans un contexte sécuritaire tendu. La DCS propose et conduit la politique du CNES en matière de sûreté, en application des dispositions législatives et réglementaires en vigueur et dans l'ensemble de ses composantes. En relation étroite avec les autorités, elle en prescrit, supervise et contrôle l'application au sein de l'établissement.
- **La Direction Financière (DF) assure la responsabilité de l'ensemble de la fonction financière du CNES** et notamment des questions de budget, de certification légale des comptes, de patrimoine, de contrôle de gestion, de filiales et participation, de fiscalité et d'assurances.
- **La Direction des Services Comptables (DSC) assure la tenue de la comptabilité générale du CNES** et des comptabilités auxiliaires des immobilisations, des clients, des fournisseurs et des opérations de trésorerie.
- **La Direction de la Communication (DCO) a pour mission de proposer la stratégie de communication du CNES**, de mettre en œuvre les actions de communication interne et externe et de renforcer la notoriété et l'image du CNES.

Les fonctions de conseillers, rattachés au Président du CNES, complètent l'organigramme avec notamment la création en 2019 du poste de Conseillère Climat et Environnement en charge de la politique Développement Durable du CNES (Cf. chapitre 4.10). Par ailleurs, le conseiller Défense est en charge de conseiller le Président sur les aspects militaires et de la coordination de l'équipe défense.

4.2 L'INNOVATION

Les dernières années ont permis de prendre la mesure des ruptures radicales qui secouent le secteur spatial. Des moyens, des processus opérationnels ainsi qu'une organisation en cohérence avec ce diagnostic ont été mis en place. L'enjeu pour la période à venir est de parvenir à établir des liens efficaces entre tous les acteurs pour soutenir l'émergence d'un écosystème performant, compétitif et résilient nourri par des projets ambitieux susceptibles de consolider la place de la France dans le monde du spatial.
L'ambition du CNES est tournée vers le développement de la culture et l'esprit d'innovation, vers la démarche collaborative et vers le renforcement des liens avec les Sciences humaines et sociales.

Au cours de la période 2015-2019 : la Direction de l'Innovation des Applications et de la Science a été mise en place en 2016, notamment pour accentuer l'effort d'innovation. Celui-ci s'est matérialisé en 2017 par la décision d'un contrat de plan (interne) permettant de formaliser un investissement du CNES de 1% de son budget annuel consacré à l'innovation de rupture.

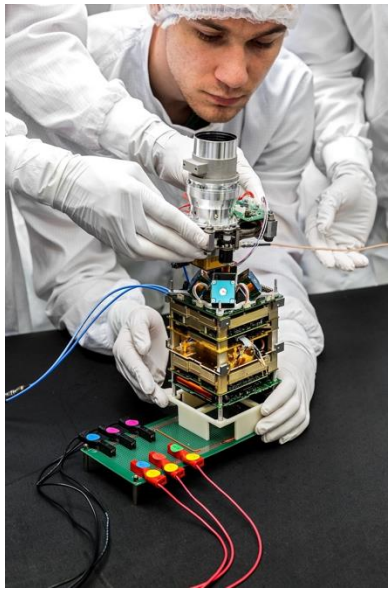
Outre l'innovation incrémentale gérée dans le cadre de processus déjà en place (R&T, avant-projets), le CNES conduit depuis 2016 une **démarche « dynamique d'innovation de rupture »**. Celle-ci a pour ambition d'entretenir en permanence les capacités nécessaires au positionnement de l'établissement comme un acteur clé de l'innovation dans le spatial. Elle vise également à répondre aux enjeux de transformation de l'écosystème en valorisant les résultats obtenus au bénéfice de l'Industrie.

Dans la mesure où, pour répondre aux enjeux auxquels le secteur spatial doit faire face, la France doit se doter d'un écosystème spatial national résilient (de rupture), le contrat de plan relatif à l'innovation de rupture avait pour objectif de soutenir des actions de quatre types :

- **Activités d'anticipation** : prospective, information économique et stratégique et étude de concepts avancés au niveau technologique, système ou organisationnel,
- **Activités de soutien aux acteurs émergents et à leurs initiatives** : étudiants, amateurs, nouveaux entrepreneurs, entreprises existantes du secteur mettant en œuvre une action innovante ou nouveaux entrants, mais aussi laboratoires de recherche en Sciences humaines et sociales ou centres de recherche qui ne sont pas encore impliqués dans les applications spatiales mais qui pourraient le devenir à moyen terme,
- **Activités d'animation d'écosystèmes émergents** : filière nano, service en orbite et industrialisation de l'activité orbitale,
- **Activités de soutien à la créativité et à « *l'Open Innovation* »**, par animation d'un réseau d'experts.

L'approche retenue pour la mise en œuvre du plan est collaborative (toutes les structures du CNES sont associées, en réseau, à la démarche), agile (on procède par expérimentation sur des initiatives pilotes avec des partenaires volontaires et par amélioration progressive des plateformes mises en place et de leur processus opérationnel) et inscrite dans une volonté de pérennisation dans les structures opérationnelles du CNES et dans l'Industrie. A l'issue de la première phase d'exécution du plan, il convient de signaler les résultats principaux suivants :

Dans le secteur de l'enseignement supérieur, **le projet JANUS** a pour objectif de promouvoir le spatial auprès des étudiants en leur proposant de développer et d'envoyer dans l'espace leur propre nanosatellite équipé d'instruments scientifiques (des « Cubesats » d'une masse de quelques kilogrammes). Par ailleurs **l'initiative Pragmatic** permet de former chaque année plusieurs centaines d'étudiants à travers des projets collaboratifs dans le domaine spatial. Chaque année, **le CNES accompagne l'enseignement supérieur à travers un volume de plus de 1000 heures de cours** dispensées par les experts du CNES (et financées par le CNES).



Projet JANUS : le nanosatellite Eye-Sat en intégration au CST

Concernant la prospective, l'observatoire de prospective spatiale Space'ibles[17] a vu le jour et rassemble 160 personnes issues d'une soixantaine d'entités (industrie, agences publiques, milieu académique, professions libérales) pour travailler dans le cadre de 6 ateliers (transports, énergie et logistique, espace et territoires, soutien à la vie dans l'espace, économie circulaire dans l'espace, enjeux éthiques et enjeux juridiques). Deux rapports ont déjà été rédigés sur les thématiques « Vivre au quotidien dans l'espace » et « Énergie, exploitation des ressources et industrialisation ».

L'initiative Fédération a permis la mise en place de l'association au titre de la Loi de 1901 « *Open Space Makers* »[18] qui vise à permettre aux acteurs de la société civile de se regrouper au sein de projets collaboratifs et open source pour développer tout ou partie d'éléments d'infrastructure spatiale en s'appuyant sur les tiers lieux répartis sur le territoire national. Plus d'une trentaine de lieux ont rejoint l'initiative, une plateforme numérique est en place et une charte encadre l'ensemble de l'action.

Les actions en faveur de la recherche en sciences humaines et sociales ont débouché sur la notion d'incubateur de recherche transversale qui est encore en cours d'exploration. En parallèle, le périmètre des disciplines concernées s'est considérablement élargi pour englober l'histoire, la géographie, la psychologie sociale, l'ethnologie, la sociologie, la gestion de l'innovation, l'économie et le droit.

4.3 LA PREPARATION DE L'AVENIR

La préparation de l'avenir est articulée autour de différents plans pluriannuels (R&T, démonstrateurs, composants stratégiques, phases 0/A). Une ambition d'accroissement de l'effort sur ces activités d'avant-garde et de refonte de leur organisation est enclenchée, pour les rendre plus collaboratives et plus réactives. Les activités de R&D couvrent au CNES l'ensemble du périmètre « préparation de l'avenir », mais également l'ensemble des activités de projet qui constituent, en quasi-totalité, des développements de prototypes uniques. L'effort de R&D au CNES est de l'ordre de 200 M€/an.

Au cours de la période 2015-2019 : la préparation de l'avenir a été renforcée notamment au niveau des démonstrateurs avec la mise en place des activités IOD/IOV.

Les réflexions stratégiques en cours (Stratégie CNES 2025) dégagent clairement la volonté de faire des **activités d'avant-garde** l'une des lignes de force du CNES en préparation du COP 2021-2025. Les efforts consentis dans ce domaine doivent être en mesure d'accompagner, dans des constantes de temps adaptées, les activités stratégiques de montée en maturité technique, technologique et de préparation des applications dans les domaines clés de l'économie du spatial. Bien que le vocable « préparation de l'avenir » soit rigoureusement applicable à une gamme très étendue d'activités au CNES (alliant R&T et R&D, notamment dans le domaine des télécommunications, de l'observation de la Terre et des lanceurs), le propos est ici restreint au périmètre des activités amont, de granularité financière inférieure à quelques centaines de milliers d'euros et gérées en dehors des structures « projet » du CNES.

Formation aux outils du Plateau d'Architecture des Systèmes Orbitaux au Centre d'Ingénierie Concourante du CST

Dans ce périmètre, plusieurs dispositifs existent aujourd'hui pour soutenir ces ambitions :

- **Un plan pluriannuel de R&T (PPRT)** : les actions de R&T du CNES visent à assurer la préparation technologique des futurs programmes nationaux et européens. Elles contribuent à soutenir la compétitivité de l'industrie et à développer la capacité d'expertise nationale. Elles permettent également d'identifier les sauts technologiques possibles, y compris en s'appropriant des techniques utilisées dans d'autres domaines que le spatial. Les actions de R&T sont documentées dans un plan annuel et sont très majoritairement conduites en cofinancement avec l'industrie avec une part importante dévolue aux PME (Cf. chapitre 5.4). Dans l'échelle de la maturité technologique (TRL), le PPRT est constitué d'actions couvrant typiquement les niveaux de TRL 2 à 5.

[17] Space'ibles, observatoire de prospective spatiale : www.spaceibles.fr/

[18] Fédération *Open Space Makers* : www.federation-openspacemakers.com/fr/

Le PPRT est mis en œuvre par le centre de Toulouse pour les systèmes orbitaux et le centre de Paris-Daumesnil pour les lanceurs. Ces derniers consacrent des ressources humaines importantes pour le suivi de développement de ces plans (environ 55 ETP pour le suivi technique du plan de R&T des systèmes orbitaux) qui contribuent fortement au maintien de l'expertise technique.

- **Un plan démonstrateurs technologiques** est dédié aux actions technologiques de maturité intermédiaire entre celles du PPRT (TRL 2 à 5) et celles des projets (TRL minimum de 6-7). Les activités concernent des actions nécessitant un effort de quelques centaines de milliers d'euros au maximum, doivent avoir atteint un niveau TRL minimum de 4-5, viser un produit, un procédé ou quasi-produit niveau TRL 7 et présenter des perspectives commerciales ou de collaborations pour des projets institutionnels.
- **Un plan IOD/IOV** : pour les systèmes orbitaux, l'investissement pour l'accélération du développement des TRL intermédiaires est renforcé depuis 2018 par la contribution du CNES au programme IOD/IOV (*In Orbit Demonstration / In Orbit Validation*) du programme H2020 de l'UE. L'ambition de celui-ci est d'installer un programme régulier et pérenne de « vols technologiques » à l'aide de différentes plateformes (microsats, nanosats) en finançant l'assistance à maîtrise d'œuvre et les études système conduites par l'ESA, le développement des satellites, les lancements et les opérations. Les expérimentateurs sélectionnés doivent prendre à leur charge et s'engager sur le développement et le financement de leur expérience y compris les interfaces d'emport et le traitement des données de vol. Le CNES a été sélectionné pour plusieurs démonstrations afférentes au premier vol technologique et leur développement est actuellement en cours.
- **Un plan « composants stratégiques »** : l'industrie spatiale européenne souffre d'une grande dépendance vis-à-vis des États-Unis en matière de composants électroniques. En 2004-2005, le taux moyen de composants achetés aux États-Unis était d'environ 70% dans les satellites européens. La part de composants qualifiés a progressé et le taux moyen de composants achetés aux États-Unis s'est maintenant réduit à 50 %, grâce aux efforts conjoints de l'ESA et du CNES :
  - Face au constat de dépendance, l'ESA a lancé en 2004 le plan ECI (European Component Initiative) visant à augmenter l'effort européen et à promouvoir les sources européennes de composants stratégiques. Le CNES a fortement soutenu cette initiative, à la fois par sa participation aux programmes obligatoires de l'ESA, mais aussi à partir de son programme national « multilatéral ». Les activités des Composants stratégiques sont sélectionnées en adéquation avec les priorités définies au sein du CTB (Components Technology Board) de l'ESCC (European Space Component Coordination) et, de ce fait, harmonisées avec celles menées par l'ESA dans le cadre du plan ECI.

Puce Oxford estampillée CNES pour le haut débit par satellite

  - En parallèle de ces efforts et compte tenu des sommes très importantes mises en jeu dans la filière micro-électronique, l'ESA et le CNES ont activement recherché des sources de financement complémentaires auprès de l'Union Européenne. La nécessité de non dépendance technologique de l'Europe a été confirmée et un soutien a été acquis dans le cadre de la ligne Espace du programme H2020. Le programme de travail associé à cette ligne constitue l'apport français à l'ensemble de l'effort européen en matière de non dépendance stratégique sur les composants et filières.
- **Un Plan d'avant-projets (phases 0 et A)** dédié aux activités de nature « système » :
  - Les phases 0 concernent l'analyse mission, c'est-à-dire l'évaluation préliminaire d'un concept mission dans son ensemble en lien avec l'expression d'un besoin plus ou moins étayé. Ces activités peuvent préfigurer la mise en place d'un projet selon les phases classiques de développement (A, B, C/D, etc.) ou bien nourrir une réflexion prospective détachée de perspectives de développement à court terme.
    Pour conduire les phases 0 des projets de systèmes orbitaux, le CNES a mis en place le PASO (Plateau d'Architecture des Systèmes Orbitaux) qui s'appuie sur les structures techniques spécialisées et des méthodes d'ingénierie concourante.

- Les phases A focalisent sur l'étude de faisabilité des architectures issues de la phase 0, avec des possibilités de réajustement de niveau système (nombre de satellites d'une constellation, architecture des segments bord et sols, etc.).
  À partir de la phase A, une équipe projet dédiée est constituée.

- **Les études métiers** : le dispositif « études métiers » est un espace de liberté pour que les structures techniques conduisent les études qui leurs paraissent pertinentes en soutien à leur expertise. Elles ne font pas partie d'un plan de niveau CNES mais elles suivent un processus cadré. Elles s'inscrivent dans les actions de préparation de l'avenir pour :
  - Consolider un sujet pour lequel il existe un manque de maturité en amont des actions de R&D et d'investissements laboratoires internes,
  - Asseoir une faisabilité issue des R&D ou en accompagnement de développement,
  - S'approprier une technologie nouvelle y compris développée hors du spatial,
  - Instruire de nouvelles idées ou des concepts à forte potentialité.

  Les études métiers ont par exemple pu porter sur l'étude de la qualité des composants commerciaux dans un contexte spatial, ou sur les tests des outils du marché dans un contexte opérationnel de commande contrôle satellite.

UN DIALOGUE PERMANENT ENTRE LE CNES ET SES PARTENAIRES

*Un des rôles du CNES, dans le cadre d'un dialogue stratégique permanent avec l'ensemble de ses partenaires, est de conduire, pour éclairer les choix programmatiques, **une analyse multiparamétrique** qui permet de combiner les priorités thématiques (sciences, télécommunications, exploration, technologies…) avec les divers enjeux de politique technique, industrielle, de coopération, de maintien de compétences (dans les laboratoires spatiaux, chez les industriels, ou au CNES) et de soutenabilité en termes de ressources humaines et financières.*

Élargir le rôle de la préparation de l'avenir : le CNES mène actuellement une réflexion pour intensifier les activités de préparation de l'avenir dans plusieurs directions :

- L'animation transverse (DIA-DNO-DSO) des avancées créatives des structures.
- Une préparation plus active et intégrée des futures missions :
  - Démonstrations de concepts sur table, sur avion, sur ballons, sur petits satellites…
  - Développement de simulateurs de performances arrivant très en amont dans le cycle de conception,
  - Intensification des liens entre R&T, démonstrateurs et phases 0.

Campagne ballons : la nacelle Pilot avant son lâcher en 2015 à Timmins au Canada

Les Comet, un outil d'Open Innovation : les communautés d'experts fédèrent, en réseau, des expertises utilisées dans le secteur spatial mais partagées avec des domaines non spatiaux. Elles ont été créées à l'initiative du CNES en 1998 sous le nom de CCT (Centre de Compétences Techniques). Il existe aujourd'hui 20 communautés réunissant plus de 3.000 experts issus des mondes académiques, industriels et institutionnels[19]. Les communautés d'experts ont pour missions :

- D'alimenter l'expertise et de contribuer à l'innovation par :
  - Le partage des connaissances, le savoir-faire et le retour d'expériences,
  - L'encouragement à l'interdisciplinarité inter-réseaux,
  - L'émergence d'idées novatrices,
- De favoriser les échanges et les coopérations entre le secteur spatial et d'autres secteurs d'activités.

Le dernier chapitre de ce document reviendra sur l'ambition du CNES d'accroître les efforts et de réorganiser les activités de préparation du futur (Cf. « Enjeu n°1 », chapitre 9).

4.4 LA GESTION DE PROJET, CŒUR DE METIER DU CNES

Le CNES possède un savoir-faire historique sur la conduite des grands projets spatiaux qui évolue avec le contexte et qui s'adapte aux différents partenaires. Ce savoir-faire est le gage de l'efficacité de l'établissement.

Au cours de la période 2015-2019 : des approches nouvelles et innovantes ont été testées et réussies, notamment avec de nouveaux modes de partenariat CNES/industrie tels que CO3D et ANGELS.

Le cœur de métier du CNES est la conduite de projets. Le CNES assure le plus souvent la maîtrise d'ouvrage de projets pour le compte de l'État ou parfois pour ses partenaires. La réalisation est majoritairement confiée à des maîtres d'œuvre externes, industriels ou laboratoires, mais peut occasionnellement être assurée par le CNES.

La capacité à conduire ces projets repose sur la maîtrise de l'ensemble des éléments du système spatial, sol et bord, depuis la phase de conception initiale jusqu'à la phase d'exploitation des données, voire de retrait de service. Cette compétence d'architecture système est au cœur des activités que le CNES conduit aujourd'hui sur les projets mais également pour la préparation du futur ou les montages de projets.

La gestion des projets du CNES s'appuie sur des règles et une organisation précise. Ces règles sont inscrites dans **un référentiel interne (RNC : Référentiel Normatif du CNES)** basé notamment sur les normes ECSS[20], au sein desquelles le CNES joue un rôle moteur. Les systèmes de lancement font l'objet de spécifications adaptées à leur domaine et validées par le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre du projet.

Un projet est structuré en différentes phases. Le passage d'une phase à la suivante s'appuie sur une revue de projet menée par un groupe d'experts indépendants de l'équipe projet (Cf. encadré ci-contre).

L'équipe projet, aussi bien pour les projets orbitaux que pour les systèmes de lancement, est constituée au minimum d'un chef de projet épaulé, suivant le type de projet et en fonction de l'avancement et/ou des nécessités, par des responsables pour chaque élément (système, charge utile, satellite, élément de lanceur, ensemble de lancement, aérostat, etc.). D'autres ingénieurs sont détachés (de manière totale ou partielle) au sein de l'équipe projet lorsqu'il s'agit de domaines techniques spécifiques (architecte mécanique, thermique, électrique, responsable commande/contrôle, responsable développement du segment sol, etc.).

LES DIFFERENTES PHASES D'UN PROJET SPATIAL

- ***Phase 0****, phase d'analyse de mission se terminant par une Revue De Mission,*
- ***Phase A****, phase de faisabilité clôturée par une Revue d'Exigences Préliminaires,*
- ***Phase B****, phase de conception préliminaire clôturée par une Revue de Conception Préliminaire,*
- ***Phase C****, phase de définition détaillée clôturée par une Revue de Conception Détaillée,*
- ***Phase D****, phase de réalisation et qualification clôturée par une Revue de Qualification et une Revue d'Aptitude au Vol,*
- ***Phase E1****, phase de recette en vol clôturée par une Revue de Recette en Vol,*
- ***Phase E2****, phase exploitation,*
- ***Phase F,*** *retrait de service.*

Les extensions de mission en exploitation font l'objet d'un processus d'évaluation et de décision spécifique (appelé REDEM)

[19] Liste des communautés d'experts : www.comet-cnes.fr/liste-des-communautes
[20] ECSS (*European Cooperation for Space Standardization*) : https://ecss.nl/

L'organisation projet s'appuie sur l'organisation matricielle du CNES. Les chefs de projets et les principaux responsables de son équipe appartiennent à l'une des sous-directions « projet ». Les autres intervenants du projet sont issus des structures métiers. L'Autorité Technique Centrale (ATC) assiste les chefs de projet lorsqu'ils sont confrontés à des difficultés qu'ils ne peuvent résoudre à leur niveau (l'ATC est rattachée directement au directeur DSO ou DNO). Le chef de projet présente l'avancement de son projet, les risques identifiés et les états de consommation de ses ressources lors de Revues Mensuelles de Projet (RMP). Les RMP font l'objet d'une synthèse en comité directeur (CDMP) en présence des principaux directeurs ou de leurs représentants.

De nouvelles relations avec les industriels : l'évolution du contexte industriel et notamment la maturité de plus en plus grande des maitres d'œuvre système, amène le CNES à expérimenter de nouvelles approches. Ainsi, dans le domaine de l'observation de la Terre à haute résolution optique, le CNES cofinance avec l'industrie un démonstrateur de constellation d'imagerie tridimensionnelle (CO3D) dont la réalisation est confiée à Airbus Defence & Space. Les exigences de ce démonstrateur ont été co-élaborées grâce à une phase de co-ingénierie agile CNES-industrie.

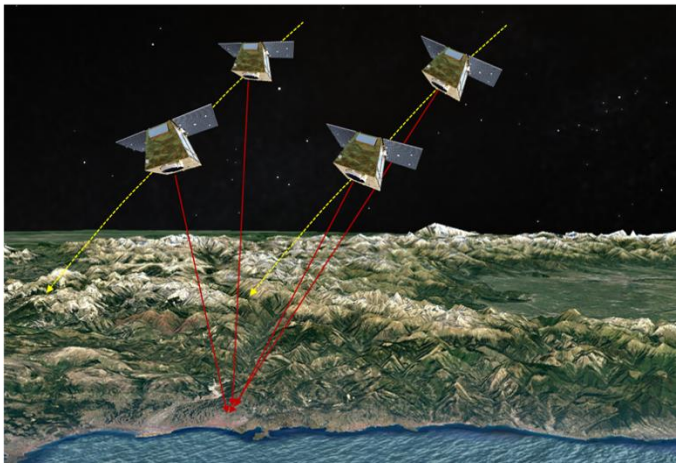


Illustration de la constellation de satellites CO3D

4.5 LES OPERATIONS DE LANCEMENT

Le Centre Spatial Guyanais (CSG) est le port spatial de l'Europe. Le CNES coordonne les opérations, maintient et opère les moyens, en garantissant sécurité et sûreté des personnes et des biens. Le CSG est une base de premier plan mondial qui opère les lanceurs Ariane 5, Soyouz et Vega et se prépare à l'arrivée d'Ariane 6 et de Vega C.

Au cours de la période 2015-2019 : le CNES a poursuivi une dynamique de gain de compétitivité et s'est mobilisé autour d'un projet ambitieux de modernisation des installations et des processus opérationnels. Le dossier de programme a été validé lors de la conférence ministérielle de Séville en novembre 2019.

Le Centre Spatial Guyanais est le port spatial de l'Europe[21]. Grâce à sa situation géographique (proximité de l'équateur, superficie de 660 km², 50 km de côtes, stabilité climatique et possibilité de lancement dans toutes les directions), le CSG est un site de lancement exceptionnel.

Dès les années 70, la dimension européenne du CSG s'est naturellement imposée. Par un accord intergouvernemental, établi en 1975 et depuis lors renouvelé et complété, la France met le CSG à disposition de l'ESA. Fort d'une expérience de 50 ans, le CSG est une base de renommée mondiale. Aujourd'hui il exploite et opère les trois systèmes de lancement développés par l'ESA : Ariane, Vega et Soyouz, dans sa version adaptée à la Guyane. Le CSG constitue donc un investissement majeur pour l'autonomie européenne d'accès à l'espace. Les États-membres de l'ESA financent les deux tiers des coûts fixes du maintien en conditions opérationnelles de la base (fonctionnement, maintenance et renouvellement de ses systèmes) et le CNES finance le tiers restant. Près de 40 entreprises européennes, provenant d'une quinzaine d'États-membres de l'ESA, sont aujourd'hui implantées sur la base.

Le CNES au CSG, en application de l'accord France/ESA et de la LOS, est le propriétaire du foncier et représente l'État français, qui est l'État de lancement au sens des conventions internationales. A ce titre, il donne l'autorisation de lancement en s'assurant que tous les systèmes (lanceur, satellite, base de lancement) sont prêts et que toutes les conditions de sécurité sont réunies (Cf. chapitre 7).

[21] Site web du CSG : www.cnes-csg.fr/web/CNES-CSG-fr/10805-le-centre-spatial-guyanais.php

Le CNES organise et coordonne les opérations de lancement. Il est également en charge de la maintenance et des opérations des moyens de la base (logistique, énergie, climatisation, télécommunications, météorologie) et les Ensembles de Préparation des Charges Utiles (EPCU) où les clients préparent leurs satellites avant de les transférer sur le lanceur. Il met aussi en œuvre les moyens de localisation, le réseau mondial de stations de réception des télémesures du lanceur et les moyens de sauvegarde, ces derniers permettant la neutralisation du lanceur en cas de situation dangereuse pour les personnes ou les biens. Le CNES garantit également la sûreté des installations avec son service de sécurité, en liaison avec les services de l'État et les Forces armées de Guyane pour la protection rapprochée de la base et de son environnement. Au-delà de ces tâches opérationnelles, le CNES est aussi l'autorité de conception de la base dont il établit le schéma directeur.

Le CNES poursuit au CSG une démarche continue d'amélioration de son efficacité économique. Bien que des réductions financières importantes aient été effectuées, le CSG est toujours responsable de trois lanceurs dont la mise en œuvre et les pas de tirs sont distincts. Le périmètre technique d'activité s'est accru, notamment par l'extension du réseau mondial de stations pour suivre les trajectoires atypiques. De plus, au cours de la dernière décennie, le nombre de lancements est passé de 6/7 à 10/12 par an. Par ailleurs des réductions de coût ont été obtenues avec une optimisation des contrats industriels.

L'avenir de la base passe également par la réalisation d'un « CSG Nouvelle Génération » (CSG-NG), préparé conjointement par le CNES et l'ESA et dont le dossier de programme a été validé lors de la conférence ministérielle de Séville en novembre 2019. Le CSG accueillera prochainement une nouvelle version plus puissante de Vega (Vega C) et plus tard, le nouveau lanceur européen Ariane 6, appelé à succéder à Ariane 5. Ces nouveaux investissements pour le CSG-NG se déclinent en trois axes principaux :

- Une opération de « grand carénage » pour rajeunir les infrastructures et les réseaux (eau, énergie, climatisation, routes), en y incorporant les aspects de « développement durable »,
- Une modernisation des installations opérationnelles, s'appuyant sur les technologies 4.0 (IA, réalité virtuelle et augmentée, télé-opération, *machine learning*, maintenance prédictive), dont l'élément essentiel sera la création d'un nouveau Centre Des Opérations (CDO),
- Une optimisation de l'ensemble des processus opérationnels pour réduire les durées de campagne, gagner en flexibilité et pouvoir s'adapter aux évolutions des systèmes de lancement.

Cette opération majeure de modernisation permettra au CSG :

- De participer activement à l'effort de compétitivité attendu d'Ariane 6 et Vega C, face à la concurrence mondiale grandissante,
- De maintenir l'attractivité de la base, le niveau d'excellence attendu par l'Europe spatiale et d'offrir le meilleur niveau de qualité, de fiabilité et de disponibilité aux clients venus du monde entier,
- De préparer la base à l'arrivée de nouveaux acteurs issus du *NewSpace* (nanosats, cubesats) et de nouvelles missions (démonstrateurs réutilisables tels que Callisto et Themis, micro-lanceurs).

Salle de contrôle Jupiter II au CSG lors du lancement Ariane 5 ECA, vol 245, en octobre 2018

4.6 LES OPERATIONS DES SATELLITES

Le CNES gère un spectre très large d'opérations spatiales, pour des satellites civils et militaires, ainsi que des activités de développement et d'exploitation des segments sol correspondants. Le choix de ces activités est guidé par leur caractère régalien ou par l'ambition d'intégrer de nouvelles technologies dans les systèmes satellitaires et sol. Il s'agit également de concevoir et d'expérimenter des modes opératoires innovants dans une logique d'optimisation des ressources mais aussi de réponse à de nouveaux besoins tels que les constellations et les petits satellites.

Au cours de la période 2015-2019 : le réseau de stations a été modernisé pour diversifier ses services et réduire ses coûts de fonctionnement. L'action du CNES en matière d'opérations de satellites a été d'accroître la définition et la mise en œuvre de concepts opérationnels innovants, tant au niveau technique qu'organisationnel et de partager les principes et retours d'expérience avec la communauté spatiale (agences et industriels confondus).

Le CNES a développé et maintient des moyens sol utilisables en fonction des besoins pour les différentes phases de la vie des systèmes spatiaux. Ces moyens incluent en particulier : un réseau de stations multi-missions réparties sur l'ensemble de la planète, des centres de contrôle, une infrastructure de support (énergie, moyens phonie, moyens vidéo).

Entre 2013 et 2018, le réseau de stations, utilisé pour assurer le maintien à poste des satellites, s'est modernisé et a évolué vers une nouvelle bande de fréquences. Avec cette nouvelle fonctionnalité et grâce à la présence de stations sur l'ensemble du territoire national, à la fois en métropole et en outre-mer, ce réseau se place désormais au cœur du dispositif de souveraineté numérique à travers la composante de réception des données provenant du satellite (notamment pour ceux qui combinent volumes importants et haut débit). De nouvelles composantes sont en cours d'évaluation technologique, tant pour traiter le très haut débit dans d'autres bandes de fréquences ou par des communications optiques, que pour traiter les besoins plus réduits et spécifiques des petits satellites et des constellations.

Inauguration de l'antenne S+X à la station de réception d'Issus-Aussaguel en juin 2018

Les activités du CNES dans le domaine du contrôle des satellites lui permettent de maîtriser les technologies et savoir-faire que doivent posséder les agences spatiales majeures. Elles sont génératrices d'une forte expertise, utilisée en amont dans la définition et le développement des systèmes spatiaux, et bénéfique pour les industriels français. Le CNES possède une importante expérience :

- **Du contrôle des satellites, des missions de démonstration** (préfigurant, en préparation de l'avenir, les technologies et concepts de demain), des missions très innovantes dont les opérations représentent un challenge (notamment en termes de capacité d'adaptation durant la phase d'exploitation) et des missions scientifiques nationales ou en coopérations internationales.
- **Du contrôle des capacités spatiales de la défense française en orbite basse**. Ce domaine d'activité devrait évoluer avec l'arrivée du Commandement De l'Espace (CDE) sur le site du CNES à Toulouse. Une dualité forte entre le civil et le militaire est recherchée dans les phases d'exploitation, ainsi que dans le développement des systèmes.

Les satellites contrôlés sont très larges en gamme, depuis les nanosatellites démonstrateurs de quelques kilogrammes (ANGELS par exemple) jusqu'aux satellites très complexes de plusieurs tonnes. Les opérations de satellites s'appuient sur des moyens mutualisés tant du point de vue des RH que des moyens alloués aux centres de contrôle (infrastructures, logiciels…).

4.7 L'EXPLOITATION DES SATELLITES

La volumétrie des données spatiales connaît une très forte croissance et joue un rôle prépondérant dans le développement du secteur aval. Le CNES s'est inscrit dans cette démarche afin de répondre aux enjeux liés à la donnée et au numérique comme outil de développement des applications utilisant des données spatiales.

Au cours de la période 2015-2019 : le CNES a consacré un important effort de développement des usages qui s'est matérialisé par l'adaptation de son organisation interne dans le but de répondre à ces nouveaux engagements.

L'exploitation des satellites consiste à produire les données au format lisible par les communautés utilisatrices et à garantir la maîtrise de la qualité de la mesure et des produits. Ces activités incluent l'idéation, l'expression de besoin, le développement et la mise en œuvre des segments sol missions. L'organisation et les ressources associées permettent aux utilisateurs de disposer des données en temps et en qualité, à des fins de recherche ou d'application. Suivant les thèmes et les projets, le CNES réalise ou contribue à la définition, à la mise en place et au fonctionnement d'une organisation « opérationnelle » qui assure le bon fonctionnement du système d'exploitation et vérifie que la surveillance, l'étalonnage, la programmation des instruments bord et des performances sont au bon niveau. Il assure également le traitement, la gestion, la validation, l'archivage et la pérennisation des données spatiales.

Avec des données spatiales aux volumétries en perpétuelle croissance et l'émergence de nouveaux usages et/ou de nouvelles communautés utilisatrices, **le CNES doit faire face aux défis du numérique** et en particulier :

- Aux problématiques d'ouverture du spatial guidées par les applications scientifiques ou avals (tant publiques que privées) et leurs utilisations par les acteurs du numérique,
- À la mise en œuvre de moyens et de plateformes de stockage, de traitement et retraitement (incluant de nouvelles technologies comme l'intelligence artificielle), adaptés aux besoins des communautés.

Afin d'assurer une gestion de ses archives à long terme, de permettre leur accès et de se donner les moyens de traiter les données associées, le CNES a mis en place une activité de pérennisation (service d'archivage pérenne de données spatiales). La mise à disposition de l'archive Spot (30 ans de données) est un chantier emblématique de cet effort de valorisation.

Dans cet esprit, d'importants travaux ont été engagés depuis plusieurs années pour structurer les développements et usages scientifiques des données, des produits et des services en créant des pôles dédiés dans le cadre de **l'IR inter-organismes Data Terra - Système Terre**.

Plateforme d'Exploitation des Produits Sentinel (PEPS) au CST

Dès 2014, l'arrivée des données des satellites Sentinel de Copernicus a considérablement changé le paysage des applications en observation de la Terre. Le CNES l'a intégré avec la mise en place de PEPS (Plateforme d'Exploitation des Produits Sentinel)[22]. Le retour d'expérience des premières années d'opérations de PEPS éclaire aujourd'hui sur les caractéristiques et le dimensionnement des infrastructures nécessaires pour répondre à la demande croissante des utilisateurs sur de gros volumes de données.

[22] En savoir plus sur PEPS : https://peps.cnes.fr/rocket/#/home

L'émergence et la mise en œuvre du concept de « science ouverte » est un fait marquant des dernières années. Il a fait l'objet du « Plan national pour la science ouverte » publié en 2018[23]. Il correspond à la diffusion sans entrave des publications et des données de la recherche, s'appuyant sur l'opportunité que représente la mutation numérique et induisant une démocratisation de l'accès aux savoirs, utile à la recherche, à la formation, à l'économie et à la société. Cette ouverture suppose la mise en œuvre, domaine par domaine, des principes FAIR (F = facile à trouver, A = accessible, I = interopérable, R = réutilisable) pour les données de la recherche. L'interopérabilité au niveau technique et au niveau sémantique est un élément majeur de la science ouverte. On ne peut plus traiter la diffusion des données des seules missions opérées par le CNES sans imaginer une approche multi-missions, également capable de prendre en compte des données provenant de sources extérieures (observations télescopiques au sol, aéroportées ou in-situ), au moins en termes d'interopérabilité. Par ailleurs, les données doivent être accompagnées d'informations, y compris algorithmiques, permettant de les comprendre et de les réutiliser.

