

R É P U B L I Q U E F R A N Ç A I S E

BUDGET GÉNÉRAL
MISSION MINISTÉRIELLE
PROJETS ANNUELS DE PERFORMANCES
ANNEXE AU PROJET DE LOI DE FINANCES POUR

2022

RECHERCHE SPATIALE



PROGRAMME 193

RECHERCHE SPATIALE

MINISTRE CONCERNÉ : BRUNO LE MAIRE, MINISTRE DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES ET DE LA RELANCE

PRÉSENTATION STRATÉGIQUE DU PROJET ANNUEL DE PERFORMANCES

Thomas COURBE

Directeur général des entreprises

Responsable du programme n° 193 : Recherche spatiale

Le programme « Recherche spatiale » a pour finalité d'assurer à la France et à l'Europe la maîtrise des technologies et des systèmes spatiaux nécessaires pour faire face aux enjeux d'autonomie stratégique et de sécurité, de développement économique, de recherche, d'environnement ou encore d'aménagement du territoire qui se posent ou sont susceptibles de se poser à elles. La stratégie du programme est mise en œuvre pour l'essentiel par son opérateur principal, le Centre national d'études spatiales (CNES), dans le cadre du contrat pluriannuel d'objectifs et de performance qui le lie à l'État. Elle est résolument tournée vers :

- l'essor économique d'un secteur porteur de croissance et créateur d'emplois en utilisant le levier de l'export pour soutenir le développement des entreprises françaises ;
- l'innovation permettant à l'industrie de maintenir sa supériorité technologique et sa compétitivité ;
- le développement de l'usage du spatial au service du citoyen, de la société et de l'État, en apportant, grâce aux solutions satellitaires, des réponses innovantes et efficaces aux enjeux de notre société et aux besoins régaliens ;
- l'amélioration de la connaissance, sur les grandes questions scientifiques en sciences de l'Univers et sur le fonctionnement du système terrestre, notamment pour la compréhension et le suivi du changement climatique.

Par ailleurs, le programme 193 finance la contribution française à l'Organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques (Eumetsat), qui développe et opère une flotte de satellites météorologiques européens en orbite géostationnaire (Meteosat) et en orbite polaire (Metop et EPS), les exploite et en diffuse les résultats. Les techniques spatiales étant intrinsèquement duales, la coopération avec le ministère des armées est particulièrement importante ; le CNES est aussi subventionné par le programme 191 « Recherche duale » (civile et militaire).

En dépit de l'importance croissante du rôle des investisseurs privés dans le secteur spatial, la contribution directe ou indirecte des États au financement des programmes et infrastructures spatiales reste essentielle. Les applications commerciales, bien qu'indispensables et en forte croissance, ne suffisent en général pas à couvrir l'ensemble des coûts de développement, de déploiement et d'opération des infrastructures spatiales. Dès lors, les orientations retenues par la puissance publique en matière de politique spatiale sont primordiales. Pour identifier les priorités stratégiques de la filière spatiale française tout en optimisant l'investissement public dans ce secteur, le Comité de concertation État-industrie sur l'Espace (COSPACE) rassemble les représentants des ministères concernés, les communautés scientifiques, le CNES, le Groupement des industries françaises aéronautiques et spatiales (GIFAS), les industriels (des maîtres d'œuvre jusqu'aux PME et aux startups), les opérateurs et les fournisseurs de services.

L'industrie spatiale européenne s'est fortement structurée au cours des années 2010 avec l'émergence d'un maître d'œuvre principal pour les lanceurs (ArianeGroup, alliance d'Airbus et du motoriste Safran dont la filiale Arianespace est l'opérateur des lancements depuis le Centre Spatial Guyanais), et de trois maîtres d'œuvre concurrents pour les systèmes satellitaires (Airbus Defence & Space (ADS), Thales Alenia Space (TAS) et l'allemand Orbitale Hochttechnologie Bremen (OHB)). Aussi les agences spatiales ont principalement vocation à assurer la maîtrise d'ouvrage des programmes, la préparation du futur et le soutien à l'excellence technique, en veillant à ce que l'industrie reste à la fois compétitive, innovante et compétente. L'intensité de la concurrence portée par des industriels américains soutenus par la puissance publique au moyen de commandes et d'aides au développement et l'émergence de puissances spatiales, autrefois peu ouvertes à l'exportation, telles que la Chine, l'Inde, le Japon ou Israël, plaident en faveur du soutien de l'État à l'industrie spatiale. C'est plus particulièrement le cas pour le secteur des télécommunications, où les industriels français sont parmi les principaux acteurs mondiaux et font l'objet d'une très forte compétition internationale, dans un contexte de mutation du marché vers de grandes constellations de satellites en orbite basse et une baisse significative des commandes de satellites en orbite géostationnaire. -