Un nouvel écosystème spatial

Au-delà de la seule science, les données spatiales sont aujourd'hui au cœur de l'expansion d'un secteur aval générateur de croissance et créateur d'emplois. L'émergence de ce qu'il est commun de nommer un écosystème du spatial a fait apparaitre, dans ce secteur d'activité, de nouveaux acteurs aux côtés des acteurs scientifiques historiques. Qu'ils soient utilisateurs finaux, intermédiaires, privés, institutionnels, prescripteurs, développeurs ou opérateurs de services, ces nouveaux entrants ont exprimé des besoins qui ont bouleversé le paysage. Les données spatiales, les systèmes d'accès et de traitement n'y échappent pas. Cet écosystème inclut par ailleurs de plus en plus d'acteurs issus originellement des activités liées au numérique.

Dans ce contexte, le CNES a déjà adapté son organisation pour répondre à ces nouveaux enjeux. Comme souligné lors du Séminaire de Prospective Scientifique 2019 et intégré dans ses orientations (i.e. le chantier « Politique de la donnée & Valorisation » de la Conduite du Changement), **le CNES fait évoluer son approche centrée sur l'ensemble satellite-capteurs-technologies vers une logique prenant aussi en compte, dès l'origine, les données et les besoins de leurs utilisateurs**. Cette approche est structurée sur le long terme autour d'une filière centrée sur les besoins des communautés utilisatrices et elle bénéficie d'une mutualisation des efforts au niveau national (i.e. InfraNum) ou Européen (i.e. les plateformes DIAS de Copernicus). Dans ce contexte, le CNES joue un rôle fondamental pour la mise à disposition des données, leur gestion et leur utilisation.

Ces efforts du CNES seront notamment concrétisés par la mise en œuvre pratique du *Space Climate Observatory*, qui est un exemple du rôle moteur du spatial dans la transformation digitale de la société et qui permet, en l'occurrence, de croiser des informations multi sources afin d'intégrer plus encore les questions liées au changement climatique dans les politiques publiques.

LE CNES A L'HEURE DU VIRAGE NUMERIQUE

Les nouveaux acteurs venus du secteur numérique pourraient imposer un nouveau paradigme :
- *Une capacité à prendre des risques financiers,*
- *Des approches d'ingénierie système inspirées du numérique,*
- *Une grande agilité,*
- *Des infrastructures de grande taille, adaptées aux contraintes émergentes liées au déluge de données (inégalées en Europe à ce jour),*
- *Une forte attractivité pour les utilisateurs.*

La réponse en Europe se met en place à la hauteur des enjeux :
- *Le spatial est une composante de la souveraineté numérique,*
- *L'UE répond avec des programmes structurants,*
- *Le CNES s'organise sur ces questions.*

Avec de nouvelles méthodes et capacités en Calcul Hautes Performances et Intelligence Artificielle :
- *Le CNES s'est déjà doté de grandes capacités de traitement,*
- *Le CNES acquiert des compétences de mise en œuvre notamment pour les opérations, avec la détection automatisée de signaux bas bruit, et pour le traitement de données spatiales ou d'entreprise.*

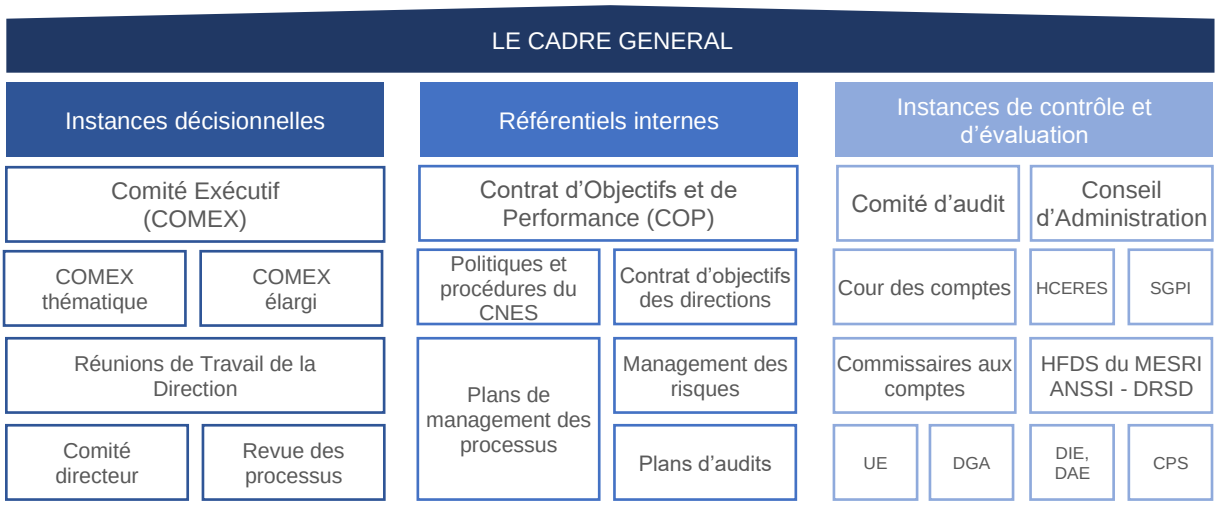
[23] Plan national pour la science ouverte, publié en juillet 2018 : https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Actus/67/2/PLAN_NATIONAL_SCIENCE_OUVERTE_978672.pdf

4.8 UNE GOUVERNANCE AU SERVICE DE L'ELABORATION ET DE LA CONDUITE DE LA STRATEGIE

Les instances de pilotage ont évolué de manière à renforcer la déclinaison des orientations stratégiques (développement de l'innovation, des applications, et du numérique). La Direction du CNES promeut une gouvernance collaborative à travers différentes instances (RTD, RMP…).

Au cours de la période 2015-2019 : les organes de gouvernance ont évolué avec les réorganisations présentées au chapitre 4.1.

La gouvernance du CNES s'appuie sur des instances et des circuits de décision au service de l'élaboration et de la mise en œuvre de la stratégie de l'établissement. Son fonctionnement permet de garantir un processus durable et efficace de création de valeur conforme aux règlements légaux, aux statuts du CNES et aux principes éthiques partagés avec les parties intéressées.
Pour atteindre ses objectifs, le CNES applique ses référentiels et ses politiques dans le respect des dispositions légales et réglementaires. Les instances décisionnelles du CNES et la ligne managériale sont les acteurs clés de la gouvernance. Pour statuer sur la conformité des pratiques et la pertinence de sa stratégie, le CNES fait l'objet de contrôles et d'évaluations par des instances externes.



Gouvernance du CNES - Extrait du Manuel de management

- *HCERES : Haut Comité d'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur*
- *SGPI : Secrétariat Général Pour l'Investissement*
- *HFDS du MESRI : Haut Fonctionnaire de Sécurité et de Défense*
- *ANSSI : Agence Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information*
- *DRSD : Direction du Renseignement et de la Sécurité de Défense du Ministère des Armées*
- *UE : Union Européenne*
- *DGA : Direction Générale de l'Armement*
- *DIE : Direction de l'Immobilier de l'État*
- *DAE : Direction des Achats de l'État*
- *CPS : Comité des Programmes Scientifiques*

La gouvernance du CNES est constituée des principaux dispositifs suivants :

- Un Conseil d'Administration et son Comité d'audit,
- Un Comité exécutif (COMEX), composé du Président du CNES, du Directeur Général Délégué, des directeurs et des conseillers du Président, qui est le dispositif principal de pilotage du CNES et dont les réunions hebdomadaires permettent d'assurer la circulation de l'information et la prise de décision rapide pour un bon fonctionnement de l'entreprise,
- Le Comité exécutif thématique (COMEXT), composé du COMEX et des directeurs adjoints, qui se réunit en moyenne 5 fois par an pour analyser des sujets de fond et assurer la fonction de Comité Directeur des Audits Internes,
- Le Comité exécutif élargi (COMEXL), composé du COMEX et des sous-directeurs, qui se réunit 1 ou 2 fois par an pour la présentation de sujets liés à la stratégie du CNES ou à l'actualité (ex : nouvelles organisations),

- La Réunion de Travail de la Direction (RTD), composée du Directeur Général Délégué et des directeurs concernés, qui se réunit en moyenne 1 fois par mois pour l'examen de dossiers ciblés (programmation, RH, conduite du changement, projets…),
- Les directions qui mettent en œuvre des Comités directeurs se réunissant en principe chaque semaine pour assurer la circulation de l'information et la prise de décision nécessaire au bon fonctionnement de la direction,
- Une revue annuelle des processus qui complète le dispositif pour évaluer les performances de l'organisation.

Les instances de gouvernance sont décrites dans le Manuel de management du CNES et consultables par l'ensemble des salariés sur le portail intranet d'entreprise Galaxi.

4.9 UN SYSTEME DE MANAGEMENT PERFORMANT

Le Système de Management du CNES (SMC) fournit les indicateurs de performance qui permettent à la Direction du CNES d'évaluer l'atteinte des objectifs des politiques qualité et environnement. Il évolue maintenant pour prendre en compte la dimension développement durable.

Au cours de la période 2015-2019 : les audits des 4 centres ont permis le renouvellement puis le maintien des certificats ISO 9001 et 14001 sans aucune non-conformité (3 années consécutives sur le cycle triennal 2017-2019) et avec de nombreux points forts.

Le Système de Management du CNES (SMC), animé par la DPI, porte la démarche d'amélioration continue du CNES. Il s'appuie sur des politiques internes, des objectifs et des cibles, des responsabilités et des instances qui permettent de décliner la stratégie du CNES et d'évaluer ses performances. Les politiques sont visées par le Président du CNES qui confie à un des directeurs la responsabilité de leur mise en œuvre. Ces politiques couvrent différents domaines du management de l'entreprise : qualité, environnement, santé et sécurité au travail, ressources humaines, maîtrise des risques, sécurité des opérations spatiales, normalisation, valorisation, industrie et technologie. Elles sont consultables par l'ensemble des salariés sur le site du SMC.

La politique qualité affiche cinq engagements structurants pour le management du CNES : satisfaire l'État, accroitre la confiance des parties intéressées, développer l'innovation et maintenir le niveau de performance des projets en respectant les coûts et les délais, inscrire le développement durable dans les projets et activités et garantir l'implication du personnel, la performance de l'organisation et une gouvernance exemplaire.

Ateliers SMC au Créalab

Le SMC est certifié selon les normes qualité ISO 9001 et environnement ISO 14001 pour les activités de « mise en œuvre de la politique spatiale, préparation du futur des systèmes spatiaux et de leurs applications, conception, développement, opérations, exploitation et contrôle de conformité des systèmes spatiaux » sur les quatre sites du CNES.

Les points sensibles relevés lors des audits de certification réalisés de 2015 à 2018 ont tous été traités : pilotage des processus et indicateurs devant intégrer une plus forte dimension économique, SMC insuffisamment utilisé comme outil de déploiement de la stratégie définie (cadencement des revues de direction et processus, pertinence des indicateurs, plans d'atteinte des objectifs à différents niveaux…), faiblesse du déploiement des enjeux environnementaux dans certains processus, robustesse à renforcer au niveau des pratiques d'audits processus afin de démontrer une surveillance régulière du fonctionnement et de la performance des processus, mesure de l'efficacité des formations à renforcer pour assurer le retour d'expérience attendu quant à l'atteinte des objectifs d'acquisition des compétences, faiblesses observées dans la formalisation de certaines actions de réduction des risques et de certaines opportunités d'amélioration.

De plus, le périmètre de la certification a évolué en 2017 avec le passage à la version 2015 des normes ISO et les nouvelles exigences associées (leadership et engagement de la direction, cohérence entre stratégie politique et objectifs, gestion des relations avec les parties intéressées, approche par les risques et opportunités, orientation résultats, management des connaissances, démarche environnementale visant à identifier les Aspects Environnementaux Significatifs (AES) dans le cycle de vie des produits/services afin de maîtriser et réduire leurs impacts). Par ailleurs, auparavant limité au périmètre des établissements, la certification ISO 14001 a évolué pour prendre en compte l'ensemble des projets, activités et processus du CNES.

Ainsi, toutes les directions ont identifié les AES de leurs activités et se sont dotées d'objectifs environnementaux dont elles évaluent également l'atteinte des résultats (Cf. 4.10).

Les activités clés du CNES sont modélisées sous la forme d'une cartographie des processus et sont managées par un pilote de processus (membre du COMEX thématique) qui s'engage à en garantir le bon fonctionnement.

Cartographie des processus du CNES

Chaque processus fait l'objet d'un Comité directeur annuel, présidé par le pilote du processus, qui statue sur sa performance, l'avancement des plans de progrès ou d'actions, la réévaluation des risques, l'identification des nouvelles opportunités et parties intéressées et l'adéquation du processus au contexte et aux enjeux.

La Revue du SMC, présidée par le Directeur Général Délégué, réunit annuellement les pilotes de processus et statue sur la performance des 13 processus du CNES et du système de management. Ces derniers présentent une synthèse qui met en exergue l'évolution des risques et des opportunités, les points forts, les points à améliorer et les décisions prises, le résultat des audits processus et les indicateurs de performance (définis par un objectif, un mode de calcul, une cible, un résultat et une tendance). Dans ce cadre, le processus « Manager le CNES », piloté par le Président du CNES et animé par le Directeur Général Délégué, est également soumis à un examen attentif de ses performances. Les résultats des Comités directeurs de processus et de la Revue du SMC sont consultables par l'ensemble des salariés sur le portail intranet d'entreprise Galaxi.

Des audits processus diligentés par les pilotes de processus sont conduits par le CNES (environ 12 par an) et permettent d'identifier les écarts par rapport aux référentiels du processus et aux normes ISO. Ces audits processus couvrent les principaux points suivants : le pilotage du processus et ses résultats clés (indicateurs, risques et opportunités, satisfaction des parties intéressées et pratiques d'amélioration continue), le management des ressources (humaines dont compétences, matérielles et financières), la réalisation des activités (planification des besoins, tâches réalisées y compris prestataires et fournisseurs) et la maîtrise des informations (GED, archives, gestion des connaissances). Les constats sont présentés au commanditaire de l'audit sous la forme de points forts, de pistes d'amélioration, de points sensibles ou de non conformités. Les écarts, matérialisés par des points sensibles et des non conformités, doivent impérativement être traités. En 2017, la technique d'audit a évolué pour gagner en efficacité avec la mise en œuvre de la méthode CAPDo® centrée sur l'analyse des résultats.

4.10 LE CNES S'ENGAGE EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Le CNES s'est engagé à contribuer à la protection de l'environnement et à la lutte contre le changement climatique avec les missions spatiales, à intégrer la dimension environnementale dans la conception et l'exploitation des systèmes spatiaux et à diminuer ses émissions de gaz à effet de serre et ses consommations de ressources naturelles.

Au cours de la période 2015-2019 : le CNES a renforcé sa politique environnementale dans l'ensemble de ses processus et déployé des analyses répondant aux différents enjeux des projets et des établissements (écoconception, analyse de cycle de vie, analyse environnementale, …). Le SMC évolue aujourd'hui pour intégrer la dimension développement durable.

Le CNES a mis en place une politique environnementale basée sur trois piliers : contribuer à la protection de l'environnement et à la lutte contre le changement climatique avec ses missions spatiales, intégrer la dimension environnementale dans la conception et l'exploitation des systèmes spatiaux et diminuer l'impact environnemental de ses activités et de ses installations. Cette politique se décline autour d'axes structurants :

- **L'énergie**, avec des politiques énergétiques orientées vers la recherche d'économies d'énergie dans le fonctionnement des activités et des centres, un programme pluriannuel de rénovation des bâtiments de ses centres de Kourou et Toulouse et le recours aux énergies renouvelables.
- **Les déplacements**, avec l'ambition d'une réduction des émissions liées aux déplacements professionnels et domicile-travail.
- **La protection de la biodiversité**, avec des plans de gestion et de préservation au CSG et au CST.
- **La baisse de consommation des ressources naturelles**, au travers d'une politique d'achats responsables et l'introduction de critères environnementaux dans le choix des prestataires.
- **L'écoconception**, déclinée en particulier dans le développement des infrastructures de lancement et des systèmes orbitaux.
- **L'engagement des salariés** au travers de leur participation aux Journées Environnement du CNES, d'éco-gestes numériques (limiter le volume de mails par exemple) et d'autres bonnes pratiques environnementales (co-voiturage, tri des déchets, etc.).

La mise en place du SCO (*Space Climate Observatory*) est également une initiative en faveur de l'environnement (Cf. chapitre 2.1).

Un SMC qui intègre les Objectifs de Développement Durable.

En septembre 2019, la direction du CNES a pris la décision de renforcer et structurer son engagement en alignant ses pratiques sur les Objectifs de Développement Durable (ODD) définis dans le cadre du programme de développement durable de l'ONU, l'Agenda 2030, et relayés dans la Feuille de route de la France pour la mise en œuvre des ODD présentée par le MTES.

Le spatial contribue significativement aux ODD, directement ou indirectement, à travers ses projets et applications (ex : mise en œuvre de la Charte Internationale Espace et Catastrophes majeures, mise à disposition de données pour les scientifiques, dont ceux du GIEC) mais aussi à travers ses politiques et pratiques de management (ex : politique santé sécurité au travail, chartes RSE des établissements parisiens, etc.).

Une analyse en cours des ODD prioritaires pour le CNES permettra de définir une feuille de route qui intègrera les objectifs environnementaux et les articulera avec les autres dimensions du développement durable. D'ici la fin de l'année 2020, le CNES aura une politique RSE affichant ses grands engagements.

Les 17 Objectifs de Développement Durable de l'ONU

5
LE PILOTAGE DES RESSOURCES

5.1 L'ELABORATION DE LA PROGRAMMATION

L'élaboration de la programmation est un travail déterminant pour analyser l'opportunité d'engagement de manière multiparamétrique (priorités thématiques, techniques, industrielles, institutionnelles…) et formaliser les décisions d'engagement avec leur contexte (partenariat, effort national, rôle du CNES…).

Au cours de la période 2015-2019 : le CNES a renforcé le processus de programmation notamment avec la création de la DPI. Un séminaire de programmation annuel impliquant l'ensemble des Directions a été mis en place.

Le CNES recense les besoins internes et externes pour les nouvelles missions, établit des priorités d'engagement lors des séminaires de programmation et programme l'activité de l'établissement en sélectionnant les projets et autres affaires, en les planifiant, en les engageant de manière contrôlée et en les suivant à travers les Plans à Moyen Terme (PMT), en dépenses externes et ressources humaines.

Les principes de la programmation

Le CNES assure la planification budgétaire pluriannuelle de ses moyens à l'aide de deux plans :

- Le **PMT ESA** (Plan à Moyen Terme de la contribution française à l'ESA),
- Le **PMT Multilatéral** (Plan à Moyen Terme Multilatéral, activités CNES en dehors de l'ESA), intégrant les priorités d'engagement et les cadrages par domaine établis lors du séminaire de programmation le précédant. Le PMT multilatéral présente la programmation du CNES en crédits de paiement et en coût complet (intégrant les RH), avec une décomposition en activités d'innovation, et celles afférentes aux 5 domaines d'intervention (Ariane, Sciences, Observation, Télécommunications et Défense), auxquels s'ajoutent les ressources pour les activités transverses (ressources mutualisées ou indirectes).

Ces deux PMT font l'objet de révisions annuelles à l'issue desquelles ils sont présentés au Conseil d'Administration du CNES.

En fonction de l'avancement réel des projets et de la prise en compte de nouvelles activités, les directions, sous l'autorité du Directeur Général Délégué (DGD), conduisent un exercice de replanification annuelle du PMT multilatéral. Ce PMT, établi par la Direction Financière, comprend une ligne par projet (environ 150 au total) et 4 colonnes pour chaque année budgétaire : dépenses internes, dépenses externes, part de la subvention d'État affectée au projet, recettes externes. En fonction des ressources prévues, le PMT fait apparaître des ouvertures budgétaires permettant de mettre en œuvre les nouveaux projets, en lien avec les priorités élaborées lors du Séminaire de Programmation et validées en inter-directions au niveau du DGD. Le PMT est ensuite validé en COMEX avant d'être présenté en Conseil d'Administration en décembre.

Le PMT a un rôle majeur pour maîtriser la soutenabilité budgétaire des activités du CNES et sa méthode d'élaboration permet de conserver une flexibilité budgétaire entre projets. Les retards de développement des projets (problème technologique sur des programmes situés à la pointe de la technique, retard fournisseur…) et les surcoûts (à l'intérieur des marges acceptées dans le contrat interne et selon un processus de contrôle et de validation) sont suivis et anticipés autant que possible grâce aux fiches de suivi de chaque projet.

Les réserves budgétaires sont mutualisées afin de permettre des engagements d'opportunité en cours d'année ainsi qu'une gestion robuste des aléas. Si elles ne sont pas consommées, une partie des marges prévues pour l'année en cours est réaffectée progressivement à de nouvelles affaires, dont l'autorisation d'instruction est validée en inter-directions éventuellement jusqu'au niveau du DGD, de manière similaire à un appel à des marges pour aléas dans le cadre d'un projet engagé.

Cette gestion des marges tient également compte des éventuels gels financiers ou des conséquences des lois de finances rectificatives.

Définir une programmation d'ensemble

Le séminaire de programmation permet d'identifier les orientations d'ensemble alors que le PMT permet de planifier les ressources. Ce sont deux outils complémentaires permettant de gérer la planification de l'ensemble des ressources financières et humaines affectées aux activités multilatérales du CNES.

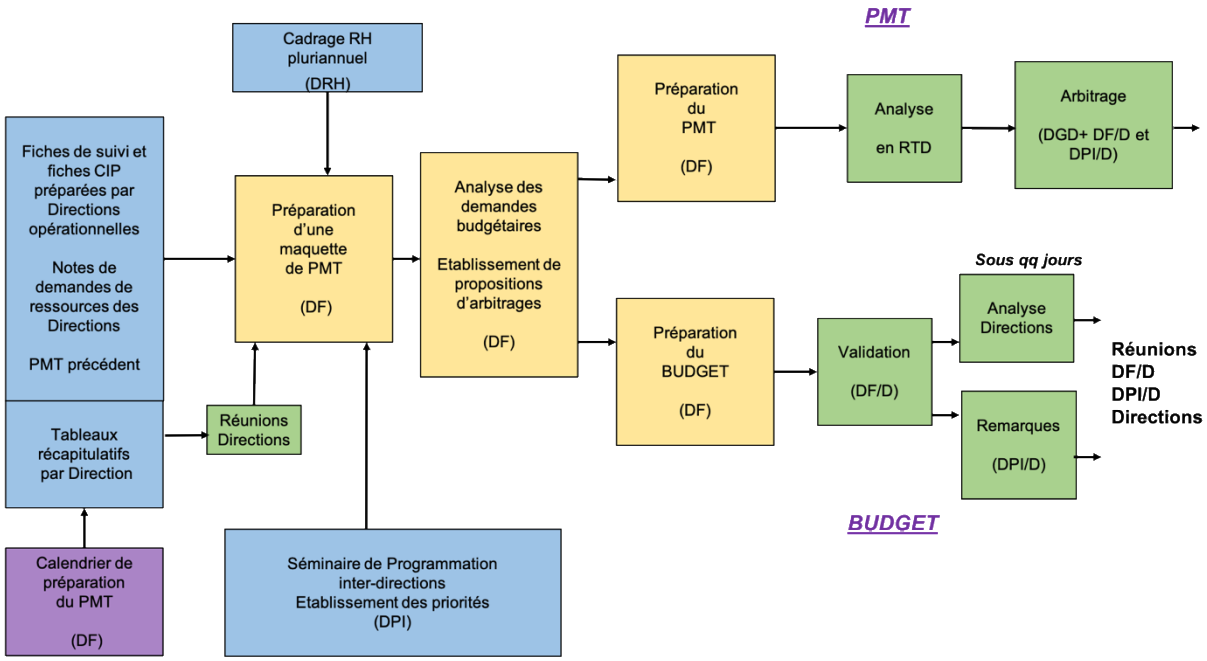
Un séminaire de programmation annuel permet un travail collectif en inter-directions relatif à tous les domaines d'activités du CNES, y compris les investissements en infrastructures matérielles ou logicielles. A partir d'un recensement des besoins internes et externes en termes de nouvelles activités (mission…), une revue des feuilles de route de chaque domaine est réalisée et un ou des scénarii de programmation des activités sont établis, en cohérence avec les axes stratégiques de l'établissement (en se référant au COP) et avec les hypothèses de dotations de l'État et de recettes externes en pluriannuel. Identifiant également les éventuelles actions complémentaires à conduire sur des problématiques de fond (coûts d'intervention…), le séminaire définit ainsi les enveloppes de ressources des différents domaines et les priorités d'engagement couvrant le court et le moyen terme, validées par les directions parties prenantes sous l'autorité du DGD. Le séminaire de programmation vient calendairement en amont de l'établissement du PMT Multilatéral.

Au-delà de la prise en compte des priorités scientifiques, institutionnelles et industrielles, l'insertion de nouvelles activités dans la programmation tient compte des équilibres budgétaires entre les domaines stratégiques ainsi que des plannings en meilleure estimée des projets des partenaires (ESA, agences spatiales nationales…) qui s'interfacent avec les projets conduits dans le cadre du CNES (analyse multiparamétrique).

Comme présenté ci-dessus, les principales sorties associées à cette préparation de la programmation sont :

- **Le budget** est présenté pour approbation au Conseil d'Administration. Son contenu comporte une présentation de l'avancement des programmes et des tableaux de ressources humaines valorisées et de ressources financières, pour les différents projets et autres affaires. Il comporte également des tableaux et analyses par nature de dépenses (compte de résultats). Il concerne l'année suivante pour l'édition présentée en décembre, la mise à jour pour l'année en cours et le bilan de l'année précédente (« le réalisé ») pour l'édition de juin.
- **Le PMT humain et financier**, tableau de synthèse de la planification pluriannuelle des ressources humaines (valorisées en M€) et financières (dépenses, recettes externes) affectées par affaire ou type d'affaires du programme national. Le PMT est étendu aux 6 années qui suivent l'année en cours. Les éditions annuelles sont réalisées en synergie avec le budget de l'année en cours.

Le schéma ci-dessous présente l'établissement de cette programmation d'ensemble au travers du séminaire de programmation et du PMT, avant leur présentation en Conseil d'Administration.



Engager les projets et assurer la maîtrise de l'ensemble.

Conformément à la procédure PR-158, l'engagement des affaires est coordonné par la DPI. Il est formalisé par un Dossier d'Engagement Interne (DEI) qui peut prendre différentes formes selon le type d'affaire, la phase de développement et son ampleur : une Fiche d'Engagement de Projet, un Contrat Interne voire un Plan pour des affaires pérennes.

Le DEI décrit les activités, leur contexte et le mode d'intervention. Il présente également le calendrier de déroulement des activités, la planification des ressources financières (prenant en compte les éventuelles recettes externes) et des ressources humaines ainsi qu'une évaluation des incertitudes et des risques afin de dimensionner des marges. Par ailleurs, le DEI intègre des éléments de gestion comptable et financière en cohérence avec les exigences de la Gestion Budgétaire et Comptable Publique (GBCP). Une Évaluation Socio-Économique est réalisée lorsque le coût dépasse 20 M€ HT, dans le respect de la législation concernant les investissements publics.

Le DEI est examiné dans un comité de lecture et validé par les parties prenantes (direction(s) opérationnelle(s) concernée(s), DIA, DF et DPI). L'engagement interne de l'affaire permet la mise en place des budgets, des ressources humaines et donne l'autorisation de démarrer les activités techniques et contractuelles.

Le passage en Conseil d'Administration des affaires à engager est décidé au niveau COMEX sur proposition du Directeur de la DPI, selon l'ampleur et l'objet du projet, s'appliquant ainsi essentiellement aux projets spatiaux en développement dont le coût complet engagé est supérieur à 20 M€ HT.

Une mise à jour du DEI (avenant) est effectuée pour approbation par le même processus d'une évolution des affaires déjà engagées en cas de changement de périmètre (ajout ou retrait d'activités, modification du cadre de réalisation en cas de défaillance d'un partenaire, profonde remise en cause du calendrier pour cause externe…) ou de dépassement significatif par rapport aux ressources allouées au-delà des marges déjà prévues.

Une mise à jour du tableau des coûts complets à achèvement et du tableau des dates de fin de projet est effectuée pour chaque édition de PMT. Ces mises à jour sont présentées en COMEX, puis en Conseil d'Administration. Ce processus sollicite l'ensemble des acteurs concernés au sein des différentes directions.

5.2 LES RESSOURCES HUMAINES

Dans tous ses domaines d'action (recrutement, mobilité, formation…), la politique RH vise à accroître l'agilité de l'organisation CNES et ses capacités de gestion du changement. Durant la période du dernier COP, la DRH a fait évoluer ses pratiques en s'appuyant notamment sur de nombreux outils digitaux (gestion des candidatures, des dossiers salariés, signature électronique, coffres-forts électroniques, plateforme mobilités et parcours de formation, vote électronique, réseaux sociaux…) et a ainsi modernisé et adapté ses processus au juste besoin. En adoptant les meilleures pratiques professionnelles du domaine RH, le CNES étalonne ses coûts et ses résultats aux meilleurs standards (qualité de vie au travail, dialogue social, intégration, etc.) et renforce ainsi son attractivité.

Au cours de la période 2015-2019 : réorganisation profonde des processus de recrutement, de formation et d'administration/paie, nouvelle approche de la Gestion Prévisionnelle des Emplois et des Compétences (GPEC), le tout porté par la mise en place d'outils digitaux performants.

La gestion des ressources humaines

L'activité du CNES présente deux caractéristiques structurantes pour sa politique RH :

- Le CNES doit entretenir et développer un large éventail de compétences qui lui permet de tenir sa place de référent dans ses diverses fonctions : agence de moyens, centre d'expertise technique, opérateur de recherche et de coopération. Pour une très large part, ces compétences sont acquises par les salariés au sein de l'établissement.
- Les missions du CNES s'inscrivent, de manière générale, dans un temps plus long que celui habituellement rencontré dans les autres organisations, du fait de la durée des projets spatiaux.

Ces caractéristiques ont conduit le CNES à développer un modèle RH « de carrière » où une majorité de collaborateurs passe une part très importante de leur vie professionnelle dans l'établissement.

Ce modèle pourrait être amené à évoluer en lien avec les nouvelles attentes des jeunes générations, avec les dynamiques propres à certains métiers ou pour répondre à un besoin grandissant d'échange avec l'environnement socio-économique. Il reste cependant dimensionnant pour les politiques RH en ce sens qu'il rend nécessaire d'appréhender le parcours des collaborateurs du CNES sur le moyen terme.

La politique RH se fonde sur six engagements, qui contribuent à la responsabilité sociale de l'entreprise :

- Attirer, développer et créer les compétences nécessaires à l'accomplissement de la mission du CNES,
- Rechercher le meilleur épanouissement professionnel individuel et collectif de ses collaborateurs,
- Favoriser un dialogue social riche et constructif,
- Garantir le respect des obligations de l'entreprise dans son domaine,
- Contribuer à l'adaptation de l'organisation aux changements de son environnement et à l'évolution de ses missions en restant attentif aux enjeux de moyen et long terme,
- Participer à la productivité de l'établissement et rechercher la meilleure efficience de ses interventions, notamment en adaptant les meilleures pratiques professionnelles du domaine RH.

Aux enjeux structurels de la politique RH, la période du COP s'est caractérisée par la montée en puissance des préoccupations suivantes :

- Le vieillissement de la population et l'allongement des carrières,
- Le recrutement et l'intégration d'un plus grand nombre de jeunes,
- Un environnement en transformation,
- Les enjeux de l'innovation.

Afin de répondre à ces défis, la période a été marquée par les évolutions suivantes :

- Une réorganisation des processus de recrutement, destinée à professionnaliser l'ensemble de la chaîne fonctionnelle afin de maintenir l'attractivité du CNES sur un marché du travail en tension et de mieux garantir la qualité des recrutements,
- Une refonte progressive du processus de formation visant à mieux utiliser l'investissement formation comme levier de modernisation de l'entreprise CNES, en particulier en allégeant les aspects purement administratifs et logistiques afin de dégager une meilleure capacité en matière d'ingénierie de formation et une plus grande réactivité de l'offre de formation aux besoins identifiés,
- Une nouvelle approche de la GPEC tirant les conséquences des limites des dispositifs antérieurs, avec en particulier l'utilisation de nomenclatures plus lisibles et une plus grande focalisation sur les fondamentaux stratégiques des métiers,
- Une modernisation profonde des processus d'administration/paye, via la numérisation progressive de l'ensemble des procédés et la digitalisation des dossiers individuels.

Les effectifs

Le CNES s'est engagé à maintenir sa masse salariale sur la durée du COP, ce qui a conduit à une baisse continue de ses effectifs. Cette baisse a conduit l'ensemble des structures à rechercher, et obtenir, des gains de productivité malgré l'apparition de tensions en fin de période.

CDI	2015	2016	2017	2018	2019
EPT	**2390,0**	**2378,3**	**2378,4**	**2306,8**	**2307,9**
PHYSIQUE	2442	2434	2430	2363	2358
SORTIES DEFINITIVES	**86**	**98**	**98**	**137**	**109**
Dont retraites	59	58	64	90	65
ENTRÉES	**80**	**90**	**94**	**70**	**104**
Dont recrutements	**70**	**78**	**88**	**52**	**88**
Ratio embauches / sorties	0,93	0,92	0,96	0,51	0,95

Le CNES conduit une politique volontariste et concertée en faveur de la promotion de l'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes dans l'entreprise : le pourcentage de femmes au sein du CNES est passé de 37% fin 2015 à 38,4% fin 2019.

	2015	2019
Femmes	37%	38,4%

Par ailleurs, le CNES a obtenu en 2019 la note de 94/100 sur l'indicateur égalité hommes/femmes issu de la loi « Avenir Professionnel » :

Indicateurs	2019
Calcul et évaluation des écarts de rémunération entre femmes et hommes	39
Calcul et évaluation des écarts de taux d'augmentations individuelles entre femmes et hommes	20
Calcul et évaluation des écarts de taux de promotions entre femmes et hommes	15
Calcul et évaluation du taux de salariées augmentées après leur retour de congé maternité	15
Répartition sexuée des dix salariés ayant les plus hautes rémunérations	5
Total	**94**

La gestion des carrières

La gestion individualisée des parcours a été renforcée sur la période. Certaines procédures ont été allégées ou supprimées. Un nouvel outil (Cornerstone) est progressivement déployé afin de fournir un support informatique complet et adapté à cette gestion. Cette dynamique se poursuivra dans les années qui viennent et la généralisation des entretiens professionnels est en cours.
Sur la période, la mobilité interne des personnels, élément essentiel de l'équilibre de la politique RH du CNES, est restée significativement élevée.

	2015	2016	2017	2018	2019
Taux de mobilité	12,3%	12,0%	12,2%	10,8%	12,8%

Un effort particulier a été effectué en matière d'intégration des nouveaux embauchés, en particulier à destination des plus jeunes. Les résultats obtenus lors d'évaluations externes (Happy@Work) montrent une bonne satisfaction des nouveaux entrants.

Le temps de travail

Le CNES a revu en profondeur les règles afférentes au temps de travail, afin de **mettre en place un système d'enregistrement des temps de travail effectif des salariés**. Deux accords ont été signés, en 2015 et en 2018, dans le but de mettre en place un dispositif d'horaire variable individuel adapté aux contraintes des différentes activités du CNES. Ainsi, des plages horaires plus souples et le déploiement du télétravail à tous les collaborateurs de métropole, à hauteur d'une journée par semaine, ont permis une amélioration significative de la qualité de vie au travail.

Le dialogue social

Le CNES attache une grande importance à la qualité de son dialogue social interne. Les nouvelles instances (CSE) ont été mises en place par un accord unanime à la suite des élections de 2019. Le vote électronique a été mis en œuvre à cette occasion, entrainant une hausse de la participation des salariés. Le dialogue social avec les organisations syndicales s'est poursuivi et amplifié, avec un grand nombre d'accords signés sur la période. **44 accords ont été signés de 2015 à 2019**.

5.3 LES RESSOURCES FINANCIERES

Le CNES pilote avec rigueur les activités dans une vision pluriannuelle tout en prenant en compte les contraintes budgétaires annuelles. Le CNES plaide pour que la contribution au budget de l'ESA et celle octroyée au programme multilatéral soient équilibrées.

Au cours de la période 2015-2019 : la contribution française à l'ESA a été en très forte hausse (soutien au programme Ariane 6) tandis que les ressources allouées au programme national ont subi des diminutions par rapport aux engagements initiaux.

Afin de confirmer sa crédibilité au sein de l'ESA et au nom du principe de la rigueur budgétaire auquel il est attaché, le CNES a souhaité que les engagements pris par l'État lors de la conférence ministérielle de Lucerne en 2016 pour le développement du programme Ariane 6 soient couverts, aussi vite que possible, par les ressources nécessaires. Dans ce contexte, un exercice de profonde reprogrammation des activités financées par le budget national a été mis en œuvre en 2017, exercice au cours duquel a été tenu le plus grand compte des éclairages et des priorités exprimées par le CPS et par ses deux comités, le TOSCA et le CERES.

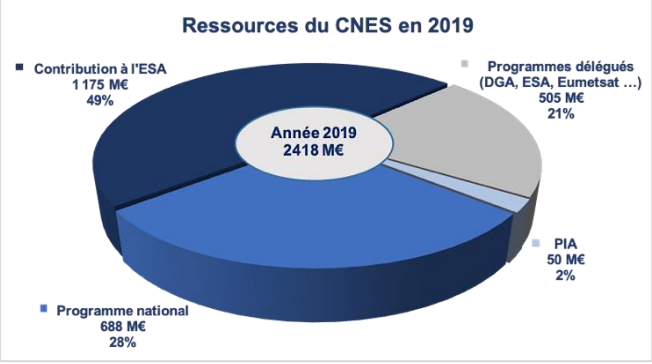
(En M€)	2015	2016	2017	2018	2019
ESA	860	763	834	963	1.175
Multilatéral – Subvention	703	693	685	700	688
Multilatéral – PIA	131	77	68	48	50
Multilatéral - Programmes délégués	325	585	570	575	505
Total	2.019	2.118	2.157	2.286	2.418

L'année 2019 correspond ainsi à un point haut de la contribution française à l'ESA. Il devrait en être de même en 2020.

Au-delà de cette période marquée par l'augmentation significative de la part du programme P193 (Recherche Spatiale) allouée à l'ESA, la conférence ministérielle de Séville a été l'occasion d'entamer, avec l'accord des tutelles de l'établissement, un rééquilibrage entre les deux dimensions du budget du CNES (subventions vers l'activité nationale et contribution ESA) tout en maintenant un niveau historiquement élevé du budget spatial français. Le CNES plaide pour qu'à terme, cet équilibre atteigne 50/50, afin de maximiser les synergies entre les deux modes d'intervention et donc l'efficacité à moyen terme de la politique spatiale française.

L'affectation des ressources humaines et financières du CNES est définie par le PMT. Celui-ci est présenté à l'approbation du Conseil d'Administration.

Répartition des ressources du CNES en 2019

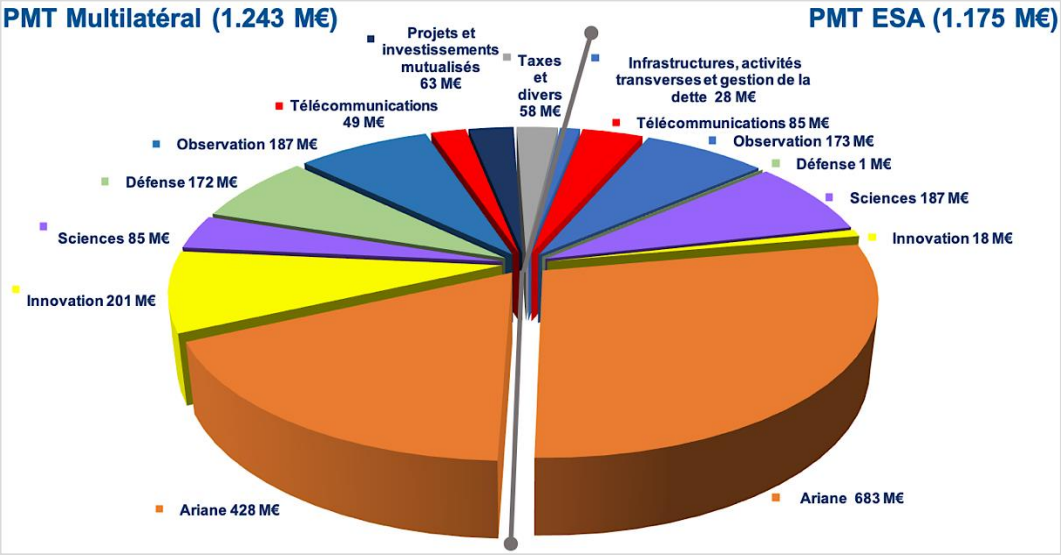


Cette répartition illustre pour 2019 l'affectation des ressources d'une part vers l'ESA pour la dimension européenne de son intervention et d'autre part vers le CNES en tant qu'agence nationale que ce soit pour les sujets d'intérêt plus spécifiquement nationaux ou dans le but d'effectuer une préparation nationale avant d'exercer un effet de levier sur des crédits européens (ESA ou UE).

Le PMT multilatéral (ensemble des ressources hors contribution à l'ESA) est constitué majoritairement (à 55% en 2019) d'un socle apporté par les subventions des programmes P193 (Recherche spatiale) et P191 (Recherche duale). L'autre composante majeure correspond aux programmes délégués par des entités extérieures comme la DGA (programmes CSO, CERES…), l'ESA (programmes ELA4 ou la contribution au financement du CSG) ou EUMETSAT (programme IASI-NG). Elle représente la part fortement variable du budget du CNES et illustre le rôle confié au CNES par ses partenaires.

Enfin, le PIA contribue de manière significative à soutenir l'effort sur des actions ciblées destinées à renforcer l'excellence et la compétitivité des industriels français au niveau mondial sur ce secteur. Il a ainsi permis de contribuer à des programmes à fort potentiel (lanceurs futurs, satellites de télécommunication à propulsion électrique, plateforme Myriade Evolution, satellite altimétrique SWOT). La confirmation, avec le triennal budgétaire 2020-2022, de 50 M€ supplémentaires destinés à la maturation de concepts technologiques avancés ou aux télécommunications illustre la pertinence de cet axe d'effort.

Répartition de l'affectation de ces ressources par domaine en 2019



Cette répartition met en relief plusieurs dimensions de l'effort spatial national :

- L'importance du domaine lanceur qui constitue régulièrement entre 40 et 50% de l'intégralité des ressources (ESA + multilatéral).
- Le caractère essentiel du multilatéral sur les thématiques innovation et sécurité & défense pour lesquelles les dépenses ESA sont très faibles.
- La spécificité du domaine sciences qui doit répartir ses ressources entre l'ESA au titre du Programme scientifique obligatoire qui assure la conduite des programmes et le développement des plateformes scientifiques (programme Cosmic Vision) et le multilatéral qui finance les charges utiles scientifiques fournies par les États-membres, ce qui est une condition nécessaire de la participation des scientifiques nationaux dans le programme ESA.
- La volonté, dans le domaine très compétitif des télécommunications, de disposer d'un volant important de ressources en national pour y développer les nouveaux concepts et gagner une longueur d'avance sur les technologies, la filière ESA étant orientée sur la phase suivante du développement de ces technologies.
- Un domaine observation relativement équilibré entre ses deux composantes de programmes ESA ou de programmes précurseurs en coopération multilatérale.

5.4 LES ACHATS ET LA FONCTION JURIDIQUE

La fonction achat s'inscrit dans une dynamique d'optimisation permanente avec un focus sur le renforcement de la relation avec les PME.

Au cours de la période 2015-2019 : la Direction des Achats, des recettes externes et des affaires Juridiques (DAJ) a progressé dans la rationalisation et l'optimisation du processus et dans la délégation des tâches non cœur de métier.

Les achats réalisés par le CNES sont de nature et de complexité extrêmement variées, allant de la haute technologie aux achats standards (développement de satellites, instruments, segments sol, base de lancement, actions de R&D, études de faisabilité, prestations de gardiennage, de nettoyage de locaux, infrastructure, maintenance et exploitation, services…).

Le CNES s'adresse à une typologie de fournisseurs très large : industriels du spatial, de la construction, PME, SSI, prestataires de services, laboratoires...

Les procédures de passation des contrats d'achat du CNES sont déterminées en application du code de la commande publique et du corpus réglementaire du CNES. L'exécution d'un achat est assurée par le « binôme d'achat » constitué du responsable technique et de l'acheteur en étroite liaison avec le contrôleur de gestion ou le contrôleur de projet.

La DAJ a apporté des modifications à son organisation depuis 2017. Elle s'est dotée, entre autres, d'un service « Performance et Reporting » (PR).

LES ACHATS 2018 EN QUELQUES CHIFFRES

- ***639 M€*** *(montant engagements contractuels)*
- ***2.689 fournisseurs*** *(chiffre d'affaires avec le CNES supérieur à 1K€)*
- ***49 politiques*** *Achat sectorielles*
- ***170 accords-cadres*** *en vigueur*
- ***4.900 actes*** *contractuels dont 600 marchés*
- ***29 contrats*** *ou avenants présentés en CIM (montant supérieur à 4 M€)*
- ***5 contrats*** *soumis au CA (montant supérieur à 20 M€)*

Ces optimisations sont l'expression concrète de la professionnalisation et de l'accroissement en maturité de la fonction achat et répondent aux objectifs du Contrat d'Objectifs et de Performance. Ainsi, le service PR est notamment en charge de la production d'indicateurs qui sont analysés de façon périodique à des fins de pilotage et peuvent donner lieu à la mise en œuvre d'actions correctrices. Il gère également la maîtrise d'ouvrage pour le développement des outils métiers de la DAJ. A ce titre, il a développé et mis en place un outil spécifique à l'intention des acheteurs. Ce dernier est en phase d'appropriation par les acheteurs, il permet de planifier les achats et de nourrir les informations nécessaires à la production des indicateurs.

Conformément au COP, le CNES maintient son effort de perfectionnement en mettant en place des cycles réguliers de formations spécifiques au métier des achats. Ces formations sont réactualisées de façon continue pour y intégrer les évolutions du contexte (réglementation, nouveaux outils…). La démarche de rationalisation et d'optimisation des processus est poursuivie en standardisant et dématérialisant certains supports contractuels, ou encore en déléguant des activités à faible valeur ajoutée afin de permettre aux acteurs de se concentrer sur leur cœur de métier.

De plus, un nouveau plan d'actions PME 2019-2020 a été élaboré, approuvé par le COMEX fin 2018 et mis en œuvre. Il comprend 33 actions déclinées en 4 axes :

- Permettre aux innovations portées par les PME d'irriguer le domaine spatial,
- Faciliter l'accès des PME à la commande publique,
- Renforcer la relation entre les PME et le CNES,
- Favoriser le développement économique des PME au-delà des marchés du CNES.

Ses principaux indicateurs, présentés en COMEX en décembre 2019 sont décrits ci-dessous :

Quelques indicateurs du plan d'actions PME		**Moyenne 2015-2018**
Taux d'attribution de contrats R&T Systèmes Orbitaux à des PME	Total des achats R&T Systèmes	19,0 M€
	Dont achats à des PME (cible > à 20%)	29,2% (5,6 M€)
Taux de participation des PME dans les activités de R&T & projets de futurs lanceurs	Total des achats R&T lanceurs et projets de futurs lanceurs	12,7 M€
	Dont achats à des PME (cible > à 15%)	16% (2,1 M€)
Nombre de licences accordées annuellement à des PME françaises		6

La fonction juridique

La fonction juridique élabore des propositions d'outils juridiques innovants, adaptés aux nouveaux modes d'intervention et nécessaires dans le cadre de l'évolution de l'écosystème spatial. Elle contribue à la réflexion relative aux évolutions du droit de l'espace. Dans ce cadre, elle est amenée à participer aux travaux interministériels engagés par le MESRI en 2019 en lien avec l'évolution de la Loi relative aux Opérations Spatiales.

5.5 LA GESTION COMPTABLE

Les comptes du CNES ont été certifiés chaque année (exercices 2015 à 2018) sans réserve par les Commissaires aux comptes. Le délai moyen de paiement des fournisseurs est, chaque année, inférieur à 20 jours.

Au cours de la période 2015-2019 : le CNES a mis en place la GBCP et l'a instrumentée dans l'outil SAP.

Selon l'article L 331-1 et L 331-5 du code de la recherche, **le CNES est un établissement public national, scientifique et technique à caractère industriel et commercial** doté de l'autonomie financière. De fait, il assure sa gestion financière et présente sa comptabilité suivant les règles relatives aux EPIC dotés d'un agent comptable.

Les comptes annuels du CNES sont établis sur la base :

- Des principes comptables généralement admis résultant de l'application du règlement n° 2014-03 de l'Autorité des Normes Comptables homologué par arrêté ministériel du 8 septembre 2014 relatif au Plan Comptable Général,
- Des dispositions du Décret n° 2012-1246 du 7 novembre 2012 relatif à la gestion budgétaire et comptable publique et des principes édictés par l'Instruction Comptable Commune parue au BOFIP du 16 janvier 2020 GCP-19-0055.

Le CNES utilise les fonctionnalités standards du progiciel de gestion intégrée SAP et a réduit au minimum les développements spécifiques. La totalité des modules SAP ont été instrumentés, ce qui permet de traiter les différentes composantes de la comptabilité selon les meilleures pratiques en termes de transparence, d'efficacité et de sécurité (comptabilité générale, clients, fournisseurs, immobilisations, analytique, budgétaire…). La tenue de la comptabilité est donc à l'image de celle d'une entreprise privée, avec le même souci de qualité. **Le délai moyen de paiement des fournisseurs est, chaque année, inférieur à 20 jours**. Compte tenu du caractère non significatif des filiales, le CNES n'établit plus de comptes consolidés depuis l'exercice 2016.

5.6 LE PATRIMOINE IMMOBILIER

Il est maintenant nécessaire de moderniser le Centre Spatial de Toulouse et le Centre Spatial Guyanais. Les centres techniques comportent des infrastructures essentielles à la réalisation des missions du CNES (laboratoires, salles de contrôles, d'essai ou d'intégration…).

Au cours de la période 2015-2019 : le CNES s'est doté d'un nouvel outil pour la gouvernance de l'immobilier : le Comité directeur dédié à la fonction immobilière (en 2019).

Comme évoqué précédemment dans ce document, le CNES est constitué de 4 établissements (Siège, Direction des Lanceurs, Centre Spatial de Toulouse et Centre Spatial Guyanais) situés sur 4 implantations géographiques. Le CNES est propriétaire du bâti et du foncier de 2 établissements (CST et CSG) et est locataire pour les 2 établissements parisiens (Siège et DLA).

Le CNES s'est doté en 2019 d'un nouvel organe de gouvernance pour l'immobilier, avec la création d'un Comité directeur dédié à la fonction immobilière, dans le but de permettre une coordination centrale de la stratégie immobilière du CNES. Un premier Comité directeur s'est tenu le 24 septembre 2019. La stratégie patrimoniale du CNES se traduit par les 2 plans de rénovations CST et CSG Nouvelle Génération. Cette stratégie participe à accompagner la préparation de l'avenir par une modernisation des centres et de leurs infrastructures : rénovation, démolitions et constructions de bâtiments, amélioration de l'efficacité énergétique (Loi TECV), traitement de l'obsolescence et de la vétusté, développement des énergies renouvelables, transformation numérique, évolution des méthodes de travail, mutualisation des moyens, etc.

Le CST

LE CST EN CHIFFRES

- *73 bâtiments*
- *65 ha de surface foncière*

Le patrimoine du Centre Spatial de Toulouse, implanté sur 65 ha, est constitué d'un centre principal, le centre technique de Toulouse et de 2 centres rattachés : le centre ballons stratosphériques d'Aire-sur-l'Adour et la station d'Aussaguel d'Issus. Le CNES est propriétaire du bâti et du foncier sur l'ensemble du CST.

Le CSG

LE CSG EN CHIFFRES

- *50 bâtiments*
- *70.920 ha*

La propriété du CNES au Centre Spatial Guyanais s'étend sur une superficie de 70.920 ha, à la fois sur les communes de Kourou et de Sinnamary. 59.000 ha sont dédiés à la base de lancement dont le sol relève de la propriété du CNES. La propriété des infrastructures varie quant à elle en fonction des zones de construction, conformément à l'accord intergouvernemental entre le gouvernement français et l'ESA.

Sur les 11.920 ha restants, le CNES, propriétaire du sol, détient un patrimoine hors base non technique situé dans la ville de Kourou et sur les Iles du Salut. Ce patrimoine résulte de la nécessité qu'a rencontrée le CNES de créer, en dehors de la base spatiale stricto sensu, des infrastructures nécessaires à l'accueil de ses personnels, des sociétés partenaires et des clients. Il est composé de logements (appartements, maisons...), du complexe hôtelier des Roches mais également de monuments historiques. Ce patrimoine hors base fait l'objet d'une politique de cession progressive, notamment à la commune de Kourou, approuvée en Conseil d'Administration dans la limite des besoins du CNES pour l'accomplissement de sa mission technique actuelle et future.

Concernant la politique immobilière associée à ce patrimoine, le CNES s'est attaché à définir une stratégie qui passe par une volonté de renforcer la fiabilisation de ses actifs ainsi qu'une politique de cession d'actifs.

5.7 LES FILIALES ET PARTICIPATIONS

Le CNES est moteur dans la création de nouvelles filiales et les émancipe lorsqu'elles deviennent matures. Réaliser le premier *closing* du fonds CosmiCapital est un objectif important pour accompagner l'action du CNES au bénéfice de l'écosystème spatial français.

Au cours de la période 2015-2019 : les parts Arianespace ont été cédées au moment de la constitution d'ArianeGroup, la participation dans CLS a diminué au moment de la création de KINEIS et le fond CosmiCapital a été mis en place.

Le CNES, en tant qu'investisseur, fonde sa stratégie sur des prises de participation minoritaires (via Telespace Participations, sa holding financière) dans des sociétés du domaine spatial porteuses de projets innovants. La présence du CNES dans ce type de société est transitoire et suit l'évolution de la maturité des marchés. L'objectif est de gérer ce portefeuille de participations de manière dynamique et transparente vis-à-vis de ses Tutelles en profitant des opportunités pour se désengager partiellement, voire totalement, du capital de ces structures au profit de partenaires industriels. Ces désengagements ne sont entrepris que s'ils entrent dans le cadre de projets industriels permettant de garantir un meilleur développement des sociétés concernées. Inversement, si des opportunités apparaissent, le CNES peut prendre de nouvelles participations en cohérence avec sa politique de valorisation et le fera principalement via le véhicule d'investissement CosmiCapital en cours de constitution.

Les principales filiales et participations

CLS (CA 2019 groupe : 135 M€, effectif : 729 personnes)

CLS
COLLECTE LOCALISATION SATELLITES

Gestionnaire mondial, par délégation du CNES, des systèmes satellitaires Argos (environnement, sciences, suivis d'animaux, pêche pour les marchés gouvernementaux et applications non environnementales telles que le suivi de la marine marchande) et Doris (altimétrie et localisation précise dont orbitographie), CLS est également un acteur important dans le domaine de l'observation des océans (altimétrie, température et couleur des océans, océanographie spatiale et opérationnelle) ainsi que dans celui de la détection radar. La société a développé également des activités connexes, essentiellement en géodésie et météorologie spatiale. La société mère du groupe CLS détient directement 15 filiales et participations (dont Woods Hole Group, Novacom Services, TRE ALTAMIRA), sociétés spécialisées dans la mesure millimétrique des mouvements du sol à partir d'images satellites radar, Proocéano au Brésil, SIRS et depuis le 1er juillet 2018, la société KINEIS destinée à acquérir et opérer une constellation satellitaire dans le domaine de l'IOT.

Novespace (CA 2019 groupe : 9,5 M€, effectif : 11 personnes)

Lors de sa création, Novespace avait pour double vocation les transferts de technologies spatiales vers l'industrie non spatiale et la promotion de la micropesanteur en tant qu'outil d'expérimentation scientifique et technique. Ces dernières années, la société a recentré son activité sur les vols paraboliques au moyen de l'avion Airbus Zéro G dont elle est propriétaire.

La gestion du portefeuille

Le CNES a pour objectif de se retirer des tours de table des sociétés qu'il a contribué à créer lorsque les services qu'elles assurent ont atteint une maturité commerciale suffisante, ou bien d'accompagner la recomposition de leur capital afin de favoriser leur développement.

Le CNES vise ensuite à réinvestir le produit de ces cessions dans d'autres structures directement, ou indirectement via le véhicule d'investissement CosmiCapital en cours de constitution.

A ce titre, en 2019, il a été décidé de céder une partie des titres CLS dans le cadre de la sortie programmée des actionnaires actuels Ardian et Ifremer. Cette cession s'est traduite, dans le courant du 1er trimestre 2020, par la création d'une holding financière CLS dans laquelle le capital est réparti à 66% au profit de CNP (holding financière du Groupe Albert Frères) et 34% au profit de Telespace Participation. Le produit de cession des titres CLS, d'un montant proche de 95 M€ sera réinvesti par Telespace Participation, à hauteur de 32,5 M€ (soit 26%), au capital de la société KINEIS, opérateur de connectivité Argos dans le domaine de l'IOT.

Concernant Novespace, s'agissant d'une société opérant un aéronef pour les besoins de la science et des scientifiques, le CNES restera actionnaire majoritaire, mais se laisse la possibilité de réduire sa participation si une agence cliente (ESA, DRL…) venait à revendiquer de devenir actionnaire.

Telespace Participation, après la recomposition du capital de CLS, la prise de participation dans KINEIS et le maintien de sa participation dans Novespace, finalisera la création du véhicule d'investissements CosmiCapital pour investir dans des sociétés et startups du spatial.

5.8 LE SYSTEME D'INFORMATION

La prévalence du numérique s'est concrétisée par la création d'une nouvelle direction au sein du CNES. L'établissement s'est doté des compétences et moyens nécessaires pour relever le défi du traitement des données massives et l'émergence rapide de nouvelles technologies comme l'intelligence artificielle.

Au cours de la période 2015-2019 : pour accompagner la montée en puissance de l'usage de la donnée spatiale, le CNES a déployé des infrastructures de calcul et de stockage renforçant le lien avec les acteurs institutionnels, académiques et industriels. Par ailleurs, les techniques d'Intelligence Artificielle ont démontré leur potentiel sur les données spatiales du CNES.

Le Système d'Information (SI) est au cœur de l'entreprise car il est un élément central pour la communication et le partage de l'information. Aujourd'hui le Système d'Information du CNES s'est propagé dans toute la chaîne de valeur de l'entreprise entraînant des mutations profondes vers un « CNES numérique », s'ouvrant à ses partenaires, facilitant les prises de décision avec un écosystème informationnel associant réactivité, innovation et efficacité collective. La valeur ajoutée de ce « CNES numérique » est portée par la Direction du Numérique de l'exploitation et des Opérations (DNO). Créée en 2017, la DNO, en étroite coopération avec les métiers et en adéquation avec la stratégie du CNES, est en charge des projets d'opération, d'exploitation et d'application ainsi que du système d'information opérationnel et d'entreprise du CNES.

LES EQUIPEMENTS DU SI EN CHIFFRES

- ***35.000 équipements*** *dont 3.800 postes de travail et 4.200 stations de travail*
- ***2.200 serveurs*** *dont 50% virtualisés*
- ***1.500 équipements*** *réseaux*
- ***Plus de 100 km*** *de fibres optiques*
- ***95 studios*** *de visioconférence*
- ***500*** *systèmes d'imprimantes*
- ***25.000 points*** *d'accès informatique*

Volumétrie logiciels :

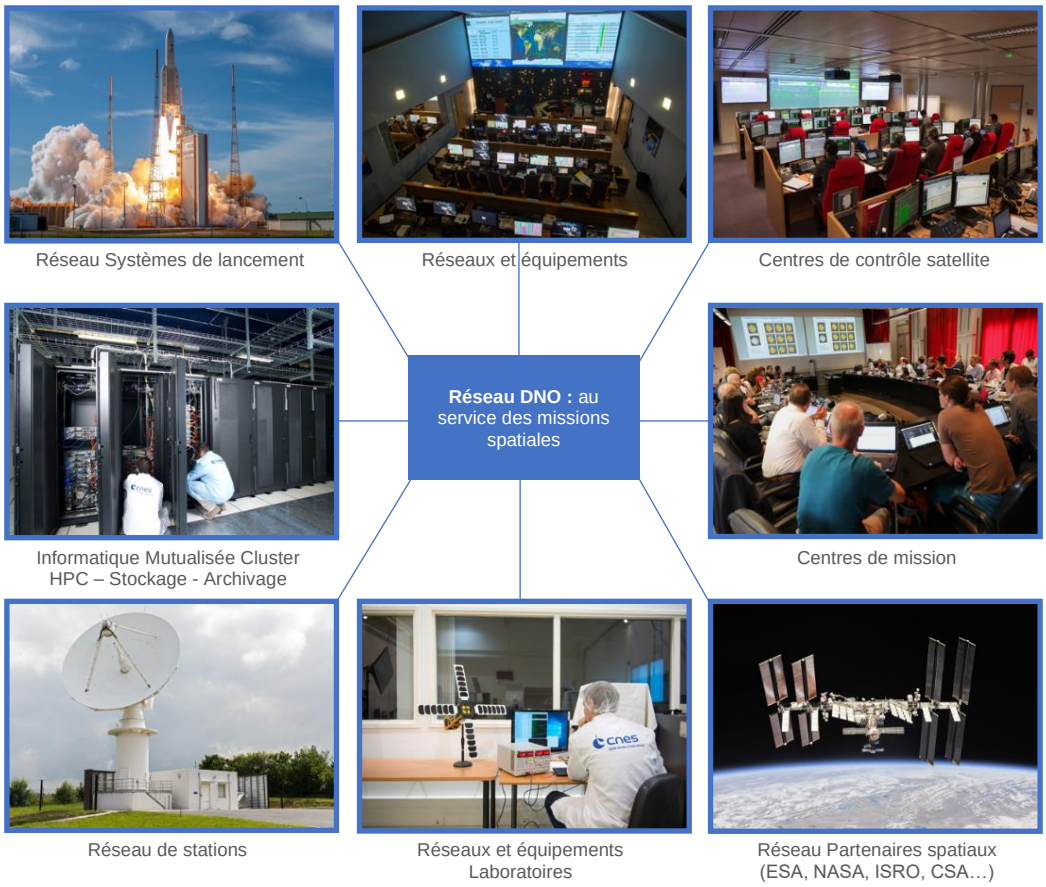
- ***200 applications*** *sur le poste de travail*
- ***170 applications majeures*** *dont une vingtaine dans le Cloud.*

Le schéma directeur du SI

La transformation vers le « CNES numérique » est cadrée par le Schéma Directeur Stratégique du Système d'Information (SDSI). Ce document, élaboré avec l'ensemble des Directions, a été approuvé par le COMEX. Il engage le CNES, dans le cadre de son PMT, sur des chantiers majeurs et indispensables sur les 5 ans à venir. Il s'agit donc d'un « instrument » à la fois de diagnostic, d'information et de formulation des objectifs sur la base de la stratégie du CNES et de l'analyse de l'existant. Le SDSI est également le référentiel de planification stratégique du Système d'Information, préparant l'avenir en fonction des opportunités tout en cadrant les investissements en tenant compte des contraintes existantes. Il crée les conditions du succès à moyen et à long terme pour permettre au Système d'Information d'améliorer le fonctionnement de l'entreprise et d'apporter de la valeur aux métiers du spatial avec une recherche permanente de réduction des coûts de fonctionnement.

Le Système d'Information a un rôle primordial dans la mise en œuvre de la stratégie du CNES : son profil de mission met l'accent sur la collaboration, la gestion des grands projets en coopération européenne et internationale et les infrastructures critiques de communication nécessaires entre autres au titre de son rôle d'Opérateur d'Importance Vitale (lanceurs, systèmes orbitaux). Au-delà de ces aspects, les missions spatiales en exploitation génèrent des données qui, par leur volumétrie et leur complexité intrinsèque, imposent des centres de données s'appuyant sur les dernières technologies en matière d'infrastructure et de moyens informatiques permettant de répondre aux aspects volume, accès, stockage, archivage et performance. À ce titre, le CNES est un acteur reconnu du « *Big Data* » à l'échelle spatiale mais aussi du calcul intensif au service de ses missions (simulations, retraitement de données). Ces données ayant par ailleurs généralement un caractère patrimonial, le CNES se doit de les conserver et de les préserver au titre d'un bien public. Pérennisées sur du très long terme, elles contribuent à la création de la valeur et sont demandées par les scientifiques qui mettent au point des chaines de traitement multi-capteurs sur des séries temporelles de données et effectuent des retraitements massifs gourmands en ressources informatiques.

Depuis 2017, un effort important autour des techniques de l'Intelligence Artificielle a été accompli. Le système d'information scientifique du CNES évolue pour soutenir ces technologies avec notamment l'introduction de clusters GPU au sein de la plateforme de Calcul Haute Performances (HPC). Des relations fortes ont été tissées avec les acteurs nationaux « 3IA » ainsi qu'avec les centres de calculs régionaux (CALMIP, CERFACS) et nationaux (CINES) sous couvert des initiatives InFranum. Le CNES s'est par ailleurs attaché à utiliser des technologies fondées sur l'ouverture et l'interopérabilité afin de permettre un raccordement aux futures infrastructures institutionnelles nationales et européennes.



6

UNE COMMUNICATION MODERNE ET ENGAGÉE

Sensibiliser, informer, faire rêver : la communication du CNES, moderne et innovante, se mobilise autour d'objectifs ambitieux.

Au cours de la période 2015-2019 : la communication du CNES a évolué vers une stratégie plus impactante en ciblant ses événements, en proposant de nouveaux supports et en travaillant sur la marque CNES.

Situé au carrefour de multiples enjeux scientifiques, technologiques, économiques et politiques, le CNES a vocation à entrer en relation avec de multiples parties prenantes, elles-mêmes complexes et en interaction : les élus et décideurs institutionnels en France et en Europe, la presse, le grand public, les jeunes et les acteurs de l'éducation, la communauté scientifique, les autres agences et organismes de recherche, la communauté technique et industrielle, les acteurs culturels et naturellement les salariés de l'entreprise.

Le CNES au Salon du Bourget 2019

La communication du CNES s'adresse à ces cibles stratégiques autour de 4 enjeux majeurs :

- **Justifier le soutien important et pérenne des pouvoirs publics au CNES** : démontrer l'intérêt stratégique du spatial, valoriser les résultats du CNES, la haute technicité, la compétence et l'innovation.
- **Entretenir l'engouement des Français pour le spatial** : continuer à faire rêver les nouvelles générations sur le thème de l'espace et de ses possibilités, tout en démontrant son utilité au quotidien, en particulier pour les politiques publiques mais aussi pour l'économie et la défense nationale.
- **Attirer les meilleurs en faisant connaître aux jeunes les enjeux du spatial** : susciter les vocations, maintenir l'excellence du CNES et de l'ensemble de la filière spatiale française, et promouvoir le savoir-faire technique de l'industrie française.
- **Renforcer le sentiment d'appartenance des salariés** pour favoriser la cohésion interne, le bien-être et l'efficacité au travail.

Sur la base des cibles et enjeux ci-dessus, la communication du CNES, résolument tournée vers l'avenir et qualitative, se déploie autour de grands axes d'actions.

La communication numérique, une ambition assumée

La révolution numérique a bouleversé la communication ces 10 dernières années. Les réseaux sociaux captent aujourd'hui massivement le grand public et touchent la plupart des cibles stratégiques pour le CNES (institutionnels, influenceurs, grand public, presse, entreprises…).

C'est pourquoi le CNES relève le défi de la communication digitale : avec plus de **108.000 fans sur Facebook, 111.000 abonnés sur Twitter** ou **83.000 sur Instagram**, le CNES est un acteur établi et reconnu sur le web social, en progression constante.

Il se positionne en précurseur avec des expérimentations originales pour un établissement public : à titre d'exemple, l'atterrissage de la mission Insight en 2018 a donné lieu à un direct sur YouTube animé par des influenceurs, évènement vu plus de 400.000 fois.

La communication numérique s'attache également à promouvoir les initiatives innovantes du CNES : de Space'ibles (observatoire dédié à la prospective spatiale), à Station F (incubateur de startups) en passant par ActInSpace (hackathon spatial devenu mondial en quelques années), les réseaux sociaux du CNES valorisent auprès des publics, notamment professionnels, le développement des applications spatiales au service des citoyens et des politiques publiques.

En 2019, le site cnes.fr compte **1,2 millions de visiteurs**. Il valorise notamment l'activité foisonnante du CNES en termes de productions de contenus numériques (vidéos, photos, animations, etc.) pour gagner la bataille de l'image.

Une politique de marque rénovée

Après avoir modernisé sa charte graphique, le CNES s'est forgé une politique de marque ayant pour objet d'affirmer son identité d'expert public sur les sujets spatiaux, en premier lieu vers le grand public.

L'objectif est d'assurer une cohérence de toutes ses productions, avec une police de caractère propriétaire, une signature sonore spécifique et facilement mémorisable, un traitement colorimétrique différenciant de ses supports visuels, ainsi que la mise en place d'une charte rédactionnelle et iconographique. Un gain global de qualité, conforme à l'esprit du CNES, a été à cette occasion appliqué sur tous les supports.

LES PUBLICATIONS : UN SUPPORT QUALITATIF, UNE DIFFUSION RAISONNEE

Le CNES a impulsé ces dernières années une nouvelle dynamique autour de ses publications, voulues plus qualitatives, et prioritairement destinées aux décideurs, dans une logique de diffusion raisonnée. Le magazine externe du CNES, CNESMAG, est ainsi tiré à 20.000 exemplaires. Il vise prioritairement à démontrer l'utilité des outils spatiaux au service des grands enjeux sociétaux et des politiques publiques. Chaque numéro est consacré à une thématique de premier plan : Santé, Télécommunications, Numérisation, Agriculture ou encore Océans.*

Dans le droit fil de ce saut qualitatif, des affiches rétrofuturistes représentant des projets emblématiques du CNES (Ariane, Insight, CFOSat, BepiColombo, etc.) ont été créées et rencontrent un grand succès. Elles sont régulièrement mises à disposition en téléchargement libre sur le site internet du CNES.

** CNESMAG : https://cnes.fr/fr/page-intermediaire/CNESMAG*

Une communication « projets » foisonnante

Dans les domaines de l'exploration, du climat ou des applications, les actions de communication autour des projets du CNES ont pour but de mettre en avant toute l'étendue des compétences de l'établissement, mais aussi de valoriser les résultats scientifiques et techniques obtenus grâce à la recherche spatiale française. La mission de **Thomas Pesquet** à bord de l'ISS, la mesure des premiers séismes martiens perçus par l'instrument SEIS en 2018 et 2019, ou encore la promotion d'ANGELS, premier nanosatellite industriel français lancé fin 2019, permettent de fédérer les communautés industrielles, techniques et scientifiques.