Les programmes engagés dans le cadre de l'Agence spatiale européenne (ESA) et du programme d'investissements d'avenir (PIA) relatifs à la nouvelle génération de satellites de télécommunications utilisant une propulsion tout

électrique se poursuivent. L'objectif est de renforcer l'industrie française et européenne face à ses concurrents transatlantiques. L'État et l'industrie ont engagé des projets ambitieux de développement de plates-formes géostationnaires de nouvelle génération, optimisées pour la propulsion-électrique (NEOSAT, satellite à propulsion électrique), de développement des charges utiles Internet très haut débit (THD) et du segment sol associé très haut débit par satellite (THD-SAT), de développement des processeurs numériques, de communications optiques et d'autres technologies permettant d'intégrer de la flexibilité dans des satellites Internet. Ce sont déjà plus d'une vingtaine de satellites issus des filières NEOSAT et autres filières de satellites tout électriques qui ont été vendus par TAS et ADS.

Enfin, le développement des applications spatiales et des services est stratégique pour la filière des infrastructures spatiales en raison de son impact sur la croissance du marché des satellites et des lanceurs. Le secteur aval commence à se développer mais peine encore à construire des modèles économiques viables. Le CNES a déjà noué plusieurs accords de partenariats avec des acteurs industriels, comme la SNCF, avec des instituts fédérant des filières, comme VEDECOM pour l'automobile, mais aussi avec des régions utilisatrices de services spatiaux. Il a déployé des efforts pour mettre en place des outils d'aide à la diffusion et à l'utilisation des capacités et données spatiales au travers de l'initiative « Connect by CNES ». En complément, le COSPACE accompagne sept dispositifs régionaux d'accélération de projets appelés « Boosters » qui regroupent des acteurs du spatial, du numérique et des domaines applicatifs. Ces structures, portées par des pôles de compétitivité, ont pour mission de faire émerger des projets innovants valorisant les données spatiales grâce aux technologies numériques, de créer un environnement favorable au rapprochement des acteurs de différents secteurs et d'accompagner les entreprises qui développent et commercialisent ces nouveaux services. En plus d'une présence à Station F, campus de startups, le CNES a également été retenu par BPI-France comme chef de file d'un consortium apporteur d'affaires pour le fonds d'investissement « French Tech Seed » afin de compléter cet effort de soutien à un nouvel écosystème. L'État s'est saisi de cet enjeu dans le cadre du plan de relance spatial à travers un dispositif dédié à la filière aval du spatial. Il s'agit de la première étape d'une politique industrielle orientée vers la structuration par l'aval de la filière spatiale française. Les activités commerciales en lien avec les applications spatiales et les usages connaissent en effet une croissance importante.

C'est à l'échelle européenne que l'ensemble des moyens disponibles pour la définition d'une politique spatiale d'envergure susceptible d'assurer et de renforcer la position de leadership européen doivent être mobilisés de manière efficace. Si historiquement la maîtrise d'ouvrage des programmes spatiaux européens était assurée par l'Agence spatiale européenne (ESA) ou Eumetsat, l'Union européenne joue désormais un rôle majeur dans le secteur spatial et a adopté le plus important budget spatial de son histoire dans le Cadre Financier Pluriannuel 2021-2027. Il permettra la montée en puissance des programmes Copernicus (développement des services ; 8 satellites Sentinel en orbite actuellement, une nouvelle génération de satellites en cours de développement), EGNOS et Galileo (26 satellites en orbite depuis juillet 2018 et premiers services opérationnels depuis fin 2016), ainsi que le lancement de nouveaux programmes portant sur la surveillance de l'espace (SSA/SST) ou les communications gouvernementales par satellite (GovSatCom).

L'Union a d'autre part adopté un règlement spatial européen en mai 2021 auquel la France a très largement contribué. En outre, la Commission européenne a négocié avec l'ESA et l'EUSPA (la nouvelle agence de l'Union pour le programme spatial créée par le règlement spatial) un accord de partenariat financier tripartite (FFPA) qui a été finalisé en juin 2021 pour la mise en œuvre du programme spatial.