Conférence de Thomas Pesquet lors du Toulouse Space Show 2018
devant 800 enfants et enseignants émerveillés…

Donner envie d'espace aux jeunes générations : une ambition forte du CNES

L'activité Éducation Jeunesse est une composante historique de l'action du CNES et vise à stimuler l'intérêt des jeunes pour le spatial et contribuer à les attirer vers les carrières scientifiques.

Cette activité est structurée autour de 3 axes majeurs :

- **Sensibiliser le plus grand nombre de jeunes** grâce au site internet du CNES, à la production de supports en lien avec l'actualité spatiale, à des interventions et ateliers auprès des jeunes lors d'événements divers (Spatiobus, Espace dans ma Ville, Espace c'est classe, etc.)
- **Expérimenter en classe ou en club** en proposant des projets éducatifs spatiaux, qui déclinent les axes stratégiques du CNES (climat, lanceurs, etc.) et s'appuient sur l'actualité spatiale et les projets du CNES (en particulier, ces dernières années, la mission Proxima de Thomas Pesquet), tels que : Mission Explore, Argonimaux, CanSat, Exo-Iss, Argonautica, projet éducatif Venus, Météo des Écoles, etc.
- **Former les enseignants**, en concevant et organisant des formations adaptées, dont l'Université d'été Espace Éducation organisée tous les deux ans avec le soutien du corps enseignant.

Espace dans ma Ville organisé pour la 1ère fois en Guyane en 2018

Avec plus de **250.000 jeunes** (de 10 à 25 ans) et encadrants sensibilisés en 2019, l'activité Éducation Jeunesse du CNES est soutenue et donne d'excellents résultats, soulignés par les partenaires du CNES, en particulier le Ministère de l'Éducation Nationale.

De grands événements pour une proximité accrue avec les publics

En complément des actions, notamment de communication numérique, qui cherchent à toucher le maximum de personnes pour asseoir sa notoriété, le CNES s'attache à préserver un lien de proximité relationnelle, pour permettre un échange nourri et fructueux avec ses publics.

Le CNES entretient des événements ou partenariats récurrents, mais explore également régulièrement de nouveaux publics afin de démontrer que le spatial est partout et irrigue la société. Du **salon du Bourget (30.000 visiteurs en 2019)** aux cafés scientifiques en passant par le Salon International de l'Agriculture ou le festival spatial de Cordes sur Ciel, le CNES (avec ses partenaires, en particulier scientifiques) est résolument engagé dans un lien de proximité concret avec les citoyens.

LES COLLOQUES : CONTRIBUER AU RAYONNEMENT SCIENTIFIQUE DU CNES

Le CNES organise régulièrement, seul ou en partenariat avec d'autres organismes comme l'ESA ou EUMETSAT, des colloques, séminaires et ateliers.
En 2020, le CNES organisera 5 colloques portant sur des thématiques essentielles pour la communauté scientifique : océanographie, débris spatiaux, technologies et usages des petits satellites, météorologie et optique spatiale.

En 2021, le CNES organisera à Paris le congrès mondial de la Fédération Internationale d'Astronautique.

La communication interne accompagne les mutations de l'établissement

La communication interne est un enjeu important pour le CNES et son personnel puisqu'elle permet l'appropriation de la stratégie du CNES, la cohésion interne et le bien-être au travail, la coopération et l'efficacité. Les axes qui orientent les choix et priorités d'action sont les suivants :

- Le CNES, **entreprise innovante** et féconde engagée dans la résolution des grands problèmes du 21e siècle (donner une vision fédératrice du CNES),
- Le CNES, **entreprise en mouvement**, avec la réalisation d'une carte stratégique 2020-2025 déclinée en 20 chantiers opérationnels,
- Une **entreprise à l'écoute et communicante**, qui encourage l'échange et le développement des compétences (favoriser l'expression des salariés, développer les façons de travailler autrement et le mode collaboratif, accompagner les managers),
- Une entreprise qui tire sa fierté d'un **ancrage territorial et d'un maillage inter-centres forts** (donner de la visibilité aux métiers et à leur évolution, valoriser la contribution des centres et intégrer les nouveaux embauchés).

7

LES CONTROLES ET LA MAITRISE DES RISQUES

7.1 LE DISPOSITIF DE MAITRISE DES RISQUES

Le CNES, grâce à son expérience de développement et de mise en œuvre de systèmes complexes, a mis en place une organisation efficace pour la maîtrise des risques qui évolue et s'améliore en permanence.

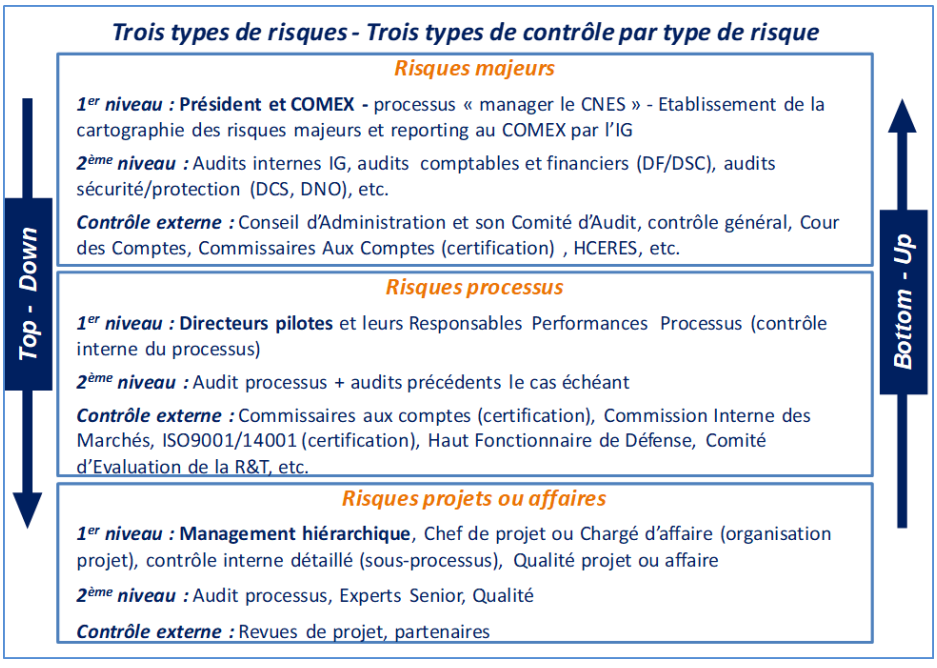
Au cours de la période 2015-2019 : la politique de maîtrise des risques a été actualisée en 2019.

Le spatial est un domaine où l'approximatif, l'erreur de conception ou de réalisation ne pardonnent pas. La sanction est immédiate : c'est l'échec de la mission. La qualité a donc fait partie très rapidement, non seulement des métiers du CNES, mais aussi de sa culture. Cette culture qualité, basée initialement sur le contrôle, a évolué vers la satisfaction du client, la maîtrise des risques techniques, puis projets (coûts, délais, performances). La stratégie de développement de la gouvernance interne s'appuie ainsi sur les trois piliers « Maîtrise des risques - Contrôle interne - Audit interne » dont la ligne managériale est la colonne vertébrale. Cette démarche a notamment permis de mettre explicitement au même niveau les différents référentiels métiers du CNES vis-à-vis des risques encourus.

Une politique de maîtrise des risques a été mise en place en mars 2011 et mise à jour en septembre 2019[24]. Sa mise en œuvre, déclinée dans le SMC, prend en compte les objectifs généraux suivants :

- Aider à atteindre les objectifs techniques, calendaires et financiers,
- Respecter les dispositions légales et réglementaires dans tous les domaines et en particulier en matière de sécurité, santé au travail, environnement,
- Aider à la maîtrise des contraintes externes prévues ou impondérables,
- Disposer d'une gouvernance s'inspirant des meilleures pratiques.

Pour l'ensemble de ses activités, le CNES répartit les risques suivant trois niveaux pour permettre un maillage de la nature et de l'importance des risques et en faciliter les identifications et la gestion. Des contrôles internes et externes spécifiques sont mis en place sur chaque type de risque.



[24] Document CNES- SMC-P01-803

Les risques majeurs sont de nature à remettre en cause la crédibilité voire l'existence de l'établissement. Le Président et le COMEX en définissent une cartographie mise à jour régulièrement et en assurent le contrôle interne (dit de premier niveau). Cette cartographie a été mise à jour en juin 2019[25]. Un contrôle externe est assuré par le Conseil d'Administration et son Comité d'Audit et, le cas échéant pour les aspects financiers et stratégiques, un contrôle externe peut aussi être assuré par les Commissaires aux comptes et la Cour des comptes. Au titre des risques majeurs, un dispositif transverse vise par ailleurs à prévenir tout risque de manquement à la probité dans les diverses activités et missions du CNES (Cf. chapitre 7.2).

Les risques liés aux processus du Système de Management du CNES sont sous la maîtrise de chaque Directeur « pilote du processus ». Leur actualisation est réalisée annuellement lors des Comités directeur de processus.

Les risques projets ou affaires représentent des risques liés à l'exécution ceux-ci selon les bonnes pratiques (tous domaines d'activité). Le chef de projet ou le chargé d'affaire en assure l'identification en tenant compte des retours d'expérience disponibles. Ils mettent en place, si nécessaire, des actions en réduction de risque en suivant les modalités définies dans le plan de management du projet ou de l'affaire concernée.

7.2 LA CONFORMITE ET L'ETHIQUE D'ENTREPRISE

En application de la loi « Sapin 2 », le CNES a mis en place une organisation « conformité éthique » basée sur des orientations (politique), des responsabilités (référent) et un accompagnement des directions (mesures de prévention des risques).

Au cours de la période 2015-2019 : le CNES a mis en place un dispositif et un référent pour s'assurer de la conformité et de l'éthique d'entreprise.

En application de la loi « Sapin 2 », l'Inspection Générale a mis en place au CNES une politique d'intégrité et d'éthique pilotée par un référent dédié. Ce dispositif repose sur les meilleurs standards à l'échelle nationale et internationale.

Ce dispositif a vocation à détecter les risques de manquement à la probité dans toute activité du CNES. Une cartographie dédiée a été dressée en concertation avec les directions. Elle recense plusieurs situations concrètes : les cadeaux et invitations, les subventions, les engagements et exécutions contractuelles rémunérées, les partenariats avec les entreprises du secteur concurrentiel, la mobilité des personnes exposées, les expertises tierces, la gouvernance des filiales et participations, les inventions et les essaimages par des salariés, les missions de contrôle du CNES au titre de la LOS, la coopération internationale, les détachements de personnels, les relations avec les organisations intergouvernementales à privilèges et immunités (ESA, UE…), les relations avec les décideurs publics… Ces situations sont analysées selon 5 types de manquement redoutés : les délits de corruption des lois Sapin I et II, les infractions connexes du droit pénal des affaires et les conflits d'intérêts auxquels s'ajoutent, compte tenu de la mission du CNES, les entorses à l'intégrité scientifique ou à la déontologie de l'expert technique et les atteintes à l'éthique de recherche spatiale. Sur cette base, un code de conduite des collaborateurs du CNES et une revue des autres processus de management permet de définir ou de réajuster les comportements à encourager et ceux à proscrire.

Conformément à la loi, une procédure de traitement des alertes[26] permet de traiter les risques qui n'auraient pu être appréhendés par le circuit traditionnel, tout en préservant la protection des collaborateurs à l'origine des alertes. Au premier niveau, chaque direction assure au quotidien le respect et l'actualisation du dispositif préventif, pour ce qui concerne ses personnels et activités, en s'appuyant sur son propre correspondant ou référent.

Les personnes les plus exposées aux risques sont identifiées de façon systématique. Il s'agit de celles qui, de par leur rang, leur expertise ou leur fonction, influent significativement sur des décisions engageantes pour le CNES. Ces personnes suivent une formation appropriée et doivent souscrire une déclaration d'intérêts qui permet d'identifier les risques de conflits afin d'y remédier de façon proportionnée par des mesures d'abstention ou de déport.

[25] IG-2019.0013100

[26] CNES-SMC-P01-983

Certaines mesures ciblées sont pilotées au niveau des directions : l'évaluation des tiers contractants par la DAJ, l'adéquation des procédures de contrôles comptables et budgétaires avec la DF et la DSC et l'intégrité scientifique avec la DIA.

L'ensemble du dispositif fait l'objet d'une sensibilisation interne permanente et d'un système rigoureux de contrôle, d'évaluation et d'audit afin de l'améliorer en permanence et de permettre, le cas échéant, d'en sanctionner tout écart. Il est étendu à l'intégrité scientifique et à l'éthique d'entreprise. A cet effet, un groupe de travail a pour mission de proposer en 2020 une charte d'éthique et de déontologie avec une gouvernance dédiée. Les contours d'une mission d'intégrité scientifique pour le CNES sont également à l'étude.

7.3 LE CONTROLE INTERNE AU CNES

Les Commissaires aux comptes considèrent que le dispositif de contrôle interne comptable et financier est solide et jugent les résultats très satisfaisants. Par ailleurs, l'effort consenti sur le contrôle interne comptable et financier permet d'améliorer en continu les pratiques de gestion du CNES et de sensibiliser les acteurs.

Au cours de la période 2015-2019 : l'application du décret GBCP doit s'accompagner de la mise en œuvre d'un contrôle interne budgétaire dont le périmètre et les modalités sont en cours d'étude.

Le contrôle interne se définit par l'ensemble des dispositions et dispositifs visant à maîtriser le fonctionnement des activités. Il est mis en œuvre par les responsables internes de tous niveaux. Il est mis en œuvre essentiellement par rapport aux objectifs et aux risques des activités du processus. Il s'agit d'un système basé sur une appréciation qualitative de la maîtrise de chaque risque, construit dans un premier temps sur les risques majeurs et les risques d'entreprise et qui utilise au maximum les instruments de contrôle et de *reporting* existant dans le SMC. La surveillance du dispositif s'effectue par des contrôles permanents de terrain, avec une appréciation par chaque structure de la pertinence des résultats reportés et par un suivi régulier par chaque structure des recommandations d'audits internes.

Le contrôle de deuxième niveau (notion de « contrôle du contrôle interne ») permet de donner, au Président du CNES et au COMEX, une assurance sur le fonctionnement du dispositif et de veiller à son amélioration. Dans un souci d'objectivité, ce second niveau est mis en œuvre par des entités indépendantes de l'organisation opérationnelle, soit au sein du CNES, soit en externe.

La mission de l'audit interne est d'obtenir, d'analyser et de transmettre au management une information indépendante sur la maîtrise des activités et des risques ainsi que sur le contrôle interne, sous forme de recommandations, dont il assure le suivi. Son fonctionnement, inscrit dans le cadre de la charte de l'audit interne du CNES, consiste à **proposer au COMEX un plan annuel des audits internes**, élaboré sur la base de la cartographie des risques majeurs du CNES, conduire de façon impartiale les audits décidés et formaliser les recommandations dans les rapports d'audit.

LE CONTROLE INTERNE EN QUELQUES CHIFFRES

***4 à 5 audits internes** et bilans sont ainsi réalisés en moyenne chaque année par une équipe indépendante, objective et professionnelle de **5 auditeurs internes** intégrée dans l'Inspection générale.*

La fonction audit interne de l'Inspection Générale est par ailleurs destinataire des synthèses relatives au contrôle interne comptable et financier de la Direction Financière et de la Direction des Services Comptables ainsi que des synthèses des audits de sécurité de la Direction Centrale de la Sûreté. Créée mi-2018, l'Inspection Générale est une entité rattachée au Président du CNES.

Le bilan maîtrise des risques, contrôle interne et audit interne. Chaque année, un rapport spécifique à destination des instances de direction et de gouvernance (COMEX, CA, comité d'audit du CA) fait le bilan des faits marquants et des améliorations selon les trois composantes « Maîtrise des risques - Contrôle interne - Audit interne » du modèle. Sur la base des risques d'actualités validés en COMEX, un plan d'audit est élaboré pour l'année en cours et soumis au Conseil d'Administration.

En 2019, comme les années précédentes, la description de l'ensemble des activités et améliorations réalisées est révélatrice d'une bonne dynamique autour du modèle « Maîtrise des risques - Contrôle interne - Audit interne » et de leurs interactions. Cependant, cette activité nécessite d'être continuellement animée et ses principes sans cesse rappelés, notamment auprès des chaînes de management. Ceci a pu être confirmé lors d'activités de *benchmark* riches en échanges avec des groupes industriels ou des organismes comme le CEA, ou encore dans le cadre de l'IFACI (Institut Français de l'Audit et du Contrôle Internes) qui permet d'avoir une large visibilité sur d'autres secteurs économiques.

Tout cela constitue donc un fort encouragement à poursuivre en 2020 la stratégie engagée, en y consacrant une ressource modeste, afin de disposer d'une gouvernance interne s'inspirant des meilleures pratiques préconisées par les tutelles et appliquées dans le monde des entreprises, quel que soit leur statut. En outre, afin de répondre au mieux aux besoins de management des directions, une auto-évaluation de la fonction d'audit est prévue en 2020 pour sonder les attentes vis-à-vis de la fonction audit interne et améliorer la prise en compte des recommandations par les directions.

Le dispositif de contrôle interne comptable et financier, en vigueur au sein de l'établissement depuis 2007, a été mis en place dans le cadre de la certification des comptes de l'établissement et répond à une volonté d'amélioration continue des processus de gestion. Son objectif premier étant de prévenir le risque d'anomalies significatives dans les comptes du CNES, le contrôle interne comptable et financier a été mis en place suivant deux axes :

- **Le contrôle par cycle** couvre les processus achats, recettes, immobilisations, paie et affectation des heures, gestion des habilitations dans le système d'information, sécurité des opérations financières, filiales et participations. Il a pour but d'effectuer des contrôles sur des cycles d'opérations en prenant en compte, étape par étape, les risques (le niveau de criticité, les contrôles existants, les tests réalisés et les résultats obtenus). Depuis 2008, une organisation spécifique est mise en place, intégrant le retour d'expérience acquis durant les travaux précédents et les points identifiés par les Commissaires aux comptes nécessitant une attention particulière. À l'issue du processus de contrôle, des recommandations et plans d'actions sont mis en œuvre afin de mieux maîtriser les risques dans le futur. Ces travaux de contrôle interne sont analysés annuellement par les Commissaires aux comptes et participent à la formation de leur opinion. Depuis 2007, le niveau de confiance relatif aux cycles examinés est considéré comme élevé par les commissaires aux comptes.
- **Le dossier de révision** constitué de tous les documents comptables ou financiers nécessaires à la justification des comptes de l'établissement est remis aux commissaires aux comptes lors de leur audit.

La Commission Interne des Marchés (CIM), composée de huit membres dont trois membres extérieurs au CNES nommés par le CA, est chargée d'émettre un avis sur les projets de contrats, d'un montant égal ou supérieur à 6 M€ hors taxe, avec un droit d'évocation pour les contrats d'un montant supérieur ou égal à 4 M€ hors taxe. Le Président de la CIM établit un rapport annuel d'activité, examiné par le comité d'audit qui rend chaque année un avis au CA.

7.4 LA COUR DES COMPTES

La Cour des comptes a souligné la maturité et la robustesse du dispositif de gestion de CNES.

Au cours de la période 2015-2019 : la Cour des comptes a conduit trois contrôles thématiques : les programmes EGNOS et Galileo, le Centre Spatial de Toulouse, la Composante Spatiale Optique (CSO) du programme militaire MUSIS.

Plus récemment, la Cour des comptes a procédé au contrôle de la gestion du CNES pour les exercices 2012 à 2017, au contrôle de la gestion du Centre Spatial Guyanais (CSG) ainsi qu'à l'examen juridictionnel des comptes pour la même période. Dans son relevé d'observations définitives, la Cour des comptes a souligné la maturité et la robustesse des dispositifs de gestion du CNES.

Cour des comptes

Les principales observations et recommandations de la Cour des comptes ont été les suivantes :

- Défendre, à l'occasion de la réunion ministérielle de 2019 de l'Agence Spatiale Européenne, **un plan global de modernisation du CSG**, rechercher une plus grande participation financière des partenaires européens et redéfinir le périmètre des coûts fixes du fonctionnement de la base spatiale pris en charge par la France.

- Si de nouveaux fonds publics devaient être engagés en soutien à la filière des lanceurs, donner **la priorité à l'innovation technologique** plutôt qu'au soutien à l'exploitation et chercher à impliquer davantage les partenaires européens et l'Union Européenne elle-même.
- Mettre en place des modalités de **pilotage plus fin de la masse salariale** en s'appuyant sur les outils de pilotage existants et en adaptant si nécessaire les processus de gestion des ressources humaines.

7.5 LES EVALUATIONS

Le CNES met en œuvre un dispositif d'écoute et d'évaluation de maîtrise des risques au service d'une gouvernance efficace.

Le CNES s'impose de maîtriser les risques inhérents à ses activités et ressources de la manière la plus efficiente possible. Pour cela, il s'appuie sur des dispositifs de contrôle et d'évaluations externes :

INSTANCES	OBJET DE L'ACTIVITÉ
ANSSI (Agence Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information)	Contrôle de la sécurité du système d'information du CNES.
CA : Conseil d'Administration et comité d'audit du CA	Validation des décisions stratégiques et programmatiques.
CERT (Comité d'Évaluation de la R&T)	Évaluation de la R&T des systèmes de lancement et des systèmes orbitaux. Ces deux comités sont composés de représentants du monde de la recherche, d'industriels maîtres d'œuvre, d'acteurs institutionnels DGA, ONERA, de PME et d'un représentant de l'ESA (pour les systèmes orbitaux).
CIASSP (Commission Interministérielle d'Audit Salarial du Secteur Public)	Examen régulier de la politique du CNES en matière de ressources humaines, de l'évolution des dépenses de personnel et des mesures qui en découlent. La CIASSP rend compte au CNES et à ses tutelles.
CIM (Commission Interne des Marchés)	Examen des contrats au-delà de 6M€ et rapporte annuellement au comité d'audit du CA.
Commissaires aux comptes	Contrôle réglementaire et obligatoire de l'établissement ou d'une activité.
Comité de pilotage de l'équipe défense	Conseille le CNES dans le pilotage des activités au profit de la défense et permet une écoute des partenaires du MINARM (Cf. chapitre 3.6).
Cour des comptes	Contrôle régulier du CNES (Cf. chapitre 7.4).
CPS assisté du CERES et du TOSCA, des groupes thématiques scientifiques	Conseille le CNES dans le pilotage des programmes scientifiques et permet une écoute de la communauté scientifique (Cf. chapitre 3.5).
Comité évaluations phases 0	Évaluation des propositions de phase 0 (groupes de pairs représentant les domaines concernés).
Comités directeur et groupes de revue de projet	Analyse de l'avancement des projets en phase de développement et en exploitation (comités de pairs nommés pour leur compétence parmi les partenaires du projet mais en dehors des équipes du projet).
Contrôle général et financier	Contrôle général économique et financier exercé par l'État, dans les conditions applicables aux EPIC et dont les prérogatives sont très étendues. Un contrôleur d'État, fonctionnaire du Ministère du budget, est présent au CNES pour assurer cette mission de contrôle et de conseil. Il siège au Conseil d'Administration du CNES.
DGA et **UE** (Union Européenne)	Audits financiers.
DGAC (Direction Générale de l'Aviation Civile via auditeur externe habilité par cette entité)	Audit du CNES pour l'agrément et le maintien de la qualité de « chargeur connu » (sûreté du transport du fret aérien), pour le CST et pour le CSG.
DREAL ou DEAL (Direction Régionale - de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement)	Audit de la conformité réglementaire environnement (ICPE) et du Système de Gestion de la Sécurité (SGS) pour les installations classées SEVESO (CSG).
HCERES (Haut Comité d'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement)	Évaluation des établissements publics. Dans le cas du CNES, il précède la préparation du prochain Contrat d'Objectifs et de Performance.
ISO (International Organization for Standardization)	Évaluation de la conformité du CNES aux normes 9001 et 14001 pour certifier ou renouveler la certification.
OPECST (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques)	Questionnement très régulier sur des problèmes (politiques, stratégiques, économiques…).

7.6 LA SECURITE DES PERSONNES ET DES INSTALLATIONS

Face aux aléas du monde du travail et aux incertitudes technologiques, le CNES a choisi de protéger ses personnels et ses installations au plus près du besoin de sécurité, sous la responsabilité de ses établissements.

Au cours de la période 2015-2019 : l'organisation de la sécurité du CNES s'est affinée dans le but de mettre en cohérence les moyens et les responsabilités de chaque établissement tout en gardant, au niveau central, les composantes qui le permettent afin d'améliorer l'efficience d'ensemble.

La Sécurité désigne l'ensemble des moyens humains, organisationnels et techniques réunis pour faire face aux risques techniques, physiques, chimiques et environnementaux pouvant nuire aux personnes et aux biens sans avoir un but de profit. Elle répond à de nombreuses règles établies, telles que la santé sécurité au travail ou la sécurité incendie.

La sécurité au cœur des préoccupations du CNES

La sécurité et la santé au travail : comme toute activité professionnelle, les activités du CNES peuvent présenter des risques pour la santé et la sécurité de ses personnels (que ces activités soient conduites au sein de ses établissements ou dans le cadre de missions menées par ces personnels à l'extérieur). Un dispositif de prévention est en place dans chacun des centres du CNES, adapté aux risques locaux et placé sous la responsabilité du chef d'établissement. Un réseau métier inter-centres permet la coordination d'ensemble, le partage d'expérience et la cohésion des actions mises en œuvre. Enfin, une politique centrale en matière de Qualité de Vie au Travail des salariés est portée par la DRH.

La sécurité Incendie : alors qu'elle faisait depuis 2012 l'objet d'une politique générale et de recommandations transverses, la sécurité incendie est, depuis fin 2019, entièrement déléguée aux établissements, dotés de la compétence et des ressources requises pour assumer la responsabilité de la conformité réglementaire dans des contextes très différents. Au niveau central, le marché d'assurances global du CNES offre une capacité d'ingénierie et d'audit technique en matière de prévention incendie à laquelle les établissements peuvent faire appel.

Le cas particulier des installations « Seveso » : certaines installations du CSG et du CST sont soumises à la législation spécifique nationale ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement) ou européenne SEVESO II (à Kourou, en raison de la nature et de la quantité de matières dangereuses utilisées pour la propulsion des lanceurs et des satellites). Des études de danger et d'impact sur l'environnement sont réalisées avant toute exploitation d'une installation classée. Le CNES va au-delà de cette réglementation grâce à sa politique résolument tournée vers l'environnement et la préservation de la biodiversité (Cf. chapitres 3.8 et 4.10).

7.7 LA SURETE DES MISSIONS ET DU PATRIMOINE

Dans un contexte sécuritaire sans cesse plus prégnant, le CNES conduit une politique globale de sûreté et met en place un dispositif coordonné avec les services de l'État qui assure, dans le respect des textes réglementaires, les garanties optimales pour les missions et projets qui lui sont confiés ainsi que pour son personnel et pour son patrimoine matériel et immatériel.

Au cours de la période 2015-2019 : le CNES a mis en place une direction et une politique dédiées à la sûreté. La politique de Protection du Patrimoine Scientifique et Technique (PPST) est déployée et l'ensemble du processus a été revisité.

La sûreté concerne l'ensemble des moyens humains, organisationnels et techniques réunis pour faire face aux actes spontanés ou réfléchis ayant pour objectif de nuire ou de porter atteinte, ou dans un but de profit psychique ou/et financier.

La politique de sûreté du CNES

Afin de répondre aux enjeux qu'il porte concernant l'accès de l'Europe à l'espace, la souveraineté française dans l'espace ainsi que le développement durable des activités dans l'espace, le CNES met en œuvre une politique de sûreté qui poursuit les objectifs suivants :

- **Protéger le savoir-faire et les salariés du CNES** : le patrimoine matériel et immatériel du CNES est le produit de travaux de recherche de pointe, de développements innovants, de secrets de fabrication, de données scientifiques et technologiques, issus du savoir-faire de ses salariés. Il comprend aussi des données personnelles sur ces salariés, qui peuvent constituer des sources de vulnérabilité pour eux-mêmes et pour le CNES. Ce patrimoine doit être protégé contre toute tentative de vol, de pillage ou d'altération.
- **Assurer la disponibilité et l'intégrité des moyens opérationnels** : la continuité des activités opérationnelles du CNES, requise notamment par son statut d'Opérateur d'Importance Vitale (OIV), exige de garantir la disponibilité et l'intégrité des moyens matériels, des informations et des systèmes d'information utilisés pour les lancements, les mises à poste de véhicules spatiaux et les opérations en orbite.
- **Être reconnu comme un partenaire de confiance** : le CNES intervient dans le cadre de projets en partenariat avec des organismes tiers, européens ou internationaux, la DGA, des industriels ou des laboratoires scientifiques. Il doit leur garantir le respect des besoins de sécurité des matériels et informations, potentiellement sensibles, échangés avec eux ou qui lui sont confiés. Le CNES doit également veiller à préserver son image en s'assurant de la qualité et de l'intégrité des informations qu'il diffuse à l'extérieur.
- **Placer le CNES en conformité avec ses obligations légales et réglementaires**. Le CNES doit se conformer à un corpus de textes administratifs et règlementaires dans le domaine de la sûreté, concernant notamment :
  - Le statut d'OIV précité, la Protection du Patrimoine Scientifique et Technique (PPST), la protection du secret de la Défense Nationale (PSDN),
  - La menace terroriste (Vigipirate) ou l'agression informatique de grande ampleur (plan Piranet),
  - La sécurité de l'information (Règlement Européen sur la Protection des Données, protection des droits d'auteurs, économie numérique, fraudes informatiques, télécommunications, etc.).

La gouvernance de la sûreté

La définition et la mise en œuvre de la politique de sûreté sont assurées par la Direction Centrale de la Sûreté (DCS) du CNES avec le concours des entités responsables de la sûreté dans les établissements, afin d'en assurer à la fois la cohérence d'ensemble et la nécessaire adaptabilité face aux évolutions du contexte sécuritaire. La DCS en prescrit, supervise et contrôle la déclinaison dans l'ensemble de ses composantes : protection du patrimoine scientifique et technique, protection du secret de la Défense Nationale, protection des points d'importance vitale, exportation des technologies sensibles, contre-ingérence, intelligence économique, cybersécurité et radicalisation.

LE ROLE DE LA DCS

La DCS constitue l'interface du CNES avec les autorités nationales et internationales en matière de sûreté ainsi qu'avec les services spécialisés nationaux du Ministère de l'Intérieur, du Ministère des Armées et du Premier Ministre, avec lesquels elle évalue l'évolution des risques pesant sur l'activité spatiale en termes de sécurité et de Défense.

La DCS concentre l'essentiel des attributions de plus haut niveau au sein du CNES, au titre des chaînes fonctionnelles de sécurité prescrites par la loi entre le CNES et ses tutelles.

Chaque établissement dispose de sa propre structure de sûreté-protection afin d'assurer la permanence opérationnelle de la fonction sûreté et de traiter tout événement local.

En matière de cybersécurité, la DNO intègre une structure opérationnelle « Sécurité de l'Information » qui décline la politique SSI et est responsable de l'ensemble des activités SSI pour elle-même, la DSO et les directions fonctionnelles, ainsi que de l'expertise pour la DLA et le CSG.

7.8 LA RESILIENCE ET LA GESTION DE CRISE

Afin de garantir la poursuite de l'ensemble de ses missions face à tous types d'événements, le CNES s'est doté d'un dispositif de continuité/reprise d'activité et de gestion de crise incrémental et coordonné, qu'il entretient au moyen d'exercices réguliers.

Au cours de la période 2015-2019 : la politique de résilience a été intégrée, pour plus d'efficacité, dans la politique de sûreté.

La réglementation applicable aux OIV traduit l'importance attachée par les autorités à la prise en compte de la problématique de résilience dans la conduite des activités opérationnelles au sein d'organismes tels que le CNES. D'autres fonctions (paie, paiement des fournisseurs…) requièrent à l'évidence un traitement résilient. Ainsi, toute activité ou structure du CNES est comprise dans le périmètre de sa résilience.

La DCS est responsable du pilotage global de la politique de résilience et de sa mise en application dans les directions, avec une vision transverse. De même, elle coordonne la gestion de crise au CNES, notamment en organisant régulièrement des exercices de crise impliquant le COMEX.

Chaque établissement est chargé de la déclinaison de la politique de résilience pour ses activités, (traduite dans un « Plan de Continuité et de Reprise d'Activité (PCA/PRA) établissement ») et mène des exercices de crise réguliers, dont les plans, comptes-rendus et retours d'expérience sont communiqués à la DCS.

La DNO décline la politique de résilience dans le périmètre du Système d'Information en rédigeant un PCA/PRA pour les domaines « Fonctionnement de l'entreprise » et « Composants mutualisés du SI ». Ce PCA-PRA prend en compte les besoins identifiés par les directions et par les établissements. Les exercices de crise au niveau du SI sont menés, en fonction de l'impact, au niveau de la DNO ou du COMEX.

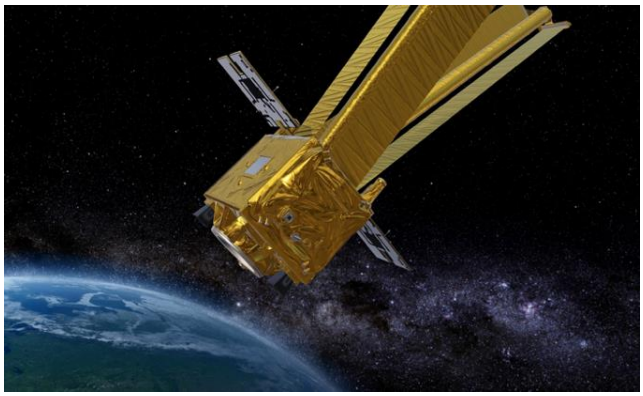
L'ensemble des plans ainsi que le bilan des actions engagées sont désormais revus annuellement, en fonction des évolutions du périmètre d'activités et des risques identifiés.

7.9 LA PRISE EN COMPTE DE LA LOI RELATIVE AUX OPERATIONS SPATIALES

La Loi relative aux Opérations Spatiales (LOS) définit les exigences à respecter par les opérateurs spatiaux en matière de sécurité des personnes, des biens, de l'environnement et de la santé publique. Le CNES assure le contrôle de la conformité des systèmes et des procédures mises en œuvre par les opérateurs lors de leurs opérations spatiales pour le compte du MESRI.

Au cours de la période 2015-2019 : l'arrivée du *NewSpace* a entrainé une forte augmentation du nombre de dossiers évalués par le bureau LOS du CNES.

À l'initiative du MESRI, la Loi relative aux Opérations Spatiales (LOS) a été adoptée le 3 juin 2008[27]. Elle traduit les engagements internationaux pris par la France dans le cadre des traités de l'ONU (1967 et suivants) et définit les exigences à respecter par les opérateurs spatiaux en matière de sécurité des personnes, des biens, de l'environnement et de la santé publique. Elle instaure un régime d'autorisation et de contrôle des opérations spatiales conduites par les opérateurs spatiaux français, en particulier les opérateurs privés. Ce régime d'autorisation couvre aussi bien les opérations de lancement que les opérations de maîtrise en orbite et de retour d'objets spatiaux.