La stratégie spatiale française en Europe est définie en cohérence avec les résolutions prises par les ministres européens lors des différentes réunions du Conseil espace conjoint à l'UE et l'ESA. Elle s'exprime à l'occasion des Conférences ministérielles de l'ESA dont le prochain aura lieu en novembre 2022 à Paris. Cette conférence déterminera les engagements de la France pour les trois prochaines années en termes de soutien stratégique pour le domaine des lanceurs ainsi que pour les activités des industriels français sur les systèmes orbitaux (sciences, exploration, télécommunications, observation de la Terre, etc.). A l'issue de la dernière conférence ministérielle qui s'est déroulée en 2019 à Séville, la France a été le premier contributeur à l'ESA sur les programmes lanceurs et le troisième dans le domaine des satellites. Alternativement, certains programmes spatiaux ambitieux sont développés en coopération bilatérale directe entre le CNES et la NASA (exploration martienne, par exemple) ou d'autres partenaires étrangers (Chine, Inde, Japon, etc.), ou en coopération entre l'ESA et des grands partenaires non européens (NASA, Roscosmos).

RÉCAPITULATION DES OBJECTIFS ET DES INDICATEURS DE PERFORMANCE

OBJECTIF 1	Intensifier le rayonnement international de la recherche et de la technologie spatiales françaises
INDICATEUR 1.1	Production scientifique des opérateurs du programme
INDICATEUR 1.2	Chiffre d'affaires à l'export de l'industrie spatiale française rapporté aux investissements des cinq dernières années
OBJECTIF 2	Garantir à la France et à l'Europe un accès à l'espace libre, compétitif et fiable
INDICATEUR 2.1	Part du marché « ouvert » des lancements de satellites prise par Arianespace
INDICATEUR 2.2	Coût moyen du lancement de satellites par le lanceur Ariane 5
OBJECTIF 3	Maîtriser les technologies et les coûts dans le domaine spatial
INDICATEUR 3.1	Tenue des coûts, des délais et des performances pour les 10 projets phares du CNES
OBJECTIF 4	Intensifier les efforts de valorisation de la recherche spatiale dans le but de répondre aux attentes de la société
INDICATEUR 4.1	Nombre d'instruments spatiaux développés ou co-développés par la France utilisés à des fins applicatives
OBJECTIF 5	Parfaire l'intégration européenne de la recherche spatiale française
INDICATEUR 5.1	Taux de présence des projets européens dans les projets financés par le CNES

OBJECTIFS ET INDICATEURS DE PERFORMANCE

ÉVOLUTION DE LA MAQUETTE DE PERFORMANCE

Aucune évolution de la maquette de performance du programme entre le PAP 2021 et le PAP 2022.

OBJECTIF

1 – Intensifier le rayonnement international de la recherche et de la technologie spatiales françaises

Les techniques spatiales contribuent de manière essentielle aux progrès de la science, les données obtenues par les grands observatoires spatiaux ne pouvant la plupart du temps pas être acquises autrement. Pour la compréhension du changement climatique par exemple, la majorité des variables climatiques essentielles, soit 26 des 50 variables, ont besoin du spatial pour être pertinentes. L'utilisation scientifique de l'accès à l'espace a constitué une véritable révolution en ce qui concerne l'étude et l'exploration de notre univers. Les communautés scientifiques françaises jouent un rôle de premier plan au niveau mondial et plus particulièrement en Europe, dans le choix des programmes et leur exploitation scientifique.

INDICATEUR

1.1 – Production scientifique des opérateurs du programme

(du point de vue du citoyen)

	Unité	2019 Réalisation	2020 Réalisation	2021 Prévision PAP 2021	2021 Prévision actualisée	2022 Prévision	2023 Cible
Part française des publications de référence internationale liées à la recherche spatiale dans la production mondiale	%	3,5 (valeur semi-définitive)	3,3 (valeur estimée)	3,2	3,1	2,9	>3
Part française des publications de référence internationale liées à la recherche spatiale dans la production de l'Union européenne (UE 28)	%	13,3 (valeur semi-définitive)	13,3 (valeur estimée)	13,5	13	12,8	>=13
Part de la production scientifique des opérateurs du programme dans l'espace France-Allemagne-Royaume-Uni	%	28,9 (valeur semi-définitive)	28,8 (valeur estimée)	28,6	28,3	27,7	30
Reconnaissance scientifique des opérateurs du programme	indice	1,6 (valeur semi-définitive)	1,5 (valeur estimée)	1,3	1,5	1,5	1,2

Précisions méthodologiques

Sources des données : Base OST, Web of Science, calculs OST-HCERES

Mode de calcul :

Sous-indicateurs « Part française des publications... »

La part française des publications des opérateurs du programme de référence internationale liées à la recherche spatiale se calcule en divisant le « nombre de publications françaises de référence internationale des opérateurs du programme liées à la recherche spatiale » par le « nombre de publications de référence internationale de l'UE 28 » (part européenne), « du monde » (part mondiale) ou de l'espace « France-Allemagne-Royaume-Uni » liées à la recherche spatiale.