Satellite Microscope et son dispositif de freinage IDEAS déployé lors de sa désorbitation, lui permettant de se consumer dans l'atmosphère dans un délai conforme à la LOS (25 ans à la place de 73 ans)

[27] Décret relatif aux autorisations délivrées en application de la LOS : https://beta.legifrance.gouv.fr/loda/texte_lc/JORFTEXT000020719487/

Le CNES a assisté l'État dans la définition de la réglementation technique et exerce, depuis le 10 décembre 2010, le contrôle de la conformité des systèmes et des procédures mis en œuvre par les opérateurs. La réglementation technique de la loi est actuellement appliquée avec des mesures transitoires et ce jusqu'en décembre 2020. Pour les satellites lancés à partir de 2021, la pleine application de la réglementation conduira à des projets respectant encore mieux les règles de sécurité.

Les opérations spatiales menées par le CNES, dans le cadre de sa mission publique, ne sont pas soumises aux dispositions des titres II (Autorisation des opérations spatiales) et IV (Responsabilités) de la LOS et sont donc dispensées de toute autorisation préalable. Une démarche de conformité à la réglementation technique est cependant mise en œuvre.

Depuis l'entrée en vigueur de la LOS, une autorisation « interne » du Président du CNES est donnée sur la base d'un contrôle de conformité à la réglementation technique, effectué par le Bureau LOS du CNES. Le CNES est par ailleurs soumis, en cas d'accident, à un régime de responsabilité de droit commun.

Le CNES assure, par son organisation, l'indépendance du contrôle de conformité à la Réglementation Technique par rapport à ses fonctions de Projet et de Centre Technique.

Enfin, deux accords spécifiques ont été signés entre le CNES et l'ESA (ce dernier n'étant pas un opérateur au sens de la loi) afin que les opérations de lancement ou de maîtrise en orbite réalisées par l'ESA le soient dans les mêmes conditions de sécurité des personnes et de protection de l'environnement que celles demandées par la LOS.

70 satellites opérationnels sont actuellement suivis au titre de la LOS et une quinzaine de demandes d'autorisation nouvelles sont attendues en 2020, le nombre croissant de projets de nanosatellites entrainant une hausse constante du nombre de demandes d'autorisation. Une évolution de la réglementation est envisagée pour prendre en compte l'évolution du contexte international avec notamment l'apparition de constellations de grande taille et l'augmentation des opérations de service en orbite.

Décollage du lanceur Ariane 5 ECA, vol 249, le 6 août 2019 au CSG.
En 2019, la filière Ariane a fêté ses 40 ans et effectué son 250e vol.

8

LES RESULTATS DE LA PERIODE 2015-2019

L'objectif de ce chapitre est d'illustrer quelques résultats significatifs de la période 2015-2019 (période écoulée depuis la dernière évaluation par le HCERES). Il abordera les cinq domaines d'activité du CNES (Ariane, Science, Observation, Télécommunication et Défense), le soutien à l'activité industrielle et aux politiques publiques et proposera une synthèse de l'exécution du COP. De plus amples informations sur les projets engagés sont disponibles en consultant la Bibliothèque des Projets du CNES[28].

8.1 ARIANE

Au cours des 5 dernières années, les travaux, avant-projets et initiatives conduits par le CNES ont permis d'aborder le renouvellement du concept Ariane dans un cadre européen (ESA). Le nouveau lanceur Ariane 6 sera mieux adapté au lancement des satellites gouvernementaux et commerciaux grâce à sa capacité d'emport modulaire et optimisée, à la possibilité de rallumer son étage supérieur et à la maîtrise de ses coûts d'exploitation. Il est à noter que ses propulseurs à propergol solide sont communs avec le premier étage du lanceur européen Vega C dont le lancement inaugural est prévu très prochainement.

Pour le programme Ariane 6, le CNES a été chargé, dans le cadre d'un contrat avec l'ESA, du développement de l'ELA4 (ensemble de lancement d'Ariane 6) et de la réalisation des « Essais combinés Sol-Bord » de l'étage inférieur sur le site de lancement ELA4. Le CNES apporte également à l'ESA son assistance et son support technique dans la fonction AMOA (Assistance à Maîtrise d'OuvrAge) du programme Ariane 6.

Vue aérienne du chantier ELA4 en construction au CSG en août 2019

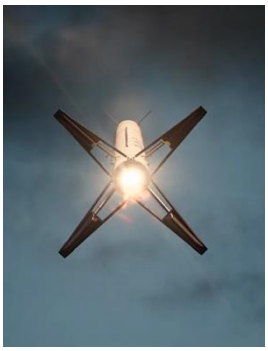
Ariane 6 permettra à l'Europe de maintenir son accès indépendant à l'espace. Compte tenu de la baisse drastique des prix du service de lancement avérée aux États-Unis, la préparation d'un système de lancement partiellement réutilisable laissant une large part à l'innovation est indispensable pour assurer la soutenabilité de l'accès autonome à l'espace de l'Europe, pour ses charges utiles les plus grosses comme les plus petites, pour les sciences, l'observation, les télécommunications ou la défense.

Dans l'optique de **maîtriser les techniques de réutilisation des étages lanceurs**, le CNES a pris l'initiative de développer **des démonstrateurs innovants** dans un cadre national (FROG), européen avec l'ESA (Prometheus, Themis) ou en coopération multilatérale (Callisto avec JAXA et DLR).

FROG (2019)

Prometheus (2020-2021)

Callisto (2022)



Themis (2025)

[28] Bibliothèque des Projets du CNES : https://cnes.fr/fr/fiches_mission_alpha

Afin d'accélérer l'innovation, le CNES et ArianeGroup ont mis en place une structure commune, ArianeWorks, pour conduire avec l'ESA le projet Themis. Engagée en 2019, l'initiative ArianeWorks a pour objectif d'accélérer les développements technologiques futurs et d'explorer de nouveaux modes de fonctionnement en combinant les compétences véhicule et segment sol dans une même unité et en suscitant des démonstrations hors des circuits industriels historiques. ArianeWorks contribue à questionner le modèle de gouvernance Ariane et à tester concrètement l'efficacité de nouveaux scénarii.

Ces ruptures technologiques et d'organisations industrielles sont intrinsèquement déstabilisantes pour l'industrie européenne jusqu'ici soutenue par les États-membres de l'ESA. Pour susciter l'adhésion de l'industrie, des États-membres et de l'ESA, le CNES conduit ses avant-projets en collaboration étroite avec ArianeGroup. Cette initiative se traduit par l'élaboration de notes communes sur la préparation de l'avenir et d'une **Feuille de route « Réutilisation lanceurs »** partagée. Il est important de signaler qu'une collaboration très étroite avec les Ministères tout au long de l'année 2019 aura permis de défendre les intérêts nationaux au cours de la conférence ministérielle de Séville.

8.2 SCIENCES

Le domaine « Sciences » rassemble les sciences de l'Univers (astronomie et astrophysique, Soleil - héliosphère - magnétosphère, planétologie, exobiologie et exoplanètes, physique fondamentale) et les sciences de la vie et de la matière en micropesanteur. Les grandes questions scientifiques concernent la quête des origines (origine de l'Univers, du système solaire, du système Terre et de la vie).

Pour les sciences de l'Univers le programme du CNES est basé sur les priorités scientifiques des grandes prospectives menées par et avec la communauté scientifique (SPS) et il est mis en œuvre en partenariat avec les organismes scientifiques nationaux. Dans la plupart des cas, il s'agit de contributions instrumentales et algorithmiques, souvent déterminantes, à des missions ambitieuses menées par les grandes agences spatiales (ESA, NASA, JAXA, CNSA…). Le programme se compose :

- De la **contribution française au programme scientifique obligatoire de l'ESA Cosmic Vision** (Gaia, BepiColombo, Solar Orbiter, Euclid, Juice, Plato, Ariel, ATHENA, Lisa…) ainsi qu'aux **missions du programme optionnel Exploration et Micrgravité** de l'ESA (Exomars, Pharao/ACES…),
- Des **contributions stratégiques à des missions portées par de grandes agences** (MSL, InSight et Mars 2020 avec la NASA, SVOM avec la CNSA, Hayabusa2/Mascot et MMX avec la JAXA…),
- Des « petites » **contributions d'opportunité à des missions d'autres agences** (WFIRST de la NASA…),
- Des missions réalisées, de façon exceptionnelle, dans un cadre essentiellement national comme **Microscope et Taranis**.

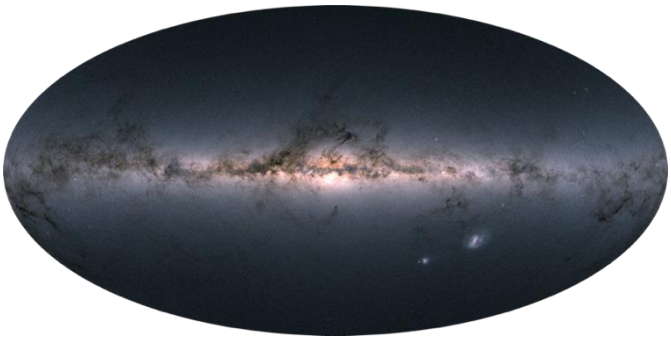
La période à venir verra le lancement et le début de l'exploitation de plusieurs missions scientifiques majeures, grandes priorités du programme scientifique du CNES depuis leur genèse. Les missions **Solar Orbiter**, déjà lancée, et **Juice**, étudieront le Soleil et le système jovien. Le **James Webb Space Telescope** et **Euclid** sonderont des aspects encore méconnus de l'Univers tels que sa prime jeunesse, ses exoplanètes et ses composantes obscures (matière et énergie sombres). Enfin, la mission **Mars Sample Return** (MSR) sera la première brique du programme de retour d'échantillons martiens. Le CNES et la communauté scientifique nationale ont développé des contributions importantes et souvent centrales dans l'instrumentation et l'interprétation des données de ces missions.

En parallèle, il s'agira de poursuivre le développement des futures grandes missions décidées dans la période précédente. **Plato** et **Ariel** se consacreront à l'étude des exoplanètes et de leurs étoiles et **Comet Interceptor** ira survoler pour la première fois une comète primitive, témoin intact des conditions dans lesquelles le système solaire s'est formé il y a près de 5 milliards d'années. Au-delà de ces missions, il s'agira de réussir la mise en chantier de deux missions *flagship*, **ATHENA** et **Lisa**, qui toutes deux ouvriront de nouvelles fenêtres d'observation sur l'Univers. ATHENA analysera la physique et la chimie des milieux chauds, composantes majeures mais encore non déchiffrées du cosmos. Lisa est dédiée à la détection des ondes gravitationnelles.

La communauté française est massivement investie dans ces projets. Cette position est le fruit d'un investissement à très long terme du CNES aux côtés des organismes de recherche dans la préparation de l'avenir, tant sur le plan technologique que scientifique, ainsi que des succès rencontrés dans les missions passées, ou en vol, grâce à l'indispensable soutien aux opérations et aux exploitations.

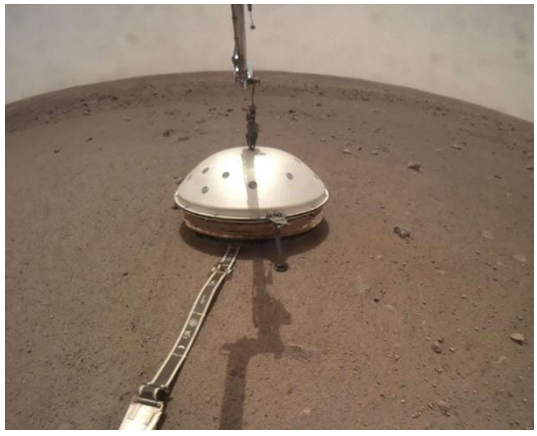
Les évènements les plus marquants de la période 2015-2019

- La publication par l'ESA des **résultats Planck** (cartographie haute précision du fond diffus cosmologique) et des **catalogues GAIA** (catalogues d'étoiles les plus étendus à ce jour) sont devenus des références internationales avec une importante contribution des équipes françaises. L'instrument principal et l'analyse massive des données de Planck sont des réalisations internationales pilotées par l'IAS et l'IAP. Planck a en particulier très solidement ancré le modèle cosmologique actuel, notamment le Big Bang et la phase inflationnaire primordiale, nouvelle terra incognita de la physique. Par ailleurs, le CNES est fortement impliqué dans les traitements au sol des données GAIA au service d'une large communauté.



Carte projetée de notre galaxie, la Voie lactée, ainsi que de nos voisins les deux nuages de Magellan (en bas à droite), d'après le deuxième catalogue GAIA

- **La mission Microscope** du CNES et de l'ONERA a caractérisé le principe d'équivalence, par accélérométrie différentielle et compensation de trainée. Il s'agit d'un postulat fondamental sur lequel repose la physique actuelle et sa vérification à des échelles parmi les plus extrêmes possibles est donc un enjeu primordial. La précision obtenue est une amélioration d'un facteur dix par rapport aux meilleurs résultats terrestres.
- **L'instrument ChemCam**, développé avec l'IRAP et embarqué sur le rover martien **Curiosity**, a un rôle majeur pour étudier la composition des roches à partir d'analyses spectroscopiques des réactions provoquées par des tirs laser. Il a effectué 300.000 tirs laser à ce jour.
- **Le sismomètre SEIS**, une prouesse technologique réalisée par le CNES et l'IPGP (Institut Physique du Globe de Paris), a été déposé par **InSight** sur le sol martien. Moins d'un an après sa mise en service, il a déjà mis en évidence des séismes martiens d'origine incontestablement tectonique.



Déploiement du dôme de protection de SEIS sur Mars en février 2019

- Le CNES a également contribué à la **mission franco-chinoise SVOM** (observatoire spatial rayonnements X et gamma), ainsi qu'aux **missions Plato** (découverte et la caractérisation d'exoplanètes de type terrestre) et **ARIEL** (sondage des atmosphères de planètes extrasolaires). Alors que l'astronomie s'ouvre à une nouvelle ère avec, désormais, la capacité « d'écouter » les phénomènes violents de l'univers via les ondes gravitationnelles, SVOM, réalisé en collaboration notamment avec le CEA et l'IRAP, sera capable de s'orienter quasi-instantanément vers les sources concernées.
- **La mission Lisa Pathfinder,** préparatoire de la grande **mission Lisa**, a été un succès concomitant avec les premières détections directes d'ondes gravitationnelles.

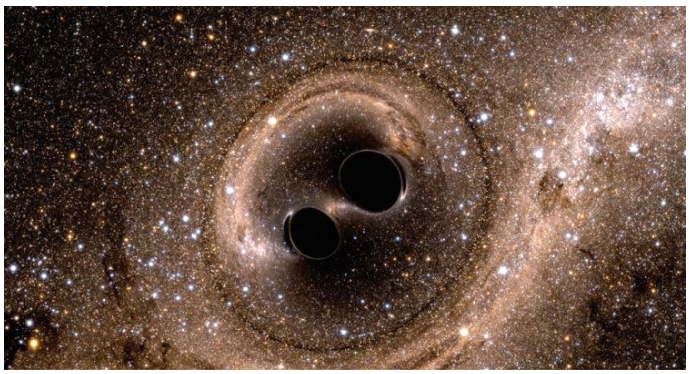


Illustration des ondes gravitationnelles générées par la coalescence de deux trous noirs

Pour les sciences de la vie et de la matière en micropesanteur, la période actuelle est également celle d'un nouvel âge d'or pour l'exploration spatiale et le vol habité avec la perspective d'un retour vers la Lune, objet de convoitises multiples.

Dans ce domaine, l'action du CNES s'est jusqu'à présent structurée autour des thématiques sciences de la vie et sciences de la matière en micropesanteur. En 2017, **le CNES a accompagné le vol de Thomas Pesquet à bord de l'ISS et a coordonné ou développé diverses expériences** physiologiques et technologiques constituant la mission Proxima. Le séjour du Français dans l'espace a démontré l'engouement du grand public, notamment des jeunes générations, pour les questions afférentes à l'exploration spatiale. L'annonce d'un nouveau séjour de Thomas Pesquet dans l'ISS en 2021, la perspective d'un retour humain (américain) sur la Lune dès 2024, le projet d'une station internationale cis-lunaire permanente et les rêves plus lointains d'Odyssée vers Mars ou d'exploitation minière des astéroïdes nourrissent un intérêt toujours croissant pour ces questions d'exploration.

Le domaine des sciences de la vie en micropesanteur vise à comprendre et modéliser les adaptations du vivant d'origine terrestre à l'environnement spatial, dans la perspective de séjours prolongés dans l'espace (sur la Lune ou sur Mars). Le bilan des 5 dernières années fait état d'avancées notoires et inattendues au sujet de la compréhension de cet effet à long terme. La période 2015-2019 a également été celle du développement de nouveaux moyens d'étude tels que **l'immersion sèche**[29] dont l'objectif est de simuler, au sol, les effets prolongés de la microgravité sur le corps humain, les domaines de recherche ayant considérablement progressé concernent le tissu osseux, la physiologie des plantes, le tissu musculaire, l'immunité et les conséquences des altérations métaboliques.

Campagne d'immersion sèche au MEDES en février 2019

Le domaine des sciences de la matière en micropesanteur permet aux scientifiques de réaliser des expériences hors contraintes de gravité. La période 2015-2019 a enregistré des avancées significatives dans la connaissance des propriétés fondamentales de la matière notamment grâce à la maturité acquise dans le développement d'instruments dédiés aux **vols paraboliques « Zéro G »** et à l'ISS, qui complètent l'utilisation des moyens puissants de simulations numériques. La communauté des utilisateurs de la micropesanteur regroupe en France plus de 150 chercheurs du CNRS, du CEA et des universités. La période écoulée a également été celle de l'utilisation de l'instrument **DECLIC** (mini laboratoire de physique de la matière en micropesanteur) dans l'ISS en coopération avec la NASA. L'instrument **Fluidics** (étude du comportement des fluides en micropesanteur) a été installé dans l'ISS par Thomas Pesquet dans le cadre de la mission Proxima.

Les sujets de l'exploration et du vol habité prennent une part croissante, du fait d'ambitions à caractères multiples : scientifiques, stratégiques, industrielles, économiques, de communication… La volumétrie des opportunités dans cette thématique (activités de coopérations avec les USA, la Chine, l'Inde, la Russie, les Émirats Arabes Unis...), couplée à la nécessité d'amplifier sa cohérence et sa visibilité **ont amené le CNES à créer un programme spécifique « Exploration - Vol habité ».** Un travail est en cours pour élaborer sa feuille de route afin de développer de nouveaux axes de travail, sur le plan national, dont les enjeux dépassent nettement le cadre scientifique.

8.3 OBSERVATION

Le domaine « Observation » comprend les programmes scientifiques et civils liés à l'observation de la Terre. Il répond à deux besoins fondamentaux souvent convergents mais qu'il convient de distinguer :

- **Un besoin de science**, pour faire progresser la connaissance et la compréhension des processus qui gouvernent les différents compartiments de la planète (Terre interne, océans, atmosphère, surfaces continentales) et leurs interactions à l'échelle humaine et climatique.
- **Un besoin opérationnel** nécessitant la mise en place de systèmes d'observation pérennes, globaux, systématiques et fiables, et très souvent de services aval combinant la donnée spatiale brute, des données sol et des résultats de simulations numériques. Ces programmes opérationnels sont réalisés pour la plupart dans un contexte européen, par l'ESA et l'UE pour Copernicus ou par l'ESA et EUMETSAT pour la météo.

[29] L'immersion sèche au MEDES : http://www.medes.fr/fr/clinique-spatiale/exemples-d-etudes/etude-d-immersion-seche-2019.html

La période 2015-2019 a été faste en termes de lancements de missions emblématiques, de démarrages de nouveaux projets, de disponibilité et de qualité des données produites.

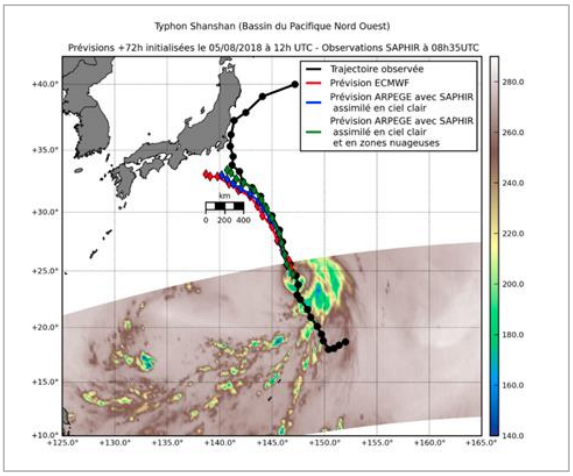
Le programme Copernicus (programme européen de surveillance de la Terre) : 7 satellites Sentinel sont en orbite. La continuité de la constellation est assurée jusqu'aux alentours de 2035 avec une politique de données particulièrement ouverte. Six nouvelles missions vont élargir les capacités de Copernicus à travers de nouveaux mesurables (CO2, altimétrie polaire, imageur passif micro-onde…). Copernicus a permis la mise en place de services opérationnels pour différentes composantes essentielles de l'environnement : *Atmosphere* (CAMS), *Marine Environment* (CMEMS) piloté par la France, *Land* (CLMS), *Climate* (C3S), *Emergency Management* (CEMS), *Security*. Le CNES a contribué aux missions d'altimétrie Sentinel-3 et 6 et d'imagerie Sentinel-2. Par ailleurs, le CNES facilite l'accès et l'usage de la donnée, par exemple avec la plateforme d'exploitation PEPS.

Le programme Météo : au cours de la période 2015-2019, le 3e satellite MetOp a été lancé, avec à son bord le 3e modèle de l'instrument français IASI. Les contenus troposphériques de méthane dérivés **des données IASI sont désormais assimilés en temps quasi-réel** au Centre Européen de Prévisions Météorologiques à Moyen Terme (CEPMMT) afin de réaliser les analyses des profils de concentration de ce gaz dans le cadre du service atmosphère de Copernicus. Le programme Météo reste au niveau d'excellence qu'on lui connait, avec la série IASI depuis 2006 qui irrigue les recherches en météorologie, sur la qualité de l'air et sur les études climatiques.

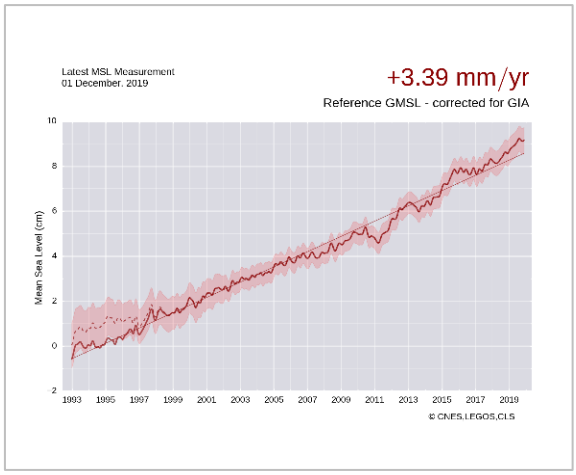
Parmi les autres résultats marquants de la période :

- **Jason-3** en 2016, a consacré la maturité de la filière altimétrique de référence, qui sera ensuite reprise dans le programme Copernicus,
- **Venµs** en 2017, première coopération avec Israël, est une mission d'imagerie exploitant une capacité de revisite inégalée (2 jours),
- **CFOSat** en 2018, assure une mesure nouvelle pour les océans (direction et structure des champs de vagues) et marque l'ambition de la coopération spatiale franco-chinoise,
- Des décisions de programme importantes ont été prises :
  - Passage en phase de réalisation de la mission franco-américaine **SWOT** dédiée à l'océanographie méso-échelle et à l'hydrographie continentale,
  - Passage en phase C/D pour la mission franco-allemande **MERLIN** pour l'étude du méthane (2016), décision **MICROCARB** pour l'étude du carbone (PIA3) en 2017 et, dans le domaine des ballons, décision **Stratéole-2** (B/C/D, 2020),
- Le travail mené avec les nombreux organismes de recherche pour constituer l'Infrastructure de Recherche Système Terre, maintenant dotée d'un nom **Data Terra**, a conduit à une structuration de la recherche sur les données spatiales sans équivalent à l'échelle mondiale.

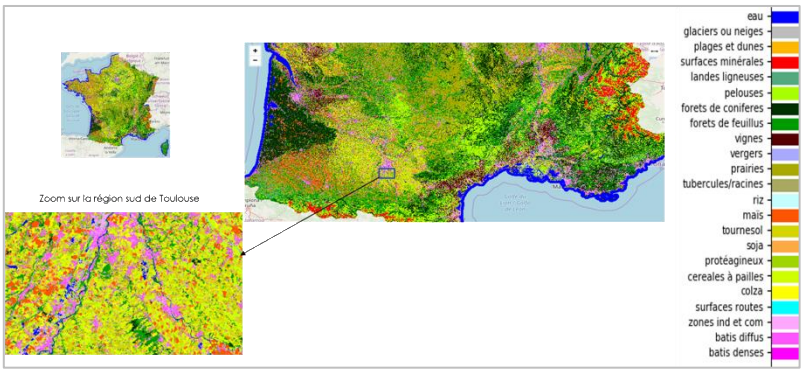
Illustration de quelques résultats marquants :



***Amélioration de la prévision de la trajectoire du typhon** Shanshan grâce à l'assimilation de données de radiométrie microonde SAPHIR (sondage de la vapeur d'eau atmosphérique) de la mission CNES/ISRO Megha-tropiques.*

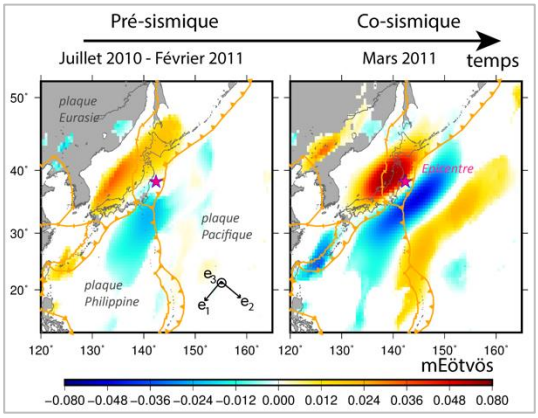


***Montée moyenne des océans** à l'échelle planétaire au cours des dernières décennies par technique d'altimétrie radar (environ +3,4 mm par an). Mise en évidence d'une accélération du phénomène au cours de la dernière décennie.*



***Carte satellitaire d'occupation des sols à l'échelle nationale** (Theia). Depuis 2016, établissement d'une carto-graphie annuelle à 10 m de résolution à partir d'images Sentinel-2.*

*Les méthodes et expertises développées exploitent les données Sentinel-2 pour contribuer à la **définition d'indicateurs de pratiques agro-écologiques**.*



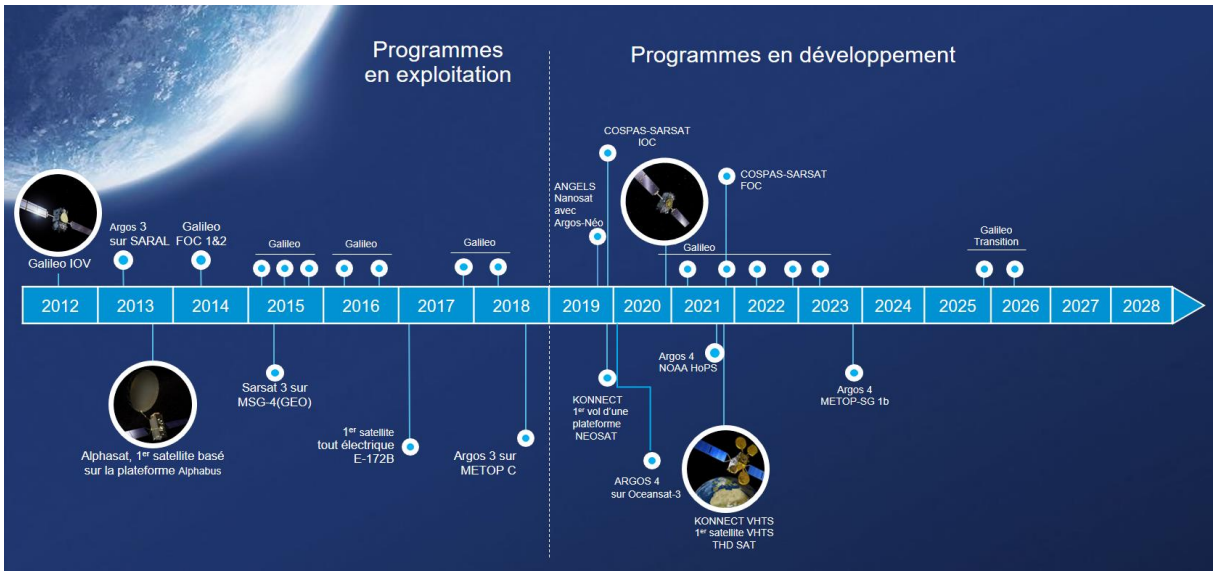
***Détection d'un signal pré-sismique** (redistributions de masse en profondeur) à partir des données de GRACE.*

Le Séisme de Tohoku de Magnitude 9 (juillet 2011 au Japon), dans lequel la rupture apparait comme un évènement extrême au sein d'un mouvement plus lent, se propageant des profondeurs vers la surface dans la zone de subduction. Les variations de gravité démarrent dans les mois précédant la rupture et migrent d'ouest en est tout autour des frontières de plaques.

8.4 TELECOMMUNICATIONS

Le domaine « Télécommunications » recouvre les activités de télécommunications, de positionnement et navigation, de collecte de données et de recherche et sauvetage.

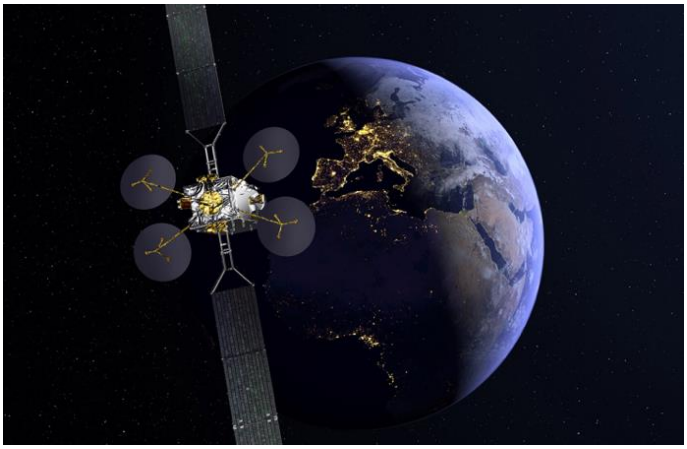
Ce domaine, stimulé par le besoin impérieux et universel de connectivité à internet des individus et des objets est porté par une vague d'innovation sans précédent. Les solutions et technologies développées par le CNES et l'industrie nationale préparent l'internet à haut débit, la télévision haute définition, la mobilité et la géolocalisation avec Galileo.



Pour les télécommunications, la période 2015-2019 a donné lieu à des développements ambitieux visant à permettre la mise au point par l'industrie nationale de solutions compétitives répondant aux besoins des marchés mondiaux, notamment pour la fourniture de l'accès à internet à très haut débit par satellite et la connectivité en vol. Ces développements ont bénéficié d'un soutien de R&D, mis en œuvre par le CNES avec le programme ESA ARTES, auquel la France a souscrit pour 200M€ en 2016, et complété par un financement national (CNES et PIA).

Ces développements ont en particulier concerné :

- Les filières de **plateformes géostationnaires à propulsion électrique** Eurostar EOR, Eurostar Neo et Spacebus Neo au sein du projet Neosat.
- Des projets ambitieux sur les **charges utiles et sur les segments sols VHTS** (*Very High Throughput Satellite*) pour la connectivité à haut débit au travers du programme TDH-SAT (également supporté par le PIA) et des programmes de R&D du PMT CNES principalement dédiés aux charges utiles à cœur numérique (FAST, GEICO, CURACO).



Satellite Konnect du programme Neosat d'Eutelsat

Ces actions ont permis de renforcer le positionnement de l'industrie française sur le marché ouvert des satellites géostationnaires de télécommunication avec des résultats remarquables :

- **Le premier satellite européen à propulsion toute électrique**, Eurostar E172B, développé par Airbus Defence & Space pour le compte de l'opérateur Eutelsat, utilisant la nouvelle plateforme Eurostar EOR, a été lancé en juin 2017. Deux autres satellites de la filière Eurostar EOR, SES12 et SES14, fabriqués par Airbus Defence & Space pour le compte de l'opérateur SES, ont été lancés en 2018.

- **Konnect, le premier satellite du programme Neosat**, à propulsion toute électrique, développé par Thales Alenia Space pour le compte d'Eutelsat, basé sur la nouvelle plateforme Spacebus Neo, a été lancé en janvier 2020.
- **Le satellite de nouvelle génération Konnect VHTS** (solution géostationnaire pour le très haut débit), commandé par Eutelsat en avril 2018, constitue la solution satellitaire la plus puissante pour accompagner le développement des activités de l'opérateur dans l'accès à très haut débit par satellite et la connectivité en vol en Europe et sera lancé en 2021.

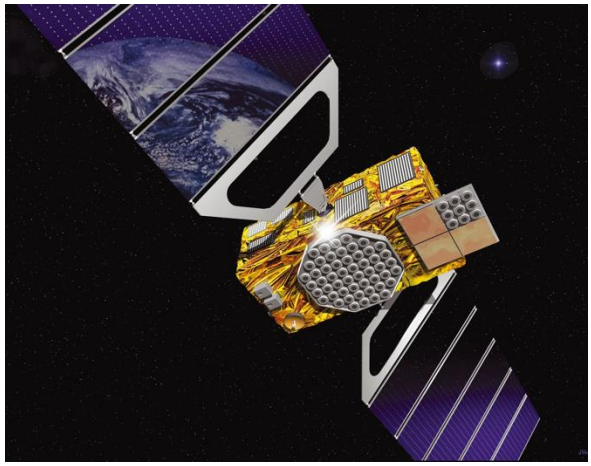
Sur la période 2015-2019, **19 satellites géostationnaires à propulsion électrique ont été commandés à Airbus Defence & Space et Thales Alenia Space** et plus de la moitié d'entre eux intègre une charge utile à cœur numérique. Sur la période 2017-2019, la part de marché de l'industrie française sur le marché ouvert mondial est passée de 30% à 60% alors que le niveau de commande a été exceptionnellement bas, lui permettant ainsi de maintenir sa base industrielle.

Dans cette période 2015-2019, le programme de R&T du CNES a soutenu Airbus Defence & Space et les équipementiers pour gagner la compétition OneWeb[30]. 3D+ a achevé le développement de l'électronique et de la micro-caméra qui forment le détecteur du senseur stellaire Auriga fourni par Sodern pour les satellites de la constellation OneWeb[31].

Le positionnement et la navigation / Galileo

Le CNES a poursuivi l'accompagnement du programme Galileo[32] pour atteindre sa pleine capacité opérationnelle, notamment avec le service à accès réglementé (PRS) et les services civils différenciateurs de positionnement précis et d'authentification :

- 20 satellites Galileo ont été lancés depuis le CSG et mis à poste par le CST et l'ESA,
- Les services initiaux de Galileo ont été déclarés en service le 15 décembre 2016 et délivrent une performance de positionnement inégalée,
- Depuis fin 2016, le service SAR Galileo permet la détection d'une balise de détresse en quelques minutes et, depuis décembre 2019, transmet des messages en retour vers les balises.



Vue d'artiste d'un satellite Galileo

La collecte de données / Argos

Le service opérationnel Argos a été maintenu. La nouvelle génération Argos 4 a été mise en orbite. Son exploitation sera étendue grâce à la constellation KINEIS en cours de développement.