Sous-indicateur « Reconnaissance scientifique »

La reconnaissance scientifique est exprimée par l'impact normalisé par domaine (IND) à deux ans des publications françaises liées à la recherche spatiale des opérateurs du programme. L'indice pour une année « n » est défini par le nombre moyen de citations (au cours de l'année n et de l'année n+1) des publications françaises pour l'année « n », rapporté au nombre normalisé par la moyenne des citations des publications mondiales dans ce domaine et calculée dans les mêmes conditions. La valeur de l'indicateur pour une discipline est exprimée par la moyenne pondérée des valeurs pour chacun des domaines de recherche qui composent la discipline. Lorsque l'indice est supérieur (ou, à l'inverse, inférieur) à 1, les publications de la France ont un impact supérieur (ou, à l'inverse inférieur) à l'impact moyen des publications de l'ensemble du monde.

Ce sous-indicateur est une mesure de l'impact scientifique des publications des chercheurs français impliqués dans la recherche spatiale. En effet, les citations des publications issues de ces chercheurs faites par d'autres publications sont considérées comme une indication fiable de l'impact des

publications française sur les travaux des chercheurs à l'échelle internationale. Ce sous-indicateur permet de compléter la mesure de la production (cf. indicateur précédent) afin de ne pas induire un éventuel comportement « productiviste » de la part des chercheurs, au détriment de la qualité de leurs publications.

Tous les indicateurs sont calculés en compte fractionnaire, c'est-à-dire en tenant compte du nombre de laboratoires signataires de chaque publication. Par exemple, une publication qui a trois adresses différentes, 2 en France et une en Allemagne, contribuera à la production française à hauteur de 2/3 et à la production allemande à hauteur de 1/3.

Afin de lisser les variations non significatives liées à l'évolution des journaux référencés dans chaque discipline, on adopte l'usage habituel en bibliométrie de calcul de l'indicateur en moyenne triennale glissante : la valeur indiquée en année n est alors la moyenne des valeurs constatées en n, n-1 et n-2.

Limites et biais connus : calculé sur un périmètre relativement étroit, comportant un nombre limité de publications et à partir d'un corpus reposant sur l'identification de missions spatiales, l'indicateur apparaît assez instable. Les évolutions d'une année à l'autre doivent donc être interprétées avec prudence. De même l'établissement de cibles est un exercice délicat.

Deux ans est un laps de temps très court pour mesurer l'impact scientifique d'une publication, notamment dans certaines disciplines. Ce délai permet d'avoir un indicateur pour une année relativement récente, mais ne permet pas de rendre compte de l'impact complet des publications. Une fenêtre de citation de 3 à 5 ans permettrait de mesurer plus précisément les impacts.

Par construction, l'indice d'impact à 2 ans des publications d'une année donnée n'est constatable qu'avec un décalage de 2 ans. La dernière valeur constatée disponible au moment de la préparation du RAP de l'année n est donc celle de n-2. Toutefois, le passage à une moyenne triennale glissante permet d'indiquer dès le RAP de l'année n une valeur provisoire pour l'année n-1, calculée sur une base incomplète. C'est seulement au RAP de n+1 que peut être fournie la valeur pour l'année n-1, calculée en moyenne triennale glissante.

Les indicateurs fournis pour les réalisations sont construits sur 80% de la production annuelle réelle de l'année, en raison des mises à jour de la base qui se font sur une période de un ou deux ans pour chaque année. Il s'agit donc d'indicateurs semi-définitifs.

JUSTIFICATION DES PRÉVISIONS ET DE LA CIBLE

Sous-indicateurs « Part des publications... »

Cet indicateur offre une triple mesure de la part de la production scientifique française dans le secteur de la recherche spatiale qui est pratiquement stable en absolu dans un contexte international concurrentiel où la France est un acteur de référence historique.