L'évolution du système Argos joue un rôle fondamental pour la localisation dans les conditions de détresse et jouera un rôle nouveau dans l'internet des objets.

La nouvelle génération d'instrument Argos 4, déjà en test en orbite, sera déployée sur la constellation KINEIS au service notamment de la connectivité des objets. Cette constellation utilise les nanosatellites ANGELS embarquant des charges utiles miniaturisées (Argos Neo) dont les prototypes ont été développés par le CNES.

La recherche et le sauvetage / Cospas-Sarsat[33]

Au cours de la période 2015-2019, le poids de la France et du CNES ont été considérables dans l'évolution du système Cospas-Sarsat (système mondial d'alerte et de localisation de radiobalises) et dans la gouvernance de son organisation, notamment en regard de la transition vers le système MEOSAR basé sur des charges utiles de recherche et sauvetage embarquées sur satellites en orbite MEO, et de l'implantation d'un service de message vers les balises de détresse déclenchées, pour confirmer la réception du signal de détresse. Le rôle de la France et du CNES au sein de Cospas-Sarsat est crucial pour la conduite des activités de recherche et sauvetage menées au niveau national pour l'aviation civile et les affaires maritimes.

---

[30] Constellation OneWeb : www.airbus.com/space/telecommunications-satellites/oneweb-satellites-connection-for-people-all-over-the-globe.html

[31] Senseur stellaire Auriga : www.sodern.com/website/en/ref/Auriga_315.html

[32] En savoir plus sur Galileo :
- https://www.gsa.europa.eu/
- https://galileognss.eu/
- https://www.esa.int/Applications/Navigation/Galileo

[33] En savoir plus sur Cospas-Sarsat : https://www.cospas-sarsat.int/fr/ ou https://cospas-sarsat.cnes.fr/fr

8.5 DEFENSE

Le domaine « Défense » recouvre les activités du CNES en soutien aux capacités spatiales de défense dans trois domaines complémentaires (préparation du futur, soutien à la maîtrise d'ouvrage DGA et soutien aux activités de défense).

Préparation des technologies nécessaires aux futures capacités spatiales équipant les Forces armées.

Il s'agit dans ce domaine de détecter les technologies ayant un fort potentiel d'amélioration des capacités actuelles de défense pour les faire progresser jusqu'à un niveau de maturité permettant leur utilisation dans le cadre d'un développement opérationnel.
Ces technologies peuvent s'inscrire dans une stratégie d'amélioration incrémentale ou dans une logique de rupture permettant d'envisager un gain d'un voire plusieurs ordres de grandeur. Certains projets conduits au titre de la préparation du futur peuvent nécessiter des démonstrations en orbite et se traduire par des programmes dont le CNES assure la maîtrise d'ouvrage et parfois la maîtrise d'œuvre. Ces projets de démonstration technologique sont généralement de nature duale car leurs résultats préparent potentiellement des applications civiles et des applications militaires.

Soutien à la maîtrise d'ouvrage DGA pour la conduite des programmes d'équipement des forces armées en capacités spatiales.

A la demande du Ministère des Armées, le CNES intervient soit en délégation de maîtrise d'ouvrage sur tout ou partie du système, soit en assistance à maîtrise d'ouvrage auprès de la DGA. Lorsque cela est nécessaire le CNES assure également la maîtrise d'œuvre de certaines composantes du système. Ce soutien à la maîtrise d'œuvre DGA est notamment fourni pour les programmes **MUSIS/CSO** (renseignement image), **SYRACUSE IV** (**SATCOM**) et **CERES** (renseignement électromagnétique).

Soutien à l'exploitation des systèmes spatiaux de défense.

Ce domaine comprend les activités de mise à poste des satellites et parfois de maintien à poste de ces satellites, de services d'anticollision en orbite ou encore d'aide à l'exploitation des données spatiales.

Les évènements majeurs qui ont marqué la période 2015-2019 sont :

- Le lancement en décembre 2018 du premier satellite du système **CSO (composante spatiale optique)** assurant la continuité capacitaire du système HELIOS II,
- Le lancement en décembre 2019 du **démonstrateur technologique ANGELS**, qui préfigure la future constellation de nano-satellites KINEIS qui contribuera notamment à la capacité de surveillance maritime,

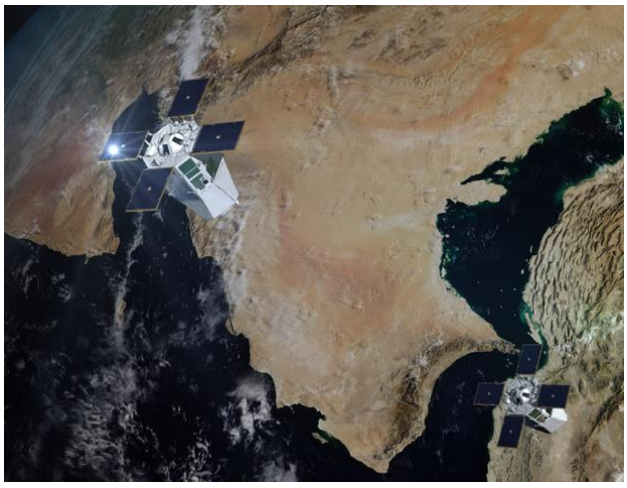


Illustration de deux satellites du programme CSO

- Le passage en phase de réalisation du **programme CO3D** qui permettra aux armées de disposer, à compter de 2022, d'un modèle numérique mondial de surface très précis et d'une capacité d'observation optique de la Terre de résolution sub-métrique (50 cm) avec un fort taux de revisite,
- Le début des travaux en janvier 2019 du **programme de R&D CASTOR** qui prépare les technologies nécessaires pour la capacité SYRACUSE IVC (nouvelle génération de satellites GEO de télécommunications militaires) dont la mise en orbite est prévue à l'horizon 2028,
- La création en 2015 du **consortium *European Space Surveillance and Tracking* (EU-SST)**, aujourd'hui présidé par le CNES, qui fournit depuis 2016, sur financement de l'Union européenne, des **services opérationnels d'anticollision en orbite**, de rentrée et de fragmentation. Un programme de R&D a permis une amélioration continue des performances de ces services qui bénéficient à des opérateurs de satellites institutionnels (civils et militaires) et commerciaux.

8.6 LE SOUTIEN A L'ACTIVITE INDUSTRIELLE

La politique industrielle du CNES entretient l'équilibre du modèle économique hybride du secteur spatial français, fortement présent à l'export, tout en répondant à des enjeux de souveraineté nationale. La base industrielle et technologique française regroupe à ce jour plus de 150 entreprises. La politique industrielle du CNES accompagne le secteur manufacturier et celui des applications et services. Le CNES déploie un plan d'actions PME pour favoriser leur développement.

Au cours de la période 2015-2019 : le CNES a entretenu un dialogue stratégique avec l'écosystème industriel et institutionnel dans le cadre du COSPACE, qui a favorisé la qualité et l'efficacité des échanges préparatoires à la conférence ministérielle de Séville. D'autre part, la France est le premier pays bénéficiaire du programme H2020 Espace de l'UE sur la période 2015-2019, avec un retour global de 20%. Enfin, le CNES a déployé le dispositif Connect by CNES pour faciliter l'accès aux technologies, données et solutions spatiales, dans les différents secteurs d'usages, notamment sur les thématiques de l'environnement, de la mobilité et de la santé.

L'objectif et les moyens de la politique industrielle du CNES

La politique industrielle du CNES vise à contribuer au développement économique et sociétal national, admettant comme première ambition **le soutien à l'emploi et à la création de valeur**. Celle-ci s'applique naturellement au secteur spatial, mais également aux secteurs économiques aval à travers la valorisation d'innovations et de solutions d'origine spatiale.

La politique industrielle appelle une analyse de l'écosystème « de bout en bout » (de l'infrastructure spatiale jusqu'aux services), renforcée par le **déploiement d'une compétence d'intelligence économique** qui scrute l'évolution des marchés. Les éléments de soutien reposent sur l'ensemble des programmes du CNES (multilatéral et ESA notamment ARTES, GSTP, NavIsp), sur le Programme d'Investissements d'Avenir et sur les programmes de l'UE (H2020).

Enfin, si le CNES suscite et accompagne les efforts de compétitivité de l'industrie à court terme, il anticipe également les évolutions inscrites dans des horizons temporels plus lointains (ruptures technologiques par exemple) à travers une démarche d'innovation que l'industrie, soumise à la pression du court terme, n'est pas toujours en mesure d'intégrer à sa propre stratégie **: la conciliation des logiques de temps courts et de temps longs est un marqueur fort de la politique industrielle du CNES**.

L'intervention du CNES

Le CNES soutient l'industrie en vertu de plusieurs de ses atouts :

- L'excellence et l'indépendance de son expertise technique,
- Une capacité d'orientation et de contrôle de l'efficacité des financements publics nationaux vers les domaines à fort effet de levier, de l'amont à l'aval, fondée notamment sur une vision « système » et une connaissance du tissu industriel et des enjeux économiques spatiaux,
- Une capacité à prendre des risques par anticipation du marché permettant une innovation importante et/ou de rupture,
- La maîtrise de l'effet de levier des coopérations internationales, qui peuvent être orientées de façon à promouvoir et servir les intérêts de la communauté industrielle nationale.

Les actions de soutien sont naturellement mises en œuvre dans le respect des règles qui s'appliquent au CNES en matière d'achats publics (pour les budgets nationaux) et qui s'appliquent à l'ESA en lien avec les obligations de retour géographique (retour industriel vers les pays membres proportionnels aux investissements de chacun).

Deux exemples récents d'actes de politique industrielle dans l'écosystème national :

- **L'initiative ANGELS**, dans le domaine des nanosatellites, vise à répondre aux opportunités nouvelles offertes par le *NewSpace* (Cf. chapitre 3.7). Le CNES a décidé d'accompagner l'émergence d'un nouvel acteur national dans ce domaine, sélectionné par appel d'offre : **Hemeria**. Un schéma de partenariat innovant CNES/Hemeria a été mis en place pour développer le démonstrateur ANGELS (Argos Neo on a Generic Efficient Light Satellite), sur une plateforme nanosatellite 12U (1U=10x10x10 cm^3). Un travail en plateau avec l'implantation d'ingénieurs CNES chez l'industriel, un développement agile et une gestion des risques maitrisée ont permis de réaliser ce satellite dans un délai « très court » (30 mois). Le satellite ANGELS, lancé fin 2019, fonctionne parfaitement en orbite.

- **L'initiative ArianeWorks,** dans le domaine des lanceurs, a été engagée par le CNES et ArianeGroup en 2018 (Cf. chapitre 8.1)**.** Une équipe resserrée et libérée des contraintes administratives travaille en innovation ouverte avec des startups et des grands groupes, pour agir rapidement et assumer des prises de risque sur des projets novateurs. ArianeWorks a aussi pour mission, en plus des études technologiques et du démonstrateur Thémis, de se montrer inventive dans le financement des projets qu'elle porte. Thémis est un démonstrateur modulaire qui représente un investissement technologique constituant le « tronc commun » des futurs lanceurs européens. Il va de pair avec une filière industrielle concentrée (par exemple : une seule gamme de propulsion contre trois aujourd'hui) et une relation optimisée entre le CNES et ArianeGroup : mise en commun des compétences, maîtrise d'œuvre unique pour le « sol » et le « bord »

Les équipes du CNES et d'ArianeGroup travaillant ensemble dans les locaux d'ArianeWorks en mars 2019

Le secteur manufacturier

La plus grande partie des emplois français dans le secteur spatial se concentre sur les activités satellites, la moitié de cette activité portant sur des programmes commerciaux. Cette caractéristique est unique en Europe. Les activités satellites sont également soutenues par les programmes nationaux (y compris de Défense) et les programmes institutionnels européens (ESA, CE, EUMETSAT) dans le domaine de la science et de l'observation de la Terre.

La politique industrielle du CNES vise principalement à identifier, développer et soutenir les technologies, compétences et filières industrielles clés (et leur base industrielle associée), considérées comme stratégiques vis-à-vis des besoins institutionnels et de la compétitivité commerciale.

La base industrielle et technologique regroupe à ce jour plus de 150 entreprises, travaillant dans les domaines de l'étude, du développement, de la réalisation, et de l'exploitation des systèmes orbitaux et des lanceurs.

Pour les systèmes orbitaux, les deux grands maitres d'œuvre nationaux (Thales Alenia Space, Airbus Defence & Space) emploient environ 9.000 personnes (hors activités aval). Les actions de soutien sont déployées en s'efforçant d'encourager les partenariats entre les deux maîtres d'œuvre de satellites tout en poursuivant un soutien globalement équilibré et non redondant à leur égard à travers différentes lignes de financement.

Cette concurrence a permis, chez les deux industriels, de développer et de maintenir les cœurs de compétence en maîtrise d'œuvre système, satellite et instruments et de définir au coup par coup les structures les plus adaptées et les plus compétitives.

Le positionnement de l'industrie française sur le marché ouvert des **satellites de télécommunications** a été exposé dans le chapitre 8.4 du présent rapport.

Pour l'observation de la Terre, le développement du système Pléiades a été à l'origine de plusieurs succès commerciaux à l'export (Thaïlande, Pérou, Corée…). Le système Pléiades est aussi le socle qui a permis à Airbus Defence & Space de lancer le développement de la constellation de 4 satellites Pléiades NEO sur fonds propres. En prolongement de la filière, le concept CO3D (constellation de 4 satellites pour produire des modèles numériques d'élévation haute résolution) a vocation à devenir un nouvel atout de l'offre française à l'export.

La France dispose d'équipementiers majeurs au meilleur niveau mondial (gyroscopes, batteries, détecteurs infra-rouge, senseurs d'étoiles, propulsion électrique, sous-systèmes de télémesure miniaturisés, composants électroniques participant à la non-dépendance technologique…).

La politique industrielle du CNES vise à consolider l'ensemble de la *supply chain* (maîtres d'œuvre, ETI, PME, SSII).

Une importante industrie des segment sols, en particulier autour des filières nationales d'observation de la Terre haute résolution et d'océanographie a également été édifiée dans le sillage des programmes SPOT/PLEIADES/HELIOS et Jason.

Le CNES met en œuvre un plan d'actions au niveau national en faveur des PME et ETI innovantes et performantes. Une politique industrielle spécifique est déployée, visant à renforcer les innovations portées par des PME, à améliorer les conditions de naissance des entreprises et renforcer l'accès des PME aux commandes et marchés du CNES. Leur participation aux programmes de R&D est encouragée, et le niveau de participation est suivi notamment au niveau des programmes de Recherche et Technologie et des Démonstrateurs Technologique (un bilan de ces actions a été présenté au chapitre 5.4).

Un Label CNES reconnaissant la capacité de développement de Produits spatiaux ou de prestations de Services portés par des PME est en cours de mise en place afin de mettre en valeur l'expérience acquise par les PME, de renforcer la crédibilité de leurs offres et de favoriser leur diversification à l'export.

Au niveau international, **l'accompagnement des PME et ETI à l'export** est démultiplié avec les programmes de l'ESA tels que le GSTP et ARTES qui permettent de développer ou co-développer des produits avec des partenaires européens dans un objectif d'accès au marché à l'export

La performance française dans le programme européen H2020 Espace est remarquable. La France est le premier pays bénéficiaire sur la période 2015-2019, avec un retour moyen de 20%, devant l'Allemagne (16%), l'Italie (12%) et l'Espagne (11%).

UN OUTIL DE POLITIQUE INDUSTRIELLE : LA CARTOGRAPHIE DES PME ET ETI

Le CNES établit la cartographie des PME et ETI porteuses de compétences clés pour la supply chain française. Il entretient une « politique de champion » dépendant de la volumétrie d'affaires visée, de la criticité des fournitures et de leur potentiel de sécurisation dans l'approvisionnement des lignes de produit des maîtres d'œuvre industriels.

La politique de champion se veut dynamique et évolutive. L'effort porte sur une optimisation de la ressource pour maintenir et développer une base industrielle solide et une veille active pour identifier les innovations et assurer les conditions de bienveillance vis-à-vis des nouveaux entrants. Le CNES est attentif à l'évolution des innovations technologiques, notamment celles émergeant des startups et qui nécessitent des développements substantiels pour acquérir un niveau de maturité suffisant. Deux exemples de soutien récent : Nimesis pour le développement de polymères à mémoire de forme, et NanoXplore pour des FPGA (Field-Programmable Gate Array).

Quelques exemples récents de soutien aux PME / ETI :

- Un programme d'accélération (*Fast Track*) a été conjoncturellement adossé au programme pluriannuel de R&T pour aider les PME et équipementiers (Sodern, MECANO-ID…) à consolider dans un temps très court les solutions technologiques dans le cadre des réponses à appel d'offre du programme OneWeb (mega-constellation de satellite pour l'Internet, remporté par Airbus Defence & Space au niveau satellite). Le programme R&T a renouvelé par la suite cette approche *Fast Track* pour lever des verrous technologiques dans une logique *« time to market ».*

- Le soutien à NanoXplore : les dispositifs FPGA sont composés de matrices de blocs logiques qui peuvent être interconnectées entre elles afin de réaliser des fonctions logiques complexes.
  Ces FPGA présentent de nombreux avantages dont la possibilité de les reprogrammer, ce qui ouvre la voie à des systèmes reconfigurables en vol, ou à des designs adaptatifs. Grâce à la mise en place par le CNES de programmes de R&T/D et en mettant en œuvre des financements CNES, DGA, DGE, ESA et UE, la PME NanoXplore renforcée par l'expression des besoins des MOI et par ST Microelectronics, fabricant de composants, se positionne en acteur incontournable du domaine des FPGA à usage spatial (gammes FPGA Medium et Large).

FGPA NG-Medium de NanoXplore

Le secteur aval

Les infrastructures spatiales existantes permettent le développement d'un nombre croissant d'applications et de services à haute valeur ajoutée diffusant dans l'ensemble de la société et de l'économie.

Même si le secteur des services spatiaux européens est aujourd'hui fortement appuyé par les programmes phares de l'UE - Copernicus et Galileo/EGNOS (navigation par satellite) - de nouvelles infrastructures sont en cours de développement, elles-mêmes porteuses d'un fort potentiel de développement de services (constellations en orbite basse dans le domaine des télécommunications ou de l'observation...). Le CNES est un acteur particulièrement proactif sur le sujet, avec ses initiatives dans le domaine de la **géo information (CO3D)**, des **objets connectés (KINEIS)**. Le développement de ces infrastructures s'accompagne de « programmes avals » qui permettent de mieux identifier les besoins du marché sur les usages et de les prendre en compte à la fois pour la définition des infrastructures et de leurs charges utiles. Ces programmes soutiennent également les traitements des données produites, et leur hybridation potentielle à des données exogènes, pour mettre à disposition des informations plus aisément exploitables par le secteur aval.

Le développement des applications et des usages du spatial, préfigurant la création de services à valeur ajoutée localisés en France, disponibles sur l'ensemble du territoire et à l'export, constitue ainsi une priorité marquée de la politique spatiale française. La politique industrielle « aval » distingue plusieurs orientations :

- **Acquérir le réflexe « Applications » dès la genèse des programmes** : la dimension « usage et services », tenant compte des nouvelles concurrences et des possibilités d'hybridation, doit être indissociable de la définition des programmes. Dans cet esprit, le CNES intègre très en amont de sa conception « système » l'expression des besoins des communautés utilisatrices (exemple CO3D et KINEIS).
- **Faciliter l'utilisation des services spatiaux** : le CNES privilégie l'action dans 3 secteurs d'usage prioritaires, les plus prometteurs en termes d'effets de levier (la mobilité, l'environnement - agriculture, la santé). Les actions privilégient les partenariats avec les acteurs clés institutionnels et industriels en place, afin de privilégier les temps de développement.

A titre d'exemple, le CNES a accompagné la startup GEOFLEX[34] qui propose un service mondial de positionnement précis pour positionner partout dans le monde avec un seul récepteur et une précision (2D-95%) pouvant atteindre les 4 cm après 30 minutes de convergence.

Connect by CNES
L'Espace, accélérateur d'innovation

Connect by CNES[35] vise à faciliter l'accès aux technologies et solutions spatiales, dans les différents secteurs d'usage.

Ses ambitions sont de :

- Faciliter la connexion avec le monde spatial,
- Favoriser et renforcer l'intégration des technologies et/ou solutions spatiales dans le développement de produits ou services,
- S'appuyer sur l'image porteuse du spatial afin d'accélérer et valoriser l'innovation,
- Encourager l'émergence de nouveaux acteurs utilisant le spatial.

[34] En savoir plus sur GEOFLEX : www.geoflex.fr/

[35] Connect by CNES : https://entreprises.cnes.fr/fr/connect-cnes

Connect By CNES se décline selon 5 modes d'actions :

- **Conseil - Expertise - Ressources technologiques :** fournir du conseil, de l'assistance à maîtrise d'ouvrage ou de l'expertise (Cf. encadré sur les laboratoires ci-après), faciliter l'accès à la donnée (plateforme de mise à disposition d'images Copernicus et d'outils de traitement de données tels que PEPS et DINAMIS…), faciliter l'accès aux actifs de propriété intellectuelle et industrielle du CNES, dans un objectif de valorisation dans et hors secteur spatial.
- **Financement :** orienter vers les différents guichets de financements (CNES ou non), aider au montage d'affaire et à l'analyse des modèles économiques.

Les équipes Connect by CNES au Salon International de l'Agriculture en février 2020

- **Formation :** sensibiliser à l'utilisation des données et aux outils spatiaux.
- **Promotion - Animation - Mise en visibilité de l'Initiative Connect by CNES dans les secteurs économiques hors spatial :** promotion des solutions spatiales et support à l'idéation (exemple Hackathon ActInSpace).
- **Incubation :** Connect by CNES est partenaire de pôles, d'initiatives ou de structures de développement d'entreprises.

En 18 mois (janvier 2018 - juin 2019), les laboratoires CESARS et le Labo OT ont apporté un support technique à 30 startups, 23 PME, 5 grands groupes et 17 organismes publics.

LES LABORATOIRES EN SUPPORT AUX APPLICATIONS

Afin de mieux susciter le développement d'applications, le CNES dispose de trois structures pour accompagner les utilisateurs :

- *Le Laboratoire Observation de la Terre (Labo OT),*
- *Le Laboratoire Télécommunications (CESARS),*
- *Le Laboratoire d'expertise en navigation et positionnement (GUIDE).*

Le Labo OT a été créé en 2018 pour accompagner l'effort engagé par le CNES pour promouvoir les solutions spatiales en appui aux politiques publiques et comme vecteurs de développement économique, en proposant un support technique à tous les utilisateurs (institutionnels, startups, PME et grands groupes, recherche et défense) pour l'utilisation des données d'observation de la Terre existantes et futures : conseil sur le choix de données adaptées aux usages et aide pour le traitement de ces données. Ce support peut prendre diverses formes, depuis l'avis d'un expert sur une question précise, jusqu'à la mise en place de démonstrations faisant appel à des développements algorithmiques spécifiques. Une offre de formation est également disponible.

De création récente, le Labo OT a déjà répondu avec succès à de nombreuses sollicitations, pour des actions ponctuelles comme pour des demandes sur la durée, notamment dans le cadre de partenariats conclus par le CNES avec des collectivités locales.

Connect by CNES a accompagné au total 80 startups au travers des incubateurs ESA BIC et, par effet levier, l'accompagnement Connect by CNES a contribué à la levée de fond de certaines de ces startups (Earth Cube 3 M€, Quantcube 5 M€ et E Odyn 3 M€).

En 2020, Connect by CNES entre dans une phase de plein déploiement avec un attendu d'accroissement significatif de son impact sur les développements économiques et sociétaux.

8.7 LA VALORISATION DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE ET LE DEPOT DE BREVETS

La protection du patrimoine intellectuel est la première étape de la démarche de valorisation. Son ambition première est le soutien à la compétitivité de l'écosystème industriel et institutionnel. L'offre de valorisation du CNES est présente sur le portail institutionnel du CNES.

Au cours de la période 2015-2019 : 227 brevets, 66 savoir-faire et 89 enregistrements de logiciels ont été déposés. L'étude OST (Observatoire des Sciences et Techniques)[36] indique une très bonne performance de délivrance des brevets CNES. Les transferts de technologies sont dynamisés à travers les initiatives ActInSpace, ESA BIC et Connect by CNES. Sur la période, 147 licences sur des brevets, savoir-faire ou logiciels ont été octroyées par le CNES dont 29 à des PME. Le CNES a été l'origine de la création du *Space Agencies Technology Transfer Officers* (SATTO), qui fédère les réflexions de différentes agences spatiales internationales sur le thème du transfert de technologie et de la valorisation.

Les objectifs de la valorisation

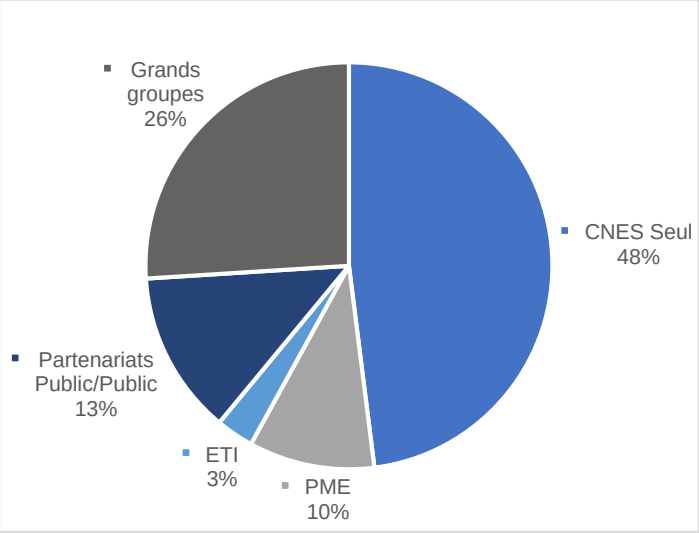
La politique de valorisation de la propriété intellectuelle du CNES s'inscrit dans les orientations ministérielles en la matière. Elle est en particulier conforme aux 15 mesures relatives à la politique de transfert de technologies présentée par la Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche lors de sa communication en Conseil des Ministres du 7 novembre 2012, réaffirmant et clarifiant la mission de transfert de la recherche publique dans le Code de la Recherche[37].

LES AXES DE LA POLITIQUE DE VALORISATION DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE

- *Mieux protéger le patrimoine intellectuel et technologique de l'activité inventive du CNES pour en permettre la valorisation,*
- *Développer les activités de valorisation en soutien à la compétitivité industrielle et des laboratoires,*
- *Valoriser l'innovation du CNES pour stimuler le développement économique (création de startups et d'emplois).*

Elle prend en compte les recommandations applicables au CNES issues du rapport au MESRI sur le « transfert de technologie aux startups » par François Jamet[38], notamment au travers de l'animation du réseau Connect by CNES et du support apporté aux entreprises émergentes.

La protection du patrimoine intellectuel est la première étape de la démarche de valorisation et permet son exploitation dans les meilleures conditions. Elle s'appuie sur les instruments classiques de protection (brevets, savoir-faire, référencement et enregistrement des logiciels, marques, licences, bases de données). Sur la période 2015-2019, le CNES a été classé entre la 33e et la 36e place du classement des principaux déposants à l'INPI.



Les brevets déposés par le CNES sont, pour environ 50% d'entre eux, déposés en copropriété avec des acteurs partenaires du CNES (ci-contre la répartition des partenaires).

[36] Site web de l'Observatoire des Sciences et Techniques : www.hceres.fr/fr/observatoire-des-sciences-et-techniques-ost

[37] Une nouvelle politique de transfert pour la recherche : www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pid24594-cid66110/www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid66110/une-nouvelle-politique-de-transfert-pour-la-recherche.html

[38] Rapport « Transfert de technologie aux start-ups » par François Jamet : https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Innovation/13/9/Rapport_Francois_JAMET_1147139.pdf

Indicateurs de performance et de valorisation

La performance en matière de valorisation peut se mesurer par le nombre de licences d'actifs de propriété intellectuelle (PI). La cible avait été fixée à 15 nouvelles licences annuelles, dont au moins 5 avec des PME. Sur la période 2015-2019, 147 licences ont été signées dont 29 avec des PME confirmant une importante activité de valorisation.

Le suivi des redevances associées aux licences sur les actifs PI et sur les logiciels a été renforcé ces dernières années et a permis de couvrir environ 40% des coûts de dépôt et maintien du portefeuille brevets du CNES. L'objectif des redevances, outre la mesure de l'impact des actifs PI sur la création de valeur, est également de permettre le dépôt des nouveaux brevets et le maintien du portefeuille.

Des accords ont été conclus avec le GIFAS (Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales) sur la propriété et l'exploitation des brevets qui résultent des activités communes.

Le CNES et France-Brevets ont également conclu, en janvier 2012, un accord-cadre de Valorisation des Brevets. Les résultats ne sont pas à la hauteur des attentes en matière de valorisation des brevets confiés à France-Brevets. En effet sur la période 2015-2019, France Brevets a accordé seulement deux licences de brevet à des startups, l'une issue de l'hackathon ActInSpace et la seconde correspondant à un essaimage d'un salarié CNES.

La communication

Le CNES propose désormais son offre de valorisation sur son portail institutionnel : des fiches décrivant les brevets[39] ainsi que la présentation des logiciels disponibles[40] (propriétaires, libres ou gratuiciel) sont référencées en ligne. Le site externe du CNES intègre également une page pour inciter les PME à exprimer leurs besoins en termes de nouvelles technologies.

En interne CNES, un dispositif d'incitation à la valorisation des activités innovantes avec des dispositions financières destinées à motiver le personnel au dépôt de brevets est en place et en cours de revisite en 2020. Des dispositifs favorisent l'essaimage, permettant à des personnels du CNES de créer leur entreprise avec un accompagnement par les offres de Connect by CNES.

Enfin, le CNES se rapproche de structures similaires (CEA, CNRS, ONERA, ESA) et du réseau CURIE des acteurs de la valorisation et du transfert de technologie dans le but d'échanger et de partager les bonnes pratiques. Le CNES développe aussi des relations privilégiées avec l'INPI (Institut National de la Propriété Industrielle) qui le conseille au niveau des dépôts et lui fournit des comparaisons avec d'autres sociétés et partenaires institutionnels.

8.8 UN APPUI AUX POLITIQUES PUBLIQUES ET USAGES

Les solutions spatiales sont devenues des outils incontournables pour la quasi-totalité des politiques publiques : souveraineté et sécurité nationale, aménagement du territoire, transport, agriculture, réduction de la fracture numérique, recherche, adaptation au changement climatique, réponse aux objectifs de développement durables…

Au cours de la période 2015-2019 : la mise en place du dispositif Connect by CNES a permis de fédérer des actions de promotion des solutions spatiales en appui des nombreuses politiques publiques, et du développement économique (entreprenariat, création d'emploi). Depuis 2016, le CNES co-organise en régions l'événement AppSpace visant à la promotion des services spatiaux.

La mise en place d'une nouvelle stratégie du CNES dans le domaine des applications produit des effets visibles et concrets. Elle consiste à promouvoir les solutions spatiales auprès des différents acteurs publics (collectivités territoriales, acteurs de l'état en région, Ministères…) de manière à insuffler le « réflexe spatial » (infrastructures et données).

Une structure spécifique (association InSpace : Institut des Applications Spatiales) avait initialement été mise en place mais a été absorbée en 2018 par l'initiative Connect by CNES.

L'action du CNES en faveur des politiques publiques :

- Établir un réseau de contacts ministériels et assurer l'interface entre les besoins et l'existence de réponses industrielles,
- Connaitre les applications et le tissu industriel et se tenir informé, notamment par de la veille,

[39] Catalogue des brevets du CNES : https://entreprises.cnes.fr/fr/web/CNES-fr/10123-catalogue-des-technologies.php

[40] Catalogue des logiciels distribués par le CNES : https://logiciels.cnes.fr/

- Nouer avec chaque région des partenariats afin de :
  - Promouvoir l'utilisation des solutions spatiales lorsque celles-ci sont pertinentes pour les politiques publiques (sécurité, transport, aménagement du territoire, aménagement numérique, développement sociétal, environnemental…),
  - Soutenir le développement économique (entreprenariat, création d'emploi) grâce à l'utilisation innovante des solutions spatiales.

Le Ministère avec lequel le CNES a le plus de relations (au-delà du MESRI et du MINARM, ses Ministères de tutelle) est le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (MTES). Celui-ci a établi un **plan d'Applications Satellitaires** (Plan Sat) auquel le CNES contribue fortement à travers une convention, notamment par son expertise et ses moyens techniques. À noter que le MTES est par ailleurs le responsable de la représentation des utilisateurs français de Copernicus.

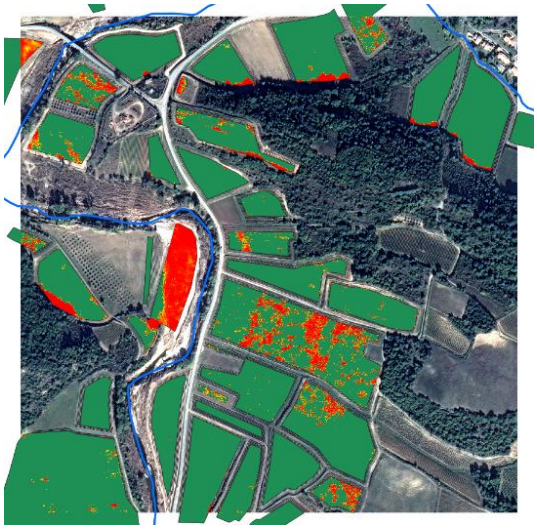
Aujourd'hui, ce réseau d'utilisateurs de produits et services Copernicus (les *« Copernicus Relays »* et *« Copernicus Academy »*) est coordonné et animé par le CNES à travers un programme européen de « *Copernicus User Uptake* » : le CHFPA (*Caroline Herschel Framework Partnership Agreement*).

Les interactions entre le MTES et le CNES sont nombreuses. Elles sont complétées par les services de l'État en région (DREAL, DDTM…), de plus en plus consommateurs de solutions spatiales.

Depuis 2016, le CNES co-organise l'évènement AppSpace[41] qui s'adresse en premier lieu aux acteurs publics. Ces rencontres, d'une durée de 2 jours, organisées chaque année par une région différente dans le cadre des partenariats stratégiques du CNES, vise à faire le point sur les besoins des acteurs locaux (collectivités territoriales, acteurs de l'État…) et à promouvoir les services existants utilisant des solutions spatiales.

A titre d'exemple, on peut citer :

- Les interventions du CNES afférentes à quelques catastrophes naturelles qui ont mobilisé la Sécurité Civile française (productions de carte de dégâts en quasi temps réel pour les inondations dans l'Aude, à Haïti…),
- Le déploiement d'un observatoire post inondations 2018 dans l'Aude, qui permet de suivre dans le temps les zones touchées, via des prises de vue satellitaires régulières (accord signé entre la préfecture de l'Aude et le CNES le 18 avril 2019). Les objectifs principaux sont : la détection de vignes endommagées (zones en rouge sur l'image ci-contre) et la détection d'embâcles à l'aide d'images Pléiades et Copernicus Sentinel.
- Le CNES a également des liens forts (via des conventions) avec le Ministère de l'Agriculture, la Sécurité Civile, le CEREMA, l'IGN, l'AFD (Agence Française de Développement), Business France… et s'associe à leurs missions en apportant une expertise technique sur l'utilisation des outils spatiaux. Le CNES a également des liens forts (via des conventions) avec le Ministère de l'Agriculture, la Sécurité Civile, le CEREMA, l'IGN, l'AFD (Agence Française de Développement), Business France… et s'associe à leurs missions en apportant une expertise technique sur l'utilisation des outils spatiaux.