La production scientifique française constatée par l'OST (Observatoire des Sciences et Techniques), avec des chiffres quasiment définitifs pour 2020 et prévisionnels pour 2021 et pour 2022, montre une tendance en légère diminution de la part française dans la production mondiale depuis plusieurs années. L'une des raisons provient de la montée en puissance des pays émergents (Chine et Inde notamment).

Il convient de veiller à la poursuite des publications dans les prochaines années sur des missions en vol dont l'exploitation est significativement prolongée, comme CALIPSO (avec encore environ une moyenne de 260 publications par an), GAIA (avec les sorties de nouveaux catalogues stellaires attendues d'ici fin 2022) ou en fin de vie comme HAYABUSA2 Mascot alors que les analyses des échantillons rapportés sur Terre en décembre 2020 commencent. Pour prendre la relève, de nouvelles publications sont attendues dans les prochaines années grâce en particulier aux données des satellites du programme européen COPERNICUS et d'autres missions d'observation de la Terre en coopération internationale comme CFOSAT et SWOT en océanographie, mais aussi celles concernant le système solaire telle BEPICOLOMBO, Solar Orbiter, Parker Solar Probe et les missions martiennes MARS 2020 et INSIGHT ou encore celles d'étude de l'univers comme EUCLID ou CHEOPS (mission dédiée à l'étude des exoplanètes). Elles devraient permettre de consolider la position favorable de la production scientifique française dans les années à venir.

Sous-indicateur « Reconnaissance scientifique »

Le programme alimente un secteur de recherche qui, quoique concurrentiel, est un domaine dans lequel la France reste un acteur de référence avec une valeur de cet indice d'impact très bonne depuis plusieurs années. Ce sous-indicateur, qui caractérise la qualité des publications, devrait se maintenir à un niveau satisfaisant grâce notamment aux publications sur les résultats des missions INSIGHT, Perseverance et Mars Science Laboratory, pour lesquelles Philippe Lognonné et Sylvestre Maurice ont reçu en 2020 le prix « CNES Astrophysique & Sciences Spatiales » de l'Académie des Sciences.

Etant donnée la sensibilité d'un petit corpus à des valeurs extrêmes, une valeur moyenne de cet indicateur de l'ordre de 1,2 reste donc une cible pertinente dans ce domaine sur le moyen terme.

INDICATEUR

1.2 – Chiffre d'affaires à l'export de l'industrie spatiale française rapporté aux investissements des cinq dernières années

(du point de vue du contribuable)

	Unité	2019 Réalisation	2020 Réalisation	2021 Prévision PAP 2021	2021 Prévision actualisée	2022 Prévision	2023 Cible
Chiffre d'affaires à l'export de l'industrie spatiale française rapporté aux investissements des cinq dernières années.	%	145	130 (valeur provisoire)	130	130	130	135

Précisions méthodologiques

Sources des données : groupement des industries françaises aéronautiques et spatiales (GIFAS), Eurospace et CNES.

Mode de calcul : chiffre d'affaires limité aux ventes finales sur le marché commercial et institutionnel hors de France en Europe et dans le monde pour l'année n rapporté à la moyenne annuelle de la subvention publique attribuée au CNES au cours des cinq années précédentes (n-5 à n-1) hors PIA et hors variation de la dette de la France auprès de l'ESA qui sera par ailleurs remboursée en 2020.

Limites et biais connus : l'indicateur mesure la compétitivité de l'offre spatiale française, mais ses fluctuations reflètent également celles du volume de l'activité spatiale en Europe et dans le monde.

JUSTIFICATION DES PRÉVISIONS ET DE LA CIBLE

Au-delà d'une année 2020 qui a été perturbée par la crise sanitaire de la Covid 19, cet indicateur évolue à la baisse depuis 2018 car les deux piliers de la filière spatiale française, à savoir le marché commercial export et le marché institutionnel européen, sont fragilisés. Contrairement à ses concurrents, y compris européens, la filière spatiale française réalise entre 30% et 50% de son chiffre d'affaires sur le marché commercial export, dont la majorité dans le secteur des satellites de télécommunication.