Identification des surfaces impactées dans le vignoble audois après les inondations de 2019

La Charte Internationale Espace et Catastrophes majeures[42]

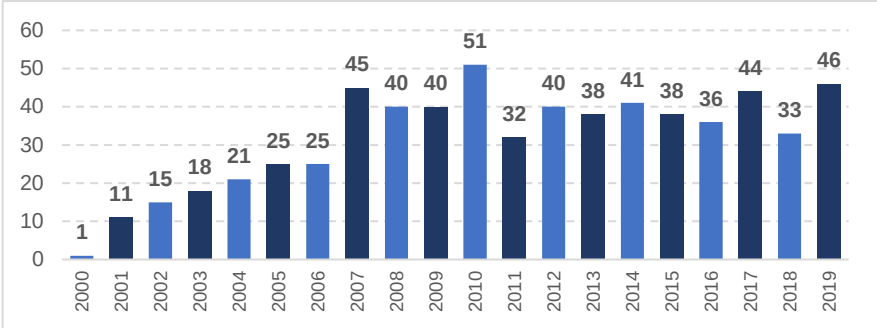
2020 marque le 20e anniversaire de la Charte Internationale Espace et Catastrophes majeures, créée à l'initiative du CNES, de l'ESA et de l'Agence Spatiale Canadienne. Cette charte est le fruit d'accords intervenus entre agences spatiales (17 à ce jour) qui se sont engagées à fournir gratuitement des données issues de leurs satellites d'observation en support aux équipes de secours intervenant sur des catastrophes naturelles ou technologiques. Ainsi, environ 40 satellites peuvent être programmés en réponse à des déclenchements de cette charte.

[41] Site web d'AppSpace : https://appspace-sud2019-crige.fr/

[42] Site web de la Charte Internationale Espace et Catastrophes majeures : https://disasterscharter.org/fr/web/guest/home

Depuis sa création, la Charte a été **activée plus de 640 fois dans 126 pays**.

Le CNES possède avec Pléiades un atout majeur par sa capacité de programmation et la qualité de ses prises de vue : en 2019, 40% des cartes de dégâts fournies par la charte ont été produites par Pléiades, qui est donc, de très loin, le satellite le plus utilisé.



Évolution du nombre d'activations par an de la Charte entre 2000 et 2019

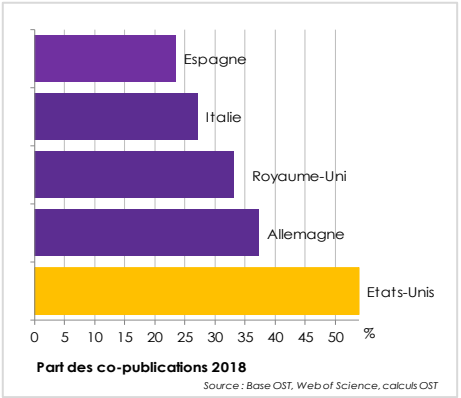
8.9 LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Les résultats de la recherche scientifique spatiale française sont au meilleur niveau international et permettent un fort rayonnement de la France dans le Monde.

Ce sont principalement les chercheurs des laboratoires scientifiques qui publient par les canaux habituels (revues, colloques). Dans le rapport du Séminaire de Prospective Scientifique en 2019 le CERES a indiqué : *« Le spatial, central dans le domaine des sciences de l'Univers, donne une forte visibilité à la communauté française et fournit des résultats de premier plan. Sur les 100 publications les plus citées du domaine, tous pays confondus, sur 2014-2019, 40 s'appuient de façon quasi-exclusive sur des données spatiales (dont 18 sur Planck), auxquelles il faut ajouter 5 publications où le spatial a joué un rôle déterminant. Dans ce contexte, les chercheurs français sont très visibles sur le plan international ; ainsi, en planétologie, la France se situe à la deuxième place mondiale en nombre de publications et en citations, derrière les États-Unis. »*

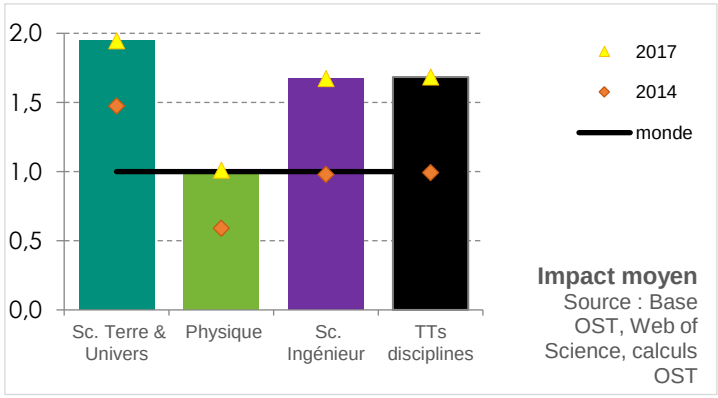
Par ailleurs, le CNES a estimé la production scientifique ayant bénéficié d'un support du CNES via le mécanisme de l'APR à environ 2 .400 articles et 3.000 chercheurs (le mécanisme APR décrit au chapitre 3.5). Les publications entrent dans les critères d'attribution du financement des activités, notamment pour analyser la prolongation d'activité d'exploitation scientifique d'une mission.

- Dans le cadre de l'évaluation HCERES, l'OST (Observatoire des Sciences et des Techniques) a effectué une étude bibliométrique des publications identifiés avec une affiliation CNES (affiliation CNES et les laboratoires dont le CNES est tutelle). Les éléments marquants dans cette étude sont :
- **Une augmentation significative du volume des publications** sur la période 2014-2018 (fortement liée à l'extension du nombre de laboratoires dont le CNES est tutelle). En 2018, le nombre de publications avec comité de lecture est estimé de l'ordre de 1.000 à 1.200 publications suivant les bases de données utilisées.
- **Une forte proportion de publications dans les sciences de la Terre et de l'Univers**, en deuxième position derrière les publications en sciences de l'ingénieur.
- **Les publications sont très majoritairement faites en collaboration internationale** (États-Unis, Allemagne, Royaume-Uni, Italie par ordre décroissant)
- **Une forte implication de l'impact moyen des publications** (le nombre moyen de citations des publications rapporté à la moyenne des citations des publications mondiales de ce domaine)



Part des co-publications 2018

Source : Base OST, Web of Science, calculs OST



Impact moyen
Source : Base OST, Web of Science, calculs OST

Dans le cadre de l'exécution de la loi de finances l'OST évalue la production de publications de la recherche spatiale française (estimée à partir d'un corpus de nom de missions spatiales) :

- 4% des publications mondiales sont françaises (ce pourcentage se tasse dans le temps car le volume total de publications est en augmentation significative notamment du fait de l'amplification de la production chinoise)
- 14% des publications européennes sont française (ce pourcentage est proche du taux de souscription au programme obligatoire de l'ESA calculé en fonction du PIB)

La quasi-totalité des missions CNES sont menées en partenariat (Europe, USA, Chine, Inde) et la politique de données est généralement ouverte. La production scientifique associée est donc portée par les communautés des pays coopérant comme par les labos français. La volumétrie des publications ne suffit pas pour mesurer le rayonnement des activités du CNES.

Enfin, le CNES publie tous les deux ans à l'occasion de l'Assemblée Générale du COSPAR (*COmmittee on SPAce Research*, Comité International de la Recherche Spatiale) un rapport d'activité faisant le point sur l'état de la recherche spatiale en France[43].

Couvertures des rapports d'activité de la France au COSPAR pour 2016 et 2018

8.10 LA REALISATION DU COP 2016-2020

L'action du CNES dans son adaptation aux mutations, dans la rigueur de sa gestion et dans l'élaboration d'une programmation favorable à l'innovation, lui ont permis de tenir les objectifs inscrits dans le COP 2016-2020, malgré une dotation budgétaire inférieure aux hypothèses initiales, et au prix de la redéfinition ou de l'arrêt de certaines actions, en particulier au niveau des investissements productifs et immobiliers.

Le Contrat d'Objectifs et de Performance État-CNES 2016-2020 a été présenté dans le chapitre 2. Un rapport d'exécution du COP est présenté au Conseil d'Administration du CNES du mois de mars et remis aux tutelles. Ces rapports fournissent annuellement le détail de l'avancement des activités contribuant aux objectifs fixés ainsi qu'un état des indicateurs. Ces rapports d'exécution ont été une référence pour la rédaction du présent document. Par ailleurs, le CNES rédige chaque année un rapport d'activité public[44] qui peut également servir de référence.

Ce paragraphe fournit une synthèse des accomplissements durant la période 2016-2020, sans revenir à ce stade sur les résultats du CNES dans ses cinq domaines d'interventions, traités dans les chapitres 8.1 à 8.5.

Le COP 2016-2020 mettait en avant trois orientations stratégiques.

1) Innovation

Pour répondre aux défis d'un environnement en profonde mutation (constellations LEO, *NewSpace* et nouveaux entrants, internet très haut débit…), le CNES a mis l'accent sur l'innovation et les applications. En résonnance avec les objectifs du COP, sur le volet innovation, les résultats marquants de la période sont :

- **L'obtention d'un retour français global sur la composante spatiale du programme H2020 de l'UE de 20%** sur la période 2015-2019, durant laquelle la France reste le premier pays bénéficiaire de ce programme de recherche,
- **Le soutien apporté aux laboratoires scientifiques** avec les actions APR ou de R&T, à la formation doctorale et postdoctorale,
- **Le dépôt par le CNES d'une moyenne de 42 brevets par an, pour un objectif fixé à 35**, tout comme le constat d'une augmentation du nombre de savoir-faire déposés, qui sont les résultats d'une mobilisation des équipes et de nouveaux accords avec les partenaires (GIFAS, INSU…).

[43] Rapport de la 40e assemblée du COSPAR en août 2016 : https://sciences-techniques.cnes.fr/en/cospar-2016-0
Rapport de la 42e assemblée du COSPAR en juillet 2018 : https://sciences-techniques.cnes.fr/en/report-cospar-2018

[44] Rapport d'activité 2017 : https://cnes.fr/fr/le-cnes/le-cnes-en-bref/rapport-annuel-2017
Rapport d'activité 2018 : https://cnes.fr/fr/le-cnes/le-cnes-en-bref/rapport-annuel-2018

D'autres actions engagées relèvent de la même dynamique :

- **Transferts des technologies et inventions** du CNES via l'organisation de concours et hackatons (notamment le concours international ActInSpace), engagés en parallèle de l'accord-cadre de valorisation des brevets avec France-Brevets,
- **Accompagnement des startups**, à travers les ESA BIC et les pôles de compétitivité, ainsi que la présence du CNES à Station F,
- Ouverture d'un volet espace dans le concours d'innovation opéré par BPI-France,
- **Soutiens apportés aux laboratoires scientifiques** avec les actions APR ou de R&T, à la formation doctorale et postdoctorale,
- Actions de communication et d'éducation au monde du spatial avec la poursuite du programme **PERSEUS** dans le domaine des lanceurs ou le développement de **JANUS** dans le domaine des nanosatellites étudiants en lien avec l'émergence des CSU,
- Refonte et animation du réseau **COMET** (Cf. 4.3) outil d'open innovation piloté par le CNES, qui fédère plus de 3000 experts issus des mondes académique, industriel et institutionnel, dans plus de 20 communautés d'utilisateurs,
- **Mise à disposition de moyens techniques et de l'expertise** associée, avec les plateformes CESARS, GUIDE et PEPS, dans les domaines notamment des télécommunications, de la navigation et de la géo-information,
- Organisation de plusieurs événements permettant de donner de la visibilité aux entreprises, d'augmenter leur réseau et d'améliorer leur compréhension de l'environnement comme par exemple le **Toulouse Space Show** (toutes les années paires) ou la **Journée de l'Innovation** (base annuelle),
- Le CNES a sélectionné en mars 2018, la société CapDecisif Management pour mettre en place et gérer un fonds de capital-innovation en faveur des entreprises liées au spatial et à ses applications, **CosmiCapital**.

2) Le CNES a soutenu les filières d'excellence

A titre d'illustration (Cf. chapitres 8.1 - 8.4 - 8.6) :

- Au-delà d'une **part du marché ouvert** prise par Arianespace sur les lancements de satellites en GTO qui est maintenue **au-delà de 50%** en attente de l'arrivée d'Ariane 6 et malgré la mise en service de nouveaux lanceurs concurrents, il faut noter qu'en parallèle d'une excellente fiabilité d'Ariane 5 ces résultats sont aussi le fruit de l'excellente disponibilité opérationnelle et de la qualité de prestations fournies par le centre spatial guyanais.
- Au niveau des **télécommunications spatiales, la cible des 30%** est largement dépassée, d'un facteur quasiment 2 ces dernières années, concernant les commandes de satellites géostationnaires du marché ouvert prises par l'industrie spatiale nationale dans un contexte particulièrement difficile, avec un repli du marché par rapport aux années passées et une concurrence exacerbée. Avec l'aide des investissements d'avenir, le développement de filières de satellites tout électriques avec le programme Neosat ainsi que l'accroissement de performances des charges utiles et des segments sols par le programme THDSAT (appliqués au travers de Konnect VHTS) ont efficacement préparé l'industrie nationale. Les nouveaux programmes Space-Inspire et OneSat vont quant à eux permettre à Thales Alenia Space et Airbus Defence & Space d'adresser le nouveau segment de marché des satellites à flexibilité d'usage augmentée afin de permettre aux opérateurs une meilleure adaptation à l'évolution de la demande.
- Enfin, au-delà de la place de premier plan occupée par l'industrie française sur les programmes européens Copernicus ou de météorologie spatiale d'EUMETSAT, l'industrie spatiale a engrangé des **succès commerciaux sur le marché de l'observation de la terre à l'export** (Thaïlande, Corée, Pérou…). Ceux-ci sont pour partie à relier aux développements institutionnels comme Myriade Évolution, OTOS et au support à des briques de base innovantes (TMHD…).

Ces excellents résultats de l'industrie nationale dans tous les domaines et les premières mondiales auxquelles les scientifiques français participent, soutenus par un effort d'innovation renouvelé, ne doivent pas faire oublier que le spatial attire de nouveaux pays au niveau mondial et que la concurrence se développe dans tous les domaines.

3) Le CNES a œuvré pour tirer parti des dimensions européenne et internationale

Cette action est visible en analysant les différents domaines d'activité :

- Sur le programme Ariane, le CNES est fortement impliqué en soutien de l'ESA (Cf. chapitre 8.1) et prépare l'évolution du CSG, port spatial de l'Europe. Il prépare activement le futur à travers l'initiative **ArianeWorks**, à travers une coopération tripartite CNES-DLR-JAXA.
- Le programme **CosmicVision est l'épine dorsale** du programme scientifique français, il en est de même pour le programme d'exploration habité E3P.

Des opportunités de collaborations complètent ce programme, telles que SEIS/InSight ou SuperCam avec les USA, Hayabusa/MASCOT avec la JAXA, SVOM avec la Chine… (Cf. chapitre 8.2).

- Les missions **Earth Observation / Copernicus** de l'ESA, de la CE ou EUMETSAT constituent **l'ossature du programme d'observation de la terre français**. Des opportunités de collaboration complètent ce programme comme par exemple SWOT avec les USA, Trishna avec l'Inde, CFOSat avec la Chine. (Cf. chapitre 8.3).
- Le CNES soutient les acteurs français dans le domaine des télécommunications en combinant des activités via **le programme ARTES** de l'ESA et du budget national (Cf. chapitre 8.4).
- Les activités du domaine de la défense sont majoritairement traitées au niveau national. On peut toutefois citer l'activité **EU SST** (Space Surveillance and Tracking) coordonnée au niveau européen avec une action majeure de la France. (Cf. chapitre 8.5).

Comme les contributions à l'ESA lors de la conférence ministérielle de Séville l'ont encore montré, les partenaires européens du CNES investissent de plus en plus dans le spatial avec pour conséquence une base d'emplois qui s'élargit également dans ces pays. De même, le nombre de publications scientifiques s'accroît au niveau européen et mondial, même si l'indicateur de « reconnaissance scientifique », traduisant la qualité des publications, reste encore positif avec un accroissement depuis 2015. Il est donc primordial que l'État poursuive et amplifie ses efforts pour soutenir l'excellence scientifique et le développement industriel avec une base d'emploi forte en France.

Par ailleurs, le CNES a atteint ses objectifs opérationnels

Au-delà de la tenue des indicateurs, les paragraphes précédents de ce document ont permis de montrer que les objectifs opérationnels fixés au CNES ont été remplis et même dépassés.

Pendant cette période, le CNES a fait évoluer significativement son organisation. Il a également déployé rigueur et efficacité en termes de :

- Fonctionnement interne, avec une certification ISO maintenue d'année en année,
- Gestion des ressources humaines qui, tout en respectant les cibles d'ETP et de masse salariale, a su faire évoluer les conditions de travail (Créalab, télétravail…),
- Gestion financière, avec des comptes certifiés sans réserve.

Toutefois les ressources sont très contraintes

En premier lieu, il est nécessaire de souligner que la dotation budgétaire a finalement été inférieure aux hypothèses figurant dans le COP 2016-2020 :

Annulations de crédits (en M€)	2016	2017	2018	2019	2020	Total 2016-2020
P193	0,9	-4,2	-3,7	-26,2	-21,0	-54,3
P191	3,2	-8,7	-0,2	-0,2	-20,8	-26,7
Total	4,1	-13,0	-3,9	-26,4	-41,8	-81,0

La priorité a été de tenir les objectifs du COP en gardant de très fortes exigences en termes de maîtrise des coûts, délais et performances des projets ainsi que la maîtrise de ses dépenses de fonctionnement et de ses effectifs. Les annulations successives de crédits des programmes 191 et 193 ont nécessité la redéfinition ou l'arrêt de certaines actions, en particulier au niveau des investissements productifs et immobiliers.

Le respect des conditions de maintien de la masse salariale s'est traduit par une érosion du potentiel humain (touchant principalement les populations non cadre) et un vieillissement de la population alors que le nombre de sollicitations augmente à travers une variété accrue d'usages et de domaines d'intervention. Les ressources humaines et leur dimensionnement sont l'une des clés de l'action future du CNES et de la préparation du futur.

Le prochain COP devra assurer le bon dimensionnement des ressources nécessaires à la mise en œuvre de la stratégie 2025, notamment :

- Dans le prolongement des décisions prises lors de la conférence ministérielle de Séville, le rééquilibrage entre les deux dimensions du budget du CNES (subventions vers l'activité nationale et contribution ESA) doit être poursuivi afin de maximiser les synergies entre les deux modes d'intervention et donc l'efficacité à moyen terme de la politique spatiale française (Cf. chapitre 5.3).
- Les ressources humaines et financières sur le quinquennat à venir devront permettre de satisfaire les besoins grandissant en termes de projets spatiaux et d'applications spatiales tout en assurant la rénovation des infrastructures et des capacités en soutien aux missions des centres de Kourou et de Toulouse.

9

L'AMBITION 2025

Une stratégie ambitieuse pour la période 2021-2025 définie par une mobilisation totale de l'ensemble du personnel et déclinée autour de 6 enjeux structurants qui se déclinent à leur tour en de multiples initiatives touchant à tous les domaines d'activité du CNES.

Au cours de la période 2015-2019 : à l'initiative de la Direction Générale, une réflexion stratégique participative de large ampleur a été lancée au sein du CNES le 10 janvier 2018, dans le but de réinterroger la vision et les valeurs de l'entreprise, puis d'identifier les défis qui se dessinent pour la décennie à venir, dans un contexte de mutation rapide et d'accélération de l'écosystème spatial mondial.

9.1 LA DEMARCHE DU GROUPE DE TRAVAIL « STRATEGIE 2025 » (GT 2025)

Les réflexions stratégiques préliminaires ont été engagées par un groupe de travail éphémère (le GT 2025), constitué de neuf personnes représentatives des différentes Directions du CNES. Le GT 2025 a eu pleine délégation sur sa méthode et son organisation pour réaliser cette mission. Un exercice « rapide », d'une durée de 6 mois, a été privilégié. Le GT 2025 a pris l'initiative d'interviewer 161 salariés, soit 6.5% de la population du CNES, tous profils confondus.

2 GRANDES TENDANCES SUITE A L'ECOUTE DES COLLABORATEURS

*Le GT 2025 a enregistré une **disposition marquée des collaborateurs à être acteurs de la transformation du CNES**, comme en atteste une série d'initiatives déjà évoquées dans ce document (Connect by CNES, Open Space Makers, l'Observatoire Spatial du Climat, les Rdv de politique technique pour les systèmes orbitaux, ArianeL@b, CSG NG...).*

*Le GT a également collecté une série d'**interrogations sur l'avenir**. Cette préoccupation relative à l'avenir du CNES n'est pas nouvelle mais elle est accentuée par le contexte très évolutif du domaine spatial et fait émerger une interrogation sur la capacité du CNES à s'adapter dans un tempo rapide.*

La démarche d'interviews « *bottom-up* » a été complétée par la prise en compte de diverses données contextuelles et stratégiques évoquées dans le chapitre 2 de ce document (COP État-CNES 2016-2020, Stratégie nationale de la recherche, …), mais aussi par l'examen du positionnement d'autres agences spatiales (ASI, ESA, DLR, JAXA, NASA, ROSCOSMOS, UKSA…).

Un point d'avancement a été tenu en COMEX thématique le 20 février 2018 et un premier partage a été réalisé en séminaire avec les élus du CCSE le 12 avril 2018. La restitution des travaux a été présentée et amendée lors du séminaire managers du 6 juillet 2018 au terme duquel un rapport de synthèse a été élaboré puis remis par le GT 2025 au COMEX en septembre 2018.

Suite à cette réflexion et aux préconisations formulées, la **Direction de la Conduite du Changement (DCG)** a été créée fin 2018 afin de déterminer la partie de ce rapport que s'approprierait le COMEX puis d'accompagner l'émergence de cette vision stratégique tout en favorisant l'expérimentation d'autres organisations et méthodes de travail.

Les orientations émanant du GT 2025 ont été consolidées au sein de comités stratégiques thématiques (groupes de travail temporaires de quelques personnes, nommés par la DCG et représentatifs des thèmes traités) et complétées par les attendus de deux événements majeurs récents : le Séminaire de Prospective Scientifique (SPS) d'octobre 2019 et la Conférence ministérielle de l'ESA en novembre 2019.

La stratégie 2025 a été présentée au Conseil d'Administration de décembre 2019 puis dans les différents centres par le Directeur Général Délégué et la DCG. Le paragraphe suivant en présente les éléments structurants.

9.2 STRATEGIE 2025

La Stratégie 2025 réaffirme, en premier lieu, le rôle fondamental d'un CNES ancré dans le cadre européen et porté par ses valeurs d'expertise, d'innovation, de rigueur, de crédibilité et d'intégrité, au service de l'État et de ses politiques publiques de recherche et d'innovation, de diplomatie et de défense.

Le CNES œuvre pour **développer la filière spatiale française** en contribuant, par ses programmes, à la défense de la nation, à la compétitivité du tissu industriel et à l'augmentation des connaissances de la planète Terre et de l'Univers. Enfin, il nourrit l'intérêt et les vocations des **jeunes générations** par des projets ambitieux, en les projetant dans un avenir de découvertes, de sciences et de technologies.

Dans un environnement en mutation rapide (Cf. chapitre 1), le CNES ambitionne de contribuer de manière cohérente à l'ensemble de ces enjeux à travers deux orientations principales qui vont structurer sa stratégie 2021-2025 :

- **La préparation de l'avenir** : le CNES a vocation à préparer l'avenir de la société en contribuant activement aux systèmes spatiaux de demain, en faisant émerger leurs futurs usages dans les différents domaines d'activité (exploration, sciences, défense, services), en orientant et en aidant le développement de l'écosystème spatial (capacité et compétitivité industrielle, nouveaux acteurs), en formant les futurs utilisateurs à ces nouvelles technologies et à leurs utilisations, et en déployant une stratégie audacieuse de responsabilité sociétale et environnementale.
- **Le maintien du rang de la France** : le CNES est la structure centrale pour maintenir la France en tête des acteurs internationaux du spatial. L'objectif est de poursuivre le développement des coopérations internationales pour accentuer le rayonnement français au niveau européen et mondial.

Ces deux orientations se déclinent en **six enjeux** (ou défis) stratégiques, eux-mêmes décomposés en une vingtaine de **chantiers structurants**. L'ensemble de la démarche est référencé dans la « **Carte stratégique 2019-2025** » qui illustre le cheminement de la réflexion menée au sein du CNES, depuis la vision (le cap), vers les enjeux et enfin les chantiers structurants.

Cette carte stratégique constituera le socle des propositions d'orientation stratégique à inscrire dans le futur Contrat d'Objectifs et de Performance pour la période 2021-2025. De manière synthétique, les six enjeux principaux de cette stratégie portent sur : le **Futur**, le **Rayonnement**, la **Défense**, la **Compétitivité**, la **Science** et la **Transformation**. Le paragraphe suivant propose d'entrer dans le détail du contenu de chacun de ses défis.

Enjeu n°1 - Accroître l'effort d'innovation pour relever les défis futurs, le développement durable et la protection de l'environnement. Investir dans les centres d'excellence technique du CNES.

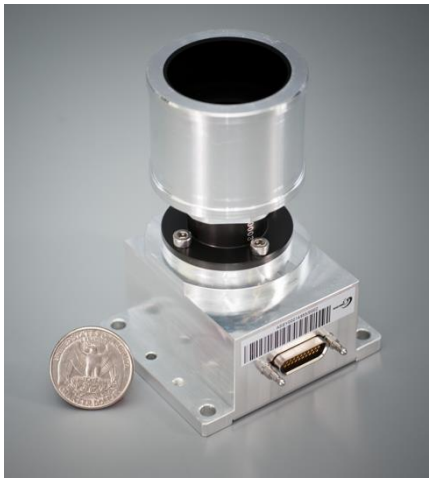
La Stratégie 2025 s'inscrit dans une trajectoire ambitieuse et volontaire visant à placer les activités d'avant-garde au cœur de ses préoccupations. Les efforts consentis dans ce domaine doivent être en mesure d'accompagner, dans un rythme adapté, les activités stratégiques de **montée en maturité technique, technologique, système et applicative,** et d'aider à anticiper les mutations des domaines clés de l'économie tels que :

- Les **lanceurs** : propulsion, réutilisation…
- Les **télécommunications spatiales** : préparer les produits génériques à bas coût, flexibles, à « *time-to-market* » court, relever le défi des constellations, des liaisons optiques…
- L'**observation de la Terre** : préparer les nouveaux mesurables (Infra Rouge Thermique, hyperspectral, lidar, gravimétrie quantique…).

Le **soutien de l'excellence scientifique**, appelant la même dynamique d'avant-garde, est également une préoccupation de premier plan pour assurer un haut niveau d'innovation en instrumentation et technologies spatiales, en traitement et en exploitation des données, des laboratoires français afin de maximiser leur rayonnement et leur valorisation dans les consortia internationaux.

Accélérer l'effort sur les activités d'avant-garde

Pour maintenir, sur les temps longs, les compétences et donc la compétitivité de l'industrie spatiale et des laboratoires spatiaux nationaux à leur meilleur niveau, il est nécessaire d'identifier et de développer les **technologies et expertises clés**, y compris de rupture, au moyen des différents programmes de préparation du futur notamment en partenariat public/privé. L'intention du CNES est d'accentuer l'effort sur ces activités d'avant-garde en adoptant des positions offensives dans la prise de risque technologique et l'accélération des phases de maturation et d'anticipation.



Le senseur stellaire Auriga de Sodern, composant des satellites de la constellation OneWeb

L'accélération de la maturation sera favorisée par diverses initiatives, notamment le déploiement d'une réserve budgétaire dédiée à des projets expérimentaux **« *Proof of Concept* »** ou à des préfigurateurs de service, de taille intermédiaire, destinés à gravir rapidement les échelles de la maturité. Le périmètre d'activités autorise tout type d'innovation technologique, système, applicative, scientifique (plateforme, nanosats, miniaturisation, instruments, segments sols, services digitaux), en orbite comme au sol (station, contrôle commande, mission, …).

La stratégie de responsabilité sociétale et environnementale du CNES

L'effort d'innovation s'inscrira dans le cadre d'une stratégie de responsabilité sociétale et environnementale ambitieuse du CNES, alignée sur la feuille de route française des Objectifs de Développement Durable (ODD). La contribution du CNES aux politiques publiques environnementales sera valorisée par le renforcement des relations avec le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (MTES). L'objectif est de positionner l'établissement comme une référence mondiale du secteur spatial pour la mise en œuvre des ODD et pour son engagement environnemental et sociétal. Le *Space Climate Observatory* (SCO), projet stratégique du CNES, constitue un exemple de cette démarche puisqu'une charte internationale sur le sujet est en cours de création sous l'égide d'un comité directeur international.

Investir dans les centres d'excellence technique

Les efforts d'innovation doivent s'accompagner **d'investissements dans les centres d'excellence technique** du CNES. La modernisation des infrastructures techniques du Centre Spatial de Toulouse (CST-NG) permettra ainsi de répondre aux besoins de préparation des futures missions spatiales, de consolider le caractère opérationnel du CST, de lui permettre de jouer pleinement son rôle de centre d'accueil du Commandement De l'Espace et, dans le même temps, de renforcer son ouverture à l'écosystème spatial dans son ensemble. De la même façon, la base de lancement du Centre Spatial Guyanais sera modernisée (CSG-NG) pour réduire les coûts d'opération et préparer son ouverture à de nouveaux opérateurs : sa disponibilité, sa capacité et sa flexibilité de lancement seront augmentées.

Enjeu n°2 - Étendre la stratégie d'influence de l'établissement (*Soft power*), contribuer au rayonnement de la France à l'international, développer l'esprit « Ambassadeur du CNES ».

A l'international, le paysage spatial est devenu multipolaire, avec une grande variété d'acteurs étatiques. Les coopérations spatiales se développent. Elles permettent de réaliser des projets ambitieux et rendent possibles des démarches diplomatiques inaccessibles dans d'autres secteurs. Le CNES, par son rôle central dans la politique spatiale nationale, est un vecteur de **rayonnement de la France** en agissant sur les deux axes de la **stratégie d'influence** et de la **coopération internationale**.

Avoir une Stratégie d'Influence « *Soft power* »

Soutenir le rayonnement de la France dans les domaines industriels et scientifiques est crucial. L'enjeu de cette démarche de présence et de soutien est d'inscrire la **marque spatiale française** comme une référence naturelle, reconnue et recherchée à l'international créant ainsi un effet de levier de croissance pour les entreprises françaises.

Le CNES, au service de ses tutelles, est un acteur naturel de cette **stratégie de « *Soft power* »** en développant sa présence à l'international, en communiquant sur ses acquis et sur les compétences spatiales françaises et en favorisant les partenariats dans tous les domaines (scientifique, technologique, environnemental, économique et de sécurité). A cette fin, le CNES développe une **politique de communication** et de présence dans des secteurs choisis de la société : grand public, écosystèmes du spatial et autres politiques publiques (santé, mobilité, agriculture, ...), monde de l'éducation et de la recherche… L'enjeu est de renforcer l'image d'un CNES acteur référent d'un secteur spatial moderne, accessible et catalyseur d'initiatives.

Le CNES doit adopter une démarche explicative afin de **mettre en avant l'intérêt**, voire le besoin, de recourir aux technologies et aux données spatiales. En premier lieu, **l'image du CNES** comme **référent fiable, intègre et expert** doit **se renforcer auprès de ses tutelles** pour construire une politique spatiale durable et prospère. Outre ses tutelles, l'éclairage et le soutien du CNES doit aussi **bénéficier à d'autres Ministères** tels que ceux des Affaires Étrangères, de la Transition Écologique et Solidaire, de l'Intérieur… Cette présence doit aussi se décliner au plus près des collectivités territoriales pour mieux inscrire le spatial dans une démarche sociétale.

De plus, la présence active du CNES à l'Union Européenne et à l'ESA est cruciale et une **démarche de lobbying** est indispensable à Bruxelles. Il s'agit notamment de renforcer la présence française au sein des institutions européennes liées au spatial (par exemple à la Communauté Européenne où les Experts Nationaux Détachés jouent un rôle capital).

Pour **l'éducation et la recherche**, la cible est en premier lieu l'Université et les écoles enseignant les techniques spatiales. La présence de représentants du CNES dans les sociétés savantes nationales ou internationales doit se maintenir avec un souci d'efficacité accru afin de véhiculer une image d'acteur de référence. Cependant, une nouvelle démarche doit être entreprise pour sensibiliser à « la racine » d'autres secteurs de l'économie, à travers des formations très variées : écoles de management, de sciences politiques, de droit, de sciences humaines et sociales… L'objectif est d'aider à la prise en compte de l'outil spatial dans les secteurs d'activité.

Dans le **secteur économique** enfin, le CNES développe des relations de confiance, d'ouverture et de bienveillance avec des acteurs à toute échelle (industrie, PME, startups) dans un esprit coopératif et de soutien. Il est aussi nécessaire de développer une **présence partenariale** dans les pôles de compétitivité et les incubateurs, catalyseurs de nouvelles initiatives

Faire rayonner le France grâce aux coopérations internationales

Outre l'accès à des programmes ambitieux, peu accessibles à l'échelle nationale, les coopérations internationales permettent également au CNES **d'acquérir de nouvelles compétences**, dans des secteurs de niches ou en termes de méthodes innovantes ou « *Low cost* » (rovers, nanosats…).

Cette approche a également vocation à s'appliquer au secteur aval, notamment dans le cadre de coopérations avec des nouveaux entrants qui intègrent nativement cette composante de développement économique. Un objectif associé de la coopération spatiale menée par le CNES est d'être **au service de la diplomatie française**. Les bénéfices de la diplomatie spatiale sont politiques puisque le CNES est un vecteur de coopération pour l'État. Le spatial est perçu comme un **objet de coopération prestigieux** et recherché par les partenaires de la France. Il s'agit également d'un domaine stratégique et régalien pour de nombreux États, notamment dans le domaine de la défense.

Une coopération institutionnelle avec le CNES permet ainsi de poser un cadre gouvernemental ouvrant des marchés commerciaux aux acteurs industriels.

En synthèse, les coopérations internationales du CNES répondent à **quatre objectifs structurants** : contribuer à l'excellence technique du CNES et à l'excellence scientifique française, assurer la préparation du futur, aider au développement économique de la France et soutenir la diplomatie française dans toutes ces dimensions.

Les coopérations internationales au cœur de la stratégie du CNES

Le mode d'intervention : des coopérations à large spectre

Le CNES doit s'adapter au nouveau contexte diplomatique sur la scène spatiale mondiale, en forgeant des liens de coopération avec tous les acteurs, et en priorisant ses domaines d'intervention.

Trois types de partenaires internationaux peuvent être distingués. En premier lieu, l'effort spatial français est démultiplié par **l'effet de levier européen**, grâce à la compétence technique de l'ESA et au poids politique de l'UE. A cet engagement au sein des institutions européennes, s'ajoutent les coopérations bilatérales avec les grands partenaires européens (Allemagne, Grande-Bretagne, Italie…). Le CNES entretient par ailleurs des coopérations historiques et structurantes avec **les grands acteurs internationaux** (États-Unis, Japon, Russie, Chine, Inde). Ces alliances permettent de participer à des missions très ambitieuses apportant au CNES une reconnaissance d'excellence internationale. Enfin, le CNES se doit d'engager des relations avec les **nouveaux entrants** qui constituent les partenaires de demain. Malgré la grande disparité de leurs profils, ces États partagent la volonté d'utiliser le spatial pour irriguer leur société et leur économie en profondeur. A ce titre, le CNES peut, dans un premier temps, accompagner leur montée en puissance organisationnelle, technologique ou dans le secteur aval. A plus long terme, le **«** réflexe France **»** ainsi institué facilitera la mise en place de partenariats plus équilibrés, au bénéfice des programmes ou de l'industrie spatiale française.

La conception et la mise en œuvre des coopérations bilatérales du CNES s'appuie sur une équipe CNES dédiée et sur **« la boîte à outils des coopérations internationales »** qui effectue, de manière systématique, la synthèse entre les besoins du CNES (programmes, sciences, innovation, R&D capacités techniques, développement des applications) et les opportunités internationales.

Enjeu n°3 - Renforcer le partenariat avec la Défense pour répondre aux nouveaux enjeux de développement de l'Espace de Défense.

L'un des aspects les plus marquants de la scène spatiale internationale actuelle porte sur **l'importance croissante des enjeux de sécurité et de défense**. Afin de relever ces nouveaux défis, le CNES est engagé dans un travail de **refonte de sa relation avec le Ministère des Armées.**

Dans le domaine spatial militaire, le CNES est impliqué dans **quatre capacités majeures** : le renseignement d'origine image, le renseignement d'origine électromagnétique, les télécommunications et la maîtrise de l'espace. Dans ces domaines, le CNES contribue à :

- La préparation du futur,
- La conduite des programmes d'équipement des forces jusqu'à la qualification et la mise à poste,
- L'exploitation de certains systèmes spatiaux militaires (maintien à poste, expertise qualité image pour l'observation, implication directe dans la mission opérationnelle pour la surveillance de l'espace).

Outre ces activités, le CNES a pour objectif de renforcer sa position d'acteur européen et mondial de premier plan sur les questions relatives aux capacités duales de SSA-SST (*Space Situation Awareness - Space Surveillance and Tracking*) et de STM (*Space Traffic Management*).

L'évolution de la Relation entre le CNES et le Ministère des Armées

L'expertise des ingénieurs du CNES et le succès des programmes qu'ils ont réalisés ont conduit la DGA à **déléguer** au CNES la **maîtrise d'ouvrage** des segments spatiaux des programmes d'observation optique. Le CNES a ainsi assuré cette mission pour les programmes Hélios 1, Hélios 2 et CSO, projets financés par les crédits du Ministère des Armées et s'appuyant largement sur les technologies et les compétences industrielles présentes dans la filière civile.

En parallèle, le CNES a développé sur ses crédits de **recherche duale** le programme innovant d'observation optique (OTOS) pour préparer les technologies nécessaires au programme successeur de CSO.

Concernant les programmes de télécommunications et de ROEM, la DGA a conservé la maîtrise d'ouvrage mais elle a formé, avec le CNES, des équipes de programme intégrées. En outre, le caractère dual des télécommunications par satellites a conduit le CNES et la DGA à cofinancer le développement des technologies futures au travers de plusieurs programmes de démonstration complémentaires.

Le CNES apporte également au Ministère des Armées, son expertise et son soutien pour les **opérations des capacités spatiales de défense**.

La Ministre des Armées, Florence Parly, a présenté le 25 Juillet 2019 la nouvelle stratégie spatiale de défense en insistant sur trois axes d'effort (Cf. chapitre 2.1 et 3.6) :

- La création du **Commandement De l'Espace** basé à Toulouse, placé sous l'autorité de l'Armée de l'Air et dont l'effectif initial de 220 personnes devrait atteindre sa taille nominale en 2025. L'objectif du CDE est de « fédérer et de coordonner tous les moyens consacrés au domaine spatial de défense ».
- Un **axe légal** : la loi française sera adaptée afin d'assurer la capacité d'action civile et militaire de la France dans l'espace.
- Un **axe technologique** qui permettra à la France de protéger ses moyens dans l'espace et de garantir l'appui, depuis l'espace, aux opérations militaires conduites par les forces armées françaises.

Dans ce contexte, afin d'éviter toute duplication inutile et coûteuse, et pour tirer parti de l'expertise nationale de haut niveau déjà financée par l'État pour les programmes spatiaux civils, il est important que soient **renforcés les liens entre le Ministère des Armées et le CNES**, en optimisant le **co-pilotage** des moyens humains, techniques et budgétaires.

Visite de Florence Parly, Ministre des Armées, au CST en février 2020 dans le cadre du lancement du Commandement De l'Espace.

Cette problématique nécessite **de renforcer le niveau d'intégration entre le CNES et les acteurs de la Défense nationale**, pour la R&T, pour les démonstrateurs technologiques, pour la conduite des programmes d'équipement, pour les opérations des moyens spatiaux et pour la surveillance de l'espace. La **généralisation d'un travail en équipes intégrées** à chaque étape du cycle de vie des capacités spatiales de défense permettra de doter les forces armées françaises des meilleures capacités spatiales et de maîtriser les dépenses publiques.

Enjeu n°4 - Renforcer l'écosystème spatial français et européen pour le maintenir parmi les leaders mondiaux, soutenir la compétitivité, définir et soutenir une politique de la donnée.

Dans le contexte de profonde mutation du secteur spatial (révolution numérique, miniaturisation de la technologie et baisse des coûts d'accès à l'espace), de montée en maturité des acteurs nationaux sur le marché des télécommunications spatiales (Thales Alenia Space, Airbus Defence & Space) et d'accroissement de l'initiative privée dans certains secteurs historiquement régaliens, comme l'observation de la Terre à haute résolution, le CNES devra contribuer à renforcer l'écosystème spatial français et européen afin que celui-ci maintienne ses positions, dans tous les creusets d'emploi : accès à l'espace, industrie des satellites, secteur aval.

Soutenir la compétitivité de l'industrie des lanceurs

Les lanceurs **Ariane 6** et **Vega-C** garantissent, chacun dans leur gamme de performance et de mission, l'indépendance d'accès à l'espace dont l'Europe a plus que jamais besoin, compte-tenu du rôle stratégique grandissant des applications spatiales. Le rôle du CNES est de créer, par ses propositions et ses activités en partenariat avec l'ESA, les conditions qui permettront à l'industrie française et européenne des lanceurs de **continuer à faire la course en tête** au niveau mondial.

En pratique, l'ambition du CNES est de **réussir le démarrage de l'exploitation d'Ariane 6**, de préparer les briques technologiques pour la génération suivante (Ariane Next) et de maintenir le **Centre Spatial Guyanais (CSG)** à son rang de **meilleure base de lancement au monde**.

Afin de préparer les futurs développements, le CNES poursuivra, avec ses partenaires, des activités de **recherche et développement** orientées en priorité vers la **propulsion** et la **réutilisation** avec :

- La réalisation du démonstrateur **Prometheus** de moteur méthane-oxygène liquide bas coût et potentiellement réutilisable,
- Le démonstrateur **Callisto** en coopération tripartite (DLR, JAXA) pour tester les principales phases de la récupération d'un premier étage,
- Le projet **Themis**, démonstrateur grandeur nature de premier étage reposant sur la solution Prometheus.

Dans un contexte concurrentiel très sévère, l'agilité et le « *time to market* » sont des facteurs clef de succès. C'est pourquoi le CNES et ArianeGroup ont mis en place en février 2019 **ArianeWorks**, une plate-forme commune d'innovation, ouverte sur le monde des startups et disposant de l'agilité nécessaire pour développer plus rapidement que dans un cadre traditionnel le démonstrateur **Themis**. En 2020, il est prévu de transformer ArianeWorks en entité juridique avec une dotation en capital lui permettant de développer Themis en étroite coopération avec le CNES, ArianeGroup et d'autres partenaires européens.

Soutenir la compétitivité de l'industrie des satellites et du secteur aval

Cette ambition de politique industrielle sous-tend trois enjeux :

- **La compétitivité industrielle sur les marchés commerciaux mondiaux**, sur laquelle repose le modèle économique hybride du secteur spatial français : la captation de revenus sur ces marchés, notamment dans le domaine des télécommunications, de l'observation de la Terre et de la navigation, est une condition essentielle de l'équilibre et de l'efficacité économique d'une filière duale qui assure des missions nationales présentant des enjeux de souveraineté. Il s'agit donc de veiller au **maintien et au développement de la base industrielle nationale** et à sa maîtrise des compétences et des technologies clés.
- La capacité de l'écosystème spatial à **s'adapter aux mutations** : il s'agit notamment pour le secteur spatial de tirer parti de la **transformation numérique** en réussissant son intégration et en démontrant sa valeur ajoutée dans des écosystèmes plus larges (économie de la donnée, 5G…) au service du développement des usages.
- L'apport au reste de l'économie, à travers la **création de valeur** liée à **l'usage des solutions spatiales**, à l'impact sur la productivité des entreprises et des services publics utilisateurs, et au développement d'applications innovantes : il s'agit d'identifier les besoins des secteurs aval et les gisements de création de valeur et d'accroitre le périmètre de l'écosystème spatial en accompagnant les entrepreneurs et en valorisant les compétences, innovations, produits et services d'origine spatiale.

Diverses actions au service de cette ambition de politique industrielle sont identifiées ou en cours d'implémentation, de manière à :

- Accompagner les mutations de l'industrie des télécommunications, de la navigation et de l'observation de la Terre, à travers une adaptation des modes d'intervention aux situations de marché, en instaurant notamment un **pilotage plus léger pour la R&D** proche du marché.
- Stimuler de nouveaux modèles de partenariat en **co-investissement** avec l'industrie (à l'instar des programmes CO3D, KINEIS/ANGELS…).
- Faciliter le **transfert technologique** des laboratoires (concepts instrumentaux, R&T de rupture…) vers l'industrie.
- Intégrer une **dimension industrielle** dans les coopérations internationales (cadre propice à la promotion du « label France » à l'export).

Vue d'artiste d'une partie de la constellation de satellites KINEIS

- S'impliquer davantage dans la dynamique de politique industrielle en renforçant les liens avec **la Direction Générale des Entreprises** et avec certaines associations comme Aerospace Valley ou l'IRT Saint Exupéry qui sont des lieux d'influence.
- Accompagner les transitions de l'**économie de l'infrastructure** vers **l'économie de la donnée,** pour faire émerger des nouveaux systèmes et services, tenant compte des nouvelles concurrences et des possibilités d'hybridation (spatial, terrestre, drones, etc.)
- Soutenir les **applications aval** pour stimuler développement économique, en ciblant les domaines d'excellence régulièrement revisités pour ne pas disperser les moyens (ex : mobilité, environnement/agriculture, santé)
- Renforcer les dynamiques de coopération en faveur des **écosystèmes non spatiaux** (pôles de compétitivité, pôles métiers, incubateurs, cabinets spécialisés en intelligence économique…), notamment dans le cadre de Connect by CNES.

Définir une politique de la donnée claire et assumée

En lien étroit avec l'enjeu n°5 ci-après, il est fondamental de définir une **politique de la donnée** ouverte pour développer les usages**,** en cohérence avec les moyens d'exploitation et de valorisation visés (*Data Lake, Big data*...), et ceci afin de renforcer le positionnement du CNES en tant qu'**Opérateur de la donnée Spatiale, porteur d'excellence technique et scientifique** dans les activités de production et d'exploitation. Cette ambition induit la mise en place de partenariats avec les **acteurs européens du numérique** et la transition progressive d'une approche de développement des systèmes spatiaux, culturellement focalisée sur la maximisation des performances des capteurs, vers une approche visant particulièrement l'optimisation de service.

Enjeu n°5 - Soutenir l'excellence scientifique de la communauté nationale et européenne et répondre aux enjeux sociétaux liés à la connaissance.

Le CNES doit continuer à soutenir l'excellence de la communauté scientifique et répondre aux enjeux sociétaux liés à la connaissance. Il doit animer le ruissellement de la recherche fondamentale permise par le spatial vers des applications au service de la société.

Le partenariat entre le CNES et la communauté scientifique, décrit au chapitre 3.5 de ce rapport, est profond et consubstantiel à l'identité du CNES. C'est en particulier en s'appuyant sur les **conclusions et recommandations issues du Séminaire de Prospective Scientifique de 2019** (Cf. chapitre 2.1) que le CNES développera son action pour la Science dans les années à venir.

Les activités du CNES pour la science et l'exploration comportent des **enjeux de recherche fondamentale** (cosmologie, physique fondamentale…), des programmes **d'exploration humaine et robotique** du système solaire ainsi que des **besoins d'observation de du système Terre** et de son évolution sous l'effet des changements globaux. La première priorité est de répondre aux **besoins de la communauté scientifique française**. Dans le cadre d'une **politique de partenariat inter-organismes** renforcée, le CNES doit également accompagner et anticiper les évolutions du domaine spatial, notamment les enjeux autour de la **donnée** et de l**'innovation** instrumentale.

L'action du CNES s'inscrit enfin dans une volonté de maximiser l'impact du spatial pour les **usages sociétaux**, depuis les services opérationnels (météo, Copernicus…), jusqu'à des applications aval plus spécialisées. La contribution du CNES aux politiques publiques environnementales, inscrite dans le **plan d'application satellitaire**, vise à accompagner la mise en œuvre des **politiques publiques** de compétence ministérielle (milieux, biosphère, air, climat, transport et gestions des crises notamment).

L'influence du CNES dans le domaine scientifique se mesure de différentes manières, notamment par :
- Le niveau et la qualité des publications produites et l'utilisation la plus large des données et produits qui en émanent,
- La visibilité internationale des projets en coopération,
- L'accès des scientifiques français aux responsabilités d'investigateurs et aux données spatiales les plus significatives,
- La satisfaction des partenaires institutionnels,
- Le maintien des compétences nationales et l'appropriation par la société des applications du spatial,
- La production, moins tangible, de rêve et d'inspiration pour les jeunes générations…

La contribution à l'élaboration d'une politique de la donnée

En contribution à l'enjeu n°4 ci-dessus, l'ambition scientifique du CNES, alliée à la complexité croissante des systèmes satellitaires et sols associés et au volume croissant des données produites, nécessitent d'adapter le rôle de l'établissement.

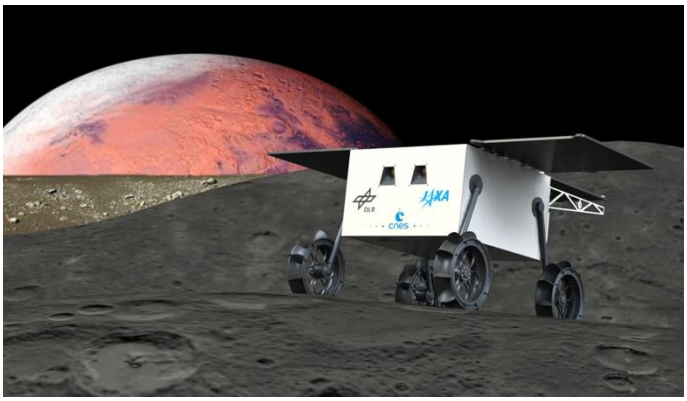
Il convient de renforcer la préparation et la mise en œuvre des programmes scientifiques sur l'axe « données », en prenant en compte, dès le début, la diffusion et l'exploitation des données acquises, ainsi que le contexte d'un **système d'observation global**, intégrant réseaux in-situ, campagnes de mesures et modèles, aux échelles nationale, européenne et internationale, pour répondre à la demande d'une implication plus soutenue dans la production de données à forte valeur ajoutée.

Modes d'intervention et partenariats

L'objectif du CNES est d'obtenir un effet de levier plus important par un mode d'intervention le plus adapté, en respectant les enjeux scientifiques, les coûts, les délais et les performances des systèmes développés, les enjeux de politique technique et industrielle ainsi que les enjeux de coopération. La **construction de modes d'intervention variés** combinant harmonieusement ses ressources propres avec celles des **laboratoires**, des **industriels** et des **PME** est la garantie d'une adaptation efficace à toutes les situations et dans toutes les phases des missions, de la conception initiale jusqu'à la phase d'exploitation et de valorisation des données, en passant par la mise en place de pôles thématiques. La **construction de ces partenariats** doit être élaborée avec les parties prenantes **le plus en amont possible**, avant la constitution des consortia et la remise d'une proposition.

Exploration et vol habité

A l'échéance de quelques dizaines d'années, le défi prépondérant dans ce domaine est sans nul doute celui de l'Odyssée habitée vers Mars (Cf. chapitre 1). Avec le **retour sur la Lune** dans un avenir plus proche, la période actuelle scelle un nouvel essor des ambitions de l'Homme à s'extraire durablement de l'orbite basse terrestre. Cette dynamique induit un **renforcement des activités de vol habité en orbite basse** (ISS, station spatiale chinoise…), mais également un déploiement vers **la Lune et ses orbites** avec la perspective, avant la fin de la prochaine décennie, d'une **occupation humaine permanente** à sa surface.



Vue d'artiste du rover MMX en cours de déplacement sur Phobos

La stratégie du CNES consiste, en premier lieu, à permettre à la France d'assumer un **rôle diplomatique fondamental** qu'elle est vraisemblablement l'une des seules nations à pouvoir tenir, compte tenu de son histoire et de son assise internationale, à travers la promotion d'une **coopération spatiale multipolaire** (Chine, États-Unis, Inde, Russie, …), équilibrée et respectueuse des traités spatiaux. Il s'agit aussi de positionner et de faire **rayonner les intérêts français** institutionnels, industriels, scientifiques, technologiques et commerciaux dans un contexte international souvent compétitif.

Le CNES axe principalement son action au sein du **Programme Enveloppe Européen d'Exploration (E3P)** de l'ESA (Cf. chapitre 3.3) et conduit de façon synchronisée et complémentaire un **programme national** de coopérations bilatérales. Il soutient aussi bien pour l'ESA que pour son propre compte des participations à des missions tierces (USA, Chine, Russie, Inde…). Ces participations visent des **rôles « *d'enabling partner* »** par la fourniture de briques indispensables aux missions (orbiteurs, modules de services…). Elles constituent également des opportunités pour réaliser de la Science et améliorer les connaissances nécessaires aux missions futures.

Des vols réguliers **d'astronautes français** dans l'ISS ou la CSS (*Chinese Space Station*) et bientôt vers le Gateway (station spatiale lunaire sous leadership américain, dans le cadre du programme ARTEMIS) ou la surface lunaire, sont une autre priorité à obtenir au travers du programme E3P de l'ESA.

Pour développer son expertise technique et valoriser ses activités opérationnelles, le CNES a privilégié cinq orientations :

- **Contribuer aux missions scientifiques robotiques** pour les destinations lunaires et martiennes qui préfigurent les vols habités. Ces activités seront aussi sources de développement de compétences, par exemple en dynamique de vol.
- **Développer l'axe technologie** de l'exploration et du vol habité via un effort concerté aux niveaux européen et multilatéral.

- **Renforcer le positionnement du CNES sur les opérations** en développant le FOCSE, centre français pour les opérations en science et exploration. Il s'agit de renforcer le positionnement européen du CADMOS (Centre d'Aide au Développement des activités en Micropesanteur et des Opérations Spatiales) ainsi que les synergies avec les opérations des missions robotiques. Les opérations de l'orbiteur de la mission MSR, mais également d'instruments ou de cubesats lunaires ou martiens, constituent des objectifs qui devront être partagés avec le centre ESOC de l'ESA. Il s'agit également d'amplifier la contribution et la valorisation des filiales **MEDES** (Institut de médecine et de physiologie spatiale) et **Novespace** (Vols paraboliques 0G).

L'équipe du CADMOS au CST en 2016

- Accueillir au CST un dispositif **« *spaceship* »**[45] qui vise à constituer un pôle d'innovation amont fédérant les initiatives des partenaires (étudiantes, universitaires, voire de startups) et filiales autour d'un centre de compétences industrielles et opérationnelles et d'une infrastructure de tests et d'expériences.
- Favoriser l'implantation sur le sol français d'une **infrastructure Européenne de Réception d'Échantillons planétaires** et notamment martiens.

Enjeu n°6 - Réussir la transformation interne au service des priorités stratégiques.

Les entreprises évoluent désormais dans des contextes à la complexité croissante (globalisation, évolution des valeurs, nouvelles technologies, explosion des données…). Sous la pression de ces changements majeurs, le travail change. Ce sont pour l'établissement des **défis d'opportunité** qu'il faut savoir saisir et accompagner.

Besoin de sens, éthique, responsabilisation, confiance, audace : des mots forts qui expriment le besoin des collaborateurs d'aujourd'hui et dont il faut tenir compte. Dans ce contexte, il est crucial d'accompagner les collaborateurs à appréhender professionnellement un monde de plus en plus complexe, incertain, voire instable et ainsi définir une stratégie sur le **« futur du travail »**.

Placer la dimension humaine au centre des enjeux :

- **Un collaborateur éclairé** : cette proposition consiste à s'assurer que les collaborateurs disposent d'une compréhension de la complexité de leur environnement pour mieux déterminer pour eux-mêmes et pour le collectif les évolutions dont il faut tenir compte.
- **A la recherche d'ouverture** : favoriser l'ouverture du CNES sur son environnement afin de développer davantage l'innovation et l'adaptabilité. Cette ouverture peut être favorisée notamment dans les modalités de travail aussi bien au niveau de l'espace de travail (*co-working, jobsharing*…) que dans la logique de parcours professionnels (dispositifs de mobilité interne plus souples dans un objectif de développement des compétences, ouverture vers d'autres entreprises et d'autres dispositifs en matière de mobilité externe, etc.).
- **Évoluant dans une dynamique organisationnelle** : il convient de passer d'une organisation en silos à une organisation plus horizontale, riche de communautés actives ou d'équipes éphémères. Une entreprise qui sait mobiliser l'intelligence collective, qui mise sur le collaboratif, fait le pari de la confiance et accorde un espace de liberté pour que l'innovation et la créativité émanent des équipes.
- **Disposant de la liberté d'expérimenter et d'une parfaite aisance dans le monde digital** : l'évolution des entreprises au travers de la Transformation Numérique conduit le Système d'Information à s'adapter en abandonnant le rôle actuel de fournisseur de services pour devenir un partenaire intégré des métiers, des structures et des salariés dans la réalisation de leurs missions. L'émergence de ces nouveaux usages numériques doit se faire de façon naturelle, transparente et intuitive pour les collaborateurs à l'instar de ce qu'ils pratiquent dans leur vie personnelle.

[45] En référence au « Spaceship EAC » de l'ESA, une initiative de partenariat entre l'EAC (*European Astronaut Center*) et les universités autour du futur de l'exploration spatiale : www.esa.int/About_Us/EAC/Spaceship_EAC

Les nouvelles technologies de plus en plus matures comme l'Intelligence Artificielle, les objets connectés, la réalité virtuelle et augmentée… sont implémentées de façon proactive avec les métiers pour les soulager des tâches à moindre valeur ajoutée et permettre ainsi aux collaborateurs d'exercer leur expertise de façon facilitée.

Réussir la transformation interne

L'entreprise de 2030 manifestera un besoin encore plus accru d'adaptabilité et de réactivité. Les clés du succès seront moins la maîtrise initiale des savoirs que la capacité à intégrer et à composer de nouveaux savoirs. Collaborer, coopérer, coordonner l'information d'où qu'elle vienne et transmettre les savoirs organisationnels et les compétences seront les gages de viabilité des organisations à l'avenir.

Atelier Cré'action au Créalab

Pour atteindre ces ambitions, l'enjeu est de réussir cette transformation interne en mettant en œuvre les moyens permettant d'engager les changements attendus. Cette transformation est à la fois culturelle, organisationnelle (au sens organisation du travail) et nécessitera le développement de compétences des individus et des collectifs de travail dans le domaine des « *soft skills* ».

Le CNES et ses salariés possèdent de nombreux atouts pour amorcer ces transformations :

- Une « **culture projet »** et des groupes de travail facilitant le passage au travail collaboratif en communautés,
- La **force du collectif** et l'esprit d'équipe, terreau favorable au déploiement de l'esprit collaboratif,
- Une **culture « système de système »**, en cours d'ouverture aux domaines des sciences humaines (stratégie, sociologie des organisations…),
- Une **culture de la mobilité professionnelle** en faveur de l'employabilité de chacun tout au long de sa carrière,
- Une **culture de la formation** tout au long du parcours professionnel,
- La volonté manifeste de mettre en place des **expérimentations.**

CONCLUSION

Au cours des cinq dernières années, le CNES a traversé une période jalonnée de résultats remarquables. L'industrie spatiale nationale a su maintenir ses positions, dans un environnement international à haut niveau de compétitivité, tandis que la communauté des sciences spatiales a connu un cycle fécond, aussi bien en termes de résultats que de décisions de programmes.

Notre établissement a atteint tous les objectifs programmatiques et de fonctionnement auxquels il avait souscrit dans le Contrat d'Objectifs et de Performance 2016-2020, signé entre l'État et le CNES, ce dont ses tutelles lui ont donné quitus.

Le présent rapport d'auto-évaluation a été préparé par un groupe de travail issu des différentes directions du CNES, qui a rendu compte au COMEX de l'avancement de ses travaux sur une base régulière. Ce processus de construction a permis de fédérer l'ensemble des directions autour d'un ensemble de constats et de messages, consolidé par une vision transverse.

Les orientations stratégiques présentées dans ce document se sont nourries des conclusions du Séminaire de Prospective Scientifique du Havre en 2019 et de la réflexion interne Stratégie 2025, engagée dès 2018, qui a conduit à identifier les six grands défis évoqués dans l'avant-propos de ce document. Elles prennent aussi en considération les réflexions partagées avec les partenaires institutionnels et industriels du COSPACE, dans le cadre de la préparation de la conférence ministérielle de l'ESA de novembre 2019 ainsi que l'évolution des relations entre le CNES et la défense avec la création du Commandement De l'Espace. L'ensemble, amplement élaboré avec les différents partenaires du CNES, constitue le socle du futur Contrat d'Objectifs et de Performance.

En parallèle, la gouvernance du CNES a elle aussi évolué pour prendre en compte les mutations en cours, ce qui a conduit à moderniser le système de management, la gestion des risques, le schéma directeur informatique et la maîtrise de la sécurité, en particulier en ce qui concerne le système d'information.

Enfin, le CNES est résolument engagé dans cette grande et belle ambition au service de l'ensemble des citoyens de la Terre, de contribuer à l'atteinte des Objectifs de Développement Durable. Les questions environnementales y occupent une position centrale pour laquelle l'effet de levier de l'outil spatial est prépondérant, comme en témoigne l'initiative internationale prise à travers le *Space Climate Observatory*.

L'ensemble de ces acquis et l'engagement de ses 2.400 collaboratrices et collaborateurs, permettent de construire le CNES d'aujourd'hui et de réfléchir à celui de demain. Ce sont autant de signes qui rendent confiants dans l'avenir, au moment où se prépare le Contrat d'Objectifs et de Performance 2020-2025. A cet égard, l'appréciation qui sera portée par le HCERES revêtira une importance absolument capitale.

GLOSSAIRE

AID : Agence de l'Innovation de Défense
ANITI : Artificial & Natural Intelligence Toulouse Institute
ANSSI : Agence Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information
APR : Appel à Propositions de Recherche
ATC : Autorité Technique Centrale
BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CDE : Commandement De l'Espace (au CNES)
CE : Commission Européenne
CEA/CEAE : Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies alternatives
CERES : Comité d'Évaluation de la Recherche Spatiale
CERFACS : Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique
CERT : Comité d'Évaluation de la R&T
CIASSP : Commission Interministérielle d'Audit Salarial du Secteur Public
CIM : Commission Interne des Marchés
CNES : Centre National d'Études Spatiales
COMETS : Communautés d'Experts
COMEX : Comité Exécutif
COMUE : COMmunautés d'Universités et d'Établissements
COP : Contrat d'Objectifs et de Performance
CPS : Comité des Programmes Scientifiques
CSE : Conseil Social et Économique
CSG : Centre Spatial Guyanais
CST : Centre Spatial de Toulouse
DAE : Direction des Achats de l'État
DAJ : Direction des Achats et des affaires Juridiques du CNES
DCG : Direction de la Conduite du Changement du CNES
DCO : Direction de la Communication du CNES
DCS : Direction Centrale de la Sûreté du CNES
DEFIS : DEFence Industry and Space
DEI : Dossier d'Engagement Interne
DF : Direction Financière du CNES
DGA : Direction Générale de l'Armement
DGAC : Direction Générale de l'Aviation Civile
DIA : Direction de l'Innovation des Applications et de la Science du CNES
DIE : Direction de l'Immobilier de l'État
DLA : Direction des Lanceurs du CNES
DN : Défense Nationale
DNO : Direction du Numérique, de l'exploitation et des Opérations du CNES
DPI : Direction de la Programmation de l'International et de la qualité du CNES
DREAL ou DEAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DRH : Direction des Ressources Humaines du CNES
DRSD : Direction du Renseignement et de la Sécurité de Défense du Ministère des Armées
DSC : Direction des Services Comptables du CNES
DSO : Direction des Systèmes Orbitaux du CNES
E3P : Programme Européen Enveloppe d'Exploration de l'ESA
EAR : Export Adminsitration Regulations
ECI : European Component Initiative
EGNOS : European Geostationary Navigation Overlay Service
ELA4 : Ensemble de Lancement Ariane n° 4 (Ariane 6)
ENAC : École Nationale de l'Aviation Civile
ENSEEIHT : École Nationale Supérieure d'Électrotechnique, d'Électronique, d'Informatique, d'Hydraulique et des Télécommunications
ENSICA : École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Constructions Aéronautiques
EPIC : Établissement Public à caractère Industriel et Commercial
EPRD : État Prévisionnel des Recettes et Dépenses
ESA : Agence Spatiale Européenne
ESA BIC : ESA Business Incubation Center
GBCP : Gestion Budgétaire et Comptable Publique
GPEC : Gestion Prévisionnelle des Emplois et des Compétences
GSTP : General Support Technology Programme de l'ESA
HCERES : Haut Comité d'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur
HFDS du MESRI : Haut Fonctionnaire de Sécurité et de Défense
IAS : Institut d'Astrophysique Spatiale
IG : Direction de l'Inspection Générale du CNES
INPI : Institut National de la Propriété Intellectuelle
INRAE : Institut National de Recherche pour l'Agriculture
INSEE : Institut National de la Statistique et des Études Économiques
INSU : Institut National des Sciences de l'Univers
IOD/IOV : In Orbit Demonstration / In Orbit Validation
IRAP : l'Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie
IRD : Institut de Recherche pour le Développement
ISAE-SUPAERO : Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace
ISO : International Organization for Standardization
ITAR : International Traffic in Arms Regulations
JAXA : Japan Aerospace eXploration Agency
LAM : Laboratoire d'Astronomie Spatiale
LATMOS : Laboratoire ATmosphères, Milieux, Observation Spatiales
LEO : Low Earth Orbit
LESIA : Laboratoire d'Études Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique
LOS : Loi relative aux Opérations Spatiales
LPC2E : Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l''Espace
MEO : Medium Earth Orbit
MESRI : Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche et de l'Innovation
MINARM : Ministère des Armées
MTES : Ministère de la Transition Écologique et Solidaire
MSR : Mars Sample Return
NASA : National Aeronautics and Space Administration
ODD : Objectifs de Développement Durable
OIV : Opérateur d'Importance Vitale
OMP : Observatoire Midi-Pyrénées
ONERA : Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales
OPECST : Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques
PEPS : Plateforme d'Exploitation des Produits Sentinel
PERSEUS : Projet Étudiant de Recherche Spatiale Européenne Universitaire et Scientifique
PI : Propriété Intellectuelle
PIA : Programme d'Investissements d'Avenir
PME : Petites et Moyennes Entreprises
PMI : Petites et Moyennes Industries
PMT ESA : Plan à Moyen Terme de la contribution française à l'ESA
PMT Multilatéral : Plan à Moyen Terme Multilatéral
PPRT : Plan Pluriannuel de R&T
PPST : Protection du Patrimoine Scientifique et Technique
PRODEX : PROgramme de Développement d'Expériences scientifiques de l'ESA
PSDN : Protection du Secret de la Défense Nationale
R&D : Recherche et Développement
RSE : Responsabilité Sociétale des Entreprises
RTD : Réunion de Travail de la Direction du CNES
SCO : Space Climate Observatory
SGPI : Secrétariat Général Pour l'Investissement
SMC : Système de Management du CNES
TOSCA : Terre - Océan - Surfaces Continentales - Atmosphère
TRL : Technology Readiness Level
UE : Union Européenne

La réalisation de ce rapport a été pilotée lors des Réunions mensuelles de Travail de la Direction (RTD).

Groupe de rédaction : Pascale ALIX (DRH), Bernard AZEMA (CSG), Jean-Paul BERTHIAS (DSO), Philippe BORDELAIS (DF), Sylvie CALLARI (IG), Gérald DUPRE (DAJ), Éric FIEUX (DLA), Brice LAMOTTE (DCO), Stéphanie MOUTHON (DF & DCG), Patricia SCHULTHEIS (DPI), Christian SIRMAIN (DIA), Jean-Claude SOUYRIS (DIA), Vincent TOUMAZOU (DNO), Pascale ULTRE-GUERARD (DPI)

Ont également contribué à la rédaction : Céline ANGELELIS (DIA), Jean AUSSAGUEL (DF), Brigitte BEHAL (DAJ),Jean-Claude BENECH (DNO), Jean BLOUVAC (DIA), Éric BOUSSARIE (DIA), Sandrine CAZE (DSC), Philippe CLERC (DAJ), Jean-Marc CHARBONNIER (DIA), Bernard CHEMOUL (IG), Selma CHERCHALI (DIA), Michel FAUP (DIA), Francine FELICITE (DIA), Jean-Pierre FORTEA (DIA), Isabelle GIBECK (DSO), Alain GLEYZES (DSO), Jean-Pierre GLEYZES (DNO), Philippe GUAY (DPI), Armelle HOUSSAIS (DF), Olivier LA MARLE (DIA), Juliette LAMBIN (DIA), Pierre LODS (DCS), Philippe MAISONGRANDE (DIA), Mioara MANDEA (DIA), Oliver MARSAL (DNO), Véronique MARIETTE (DIA), Jean-Youri MARTY (DIA), Laurence MONNOYER-SMITH, Véronique PALATIN (DLA), Denis PERRIOT (DNO), Jérôme ROUSSEAU (DIA), Gaël SCOT (DF), Antoine SEILLAN (DF), Jean-Marc SOULA (DNO), Éric THOUVENOT (DCS), Jean-Philippe TAISANT (DIA), Pierre ULRICH (DRH), Christophe VENET (DPI), Cécile VIGNOLLES (DIA), Éric WERLING (DAJ)

Composition : Marie FESUICK**,** Éric MEDAILLE (DCO)

Photothèque du CNES : Orianne ARNOULD, Marie-Claire FONTEBASSO

Crédits : *ACO - Airbus Defence & Space - Albinet M. - Arianespace - ArianeGroup - Bazile JL. - Benoit R. - Blackbear - Boucon D. - CNES - Corvaja S. - CSG Service optique vidéo - DGA - Ducros D. - ESA - Gaia/DPAC - Grimault E. - Huart J. - IRAP - JPL Caltech - Kineis - Le Bras G. - Maligne F. - Martin S. - MESRI/XR Pictures - Mira Production/Parot R. - Moyne JL. - O'Communication - Ollier A. - Panet et al./Nature Geosciences - Peus C. - Piraud H. - Quis Production/Quignaux F. - Satter O. - Sodern - SXS/LIGO - Thales Alenia Space - Tronquart N.*

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

CENTRE SPATIAL DE TOULOUSE
18 avenue Edouard Belin
31401 Toulouse Cedex 9
Tel : +33 (0)5 61 27 31 31

CENTRE SPATIAL GUYANAIS
BP 726
97387 Kourou Cedex
Tel : + 594 (0)5 94 33 51 11

cnes.fr

MARS 2020