Concernant le marché commercial, les prévisions pour 2021 et au-delà dans le domaine des télécommunications, comme de l'observation de la Terre, demeurent encore hypothétiques en fonction notamment de la sortie de la crise Covid et de l'évolution de la concurrence. En effet, une partie du modèle économique des opérateurs de satellites de télécommunication reposait sur l'expansion des besoins de connectivité en mobilité, en particulier aéronautique et maritime, secteurs particulièrement impactés par la crise. D'autre part, le marché spatial des télécommunications continue de se transformer : lancement de la constellation Lightspeed du canadien TELESAT, annonce du gouvernement de la République Populaire de Chine d'un projet de constellation satellites de communications 5G en LEO d'environ 13000 satellites baptisé StarNet.

Comme dans les domaines scientifiques, le marché en volume dans le domaine de l'observation de la Terre reste encore très majoritairement institutionnel, qu'il soit civil ou de défense. En 2021, les signatures d'ADS et de TAS pour des contrats COPERNICUS Expansion ne doivent pas faire oublier que la crise de la Covid a conduit à retarder la concrétisation de prospects à l'export avec des pays potentiellement clients, qui ont dû soutenir leur économie nationale et leur système de santé. Dans le domaine de l'observation de la terre, la concurrence internationale s'intensifie par ailleurs notamment avec la diplomatie économique entourant le développement des « routes de la soie ».

Ces difficultés de marché à l'export dans les systèmes orbitaux pourraient se confirmer à moyen terme compte tenu de l'intensification de la concurrence industrielle tant en Europe (Allemagne, Royaume Uni) que dans les pays émergents (Inde, Chine) avec notamment l'arrivée de nouveaux acteurs dans le domaine des télécoms (Viasat, OHB pour les petits satellites) et de l'observation de la Terre (Israël) pour la plupart fortement soutenus par la commande publique. La montée en compétence de certains pays jusque-là clients des fournisseurs français, ainsi que l'évolution des réglementations export, risquent également d'impacter la filière spatiale française qui, bien que sous tension, continue pour l'instant à conserver sa position de premier plan.

Sur le marché des lancements, si Arianespace a bien résisté en 2020 en captant 33% du marché ouvert des lancements en orbite géostationnaire, la phase de transition post-Ariane 5 va toutefois s'engager à partir de 2022. La mise en service opérationnelle d'Ariane 6 devrait apporter une amélioration de compétitivité importante.

Enfin, la visibilité sur l'évolution du marché institutionnel européen s'est éclaircie en 2021 suite à la finalisation du règlement et des budgets Espace pour la période 2021-2027. Le soutien institutionnel français, au travers notamment du volet spatial du plan de relance, s'est également concrétisé cette année. Il vise à maintenir la compétitivité de la filière spatiale française sur le marché commercial, afin d'être en mesure de faire face aux mutations technologiques accélérées, à l'évolution rapide de la demande des clients, à la concurrence exacerbée y compris intra-européenne et à la réduction des capacités d'autofinancement de la R&D suite à la crise sanitaire.

OBJECTIF**2 – Garantir à la France et à l'Europe un accès à l'espace libre, compétitif et fiable**

L'accès à l'espace est un élément essentiel à toute politique spatiale. Certaines missions poursuivant un objectif de souveraineté nationale, cet accès doit être garanti de manière autonome.

Les indicateurs choisis s'appliquent, en conséquence, aux lanceurs mis en œuvre depuis le Centre spatial guyanais par l'opérateur européen Arianespace, à savoir Ariane 5, Vega et Soyouz. Ils reflètent la compétitivité et la complémentarité des systèmes de lancement européens.

INDICATEUR**2.1 – Part du marché « ouvert » des lancements de satellites prise par Arianespace**

(du point de vue du citoyen)

	Unité	2019 Réalisation	2020 Réalisation	2021 Prévision PAP 2021	2021 Prévision actualisée	2022 Prévision	2023 Cible
Part du marché « ouvert » des lancements de satellites prise par Arianespace.	%	50	33	*	*	*	50

Précisions méthodologiques

* : pour des raisons de confidentialité commerciale liée aux contrats en cours de négociation, les prévisions ne peuvent pas être diffusées.

Sources des données : Arianespace

Mode de calcul : le marché « ouvert » est celui accessible à Arianespace et à au moins un concurrent ; en sont exclus les clients captifs des autres lanceurs (satellites gouvernementaux américains, russes, chinois, japonais essentiellement). Cet indicateur est construit à partir du nombre de contrats de lancement géostationnaires obtenus dans l'année considérée.

Limites et biais connus : l'indicateur ne mesure pas les lancements vers les orbites basses, pour lesquelles les satellites lancés sont extrêmement variés. Sur ce marché, Ariane 5 est moins bien positionnée que Vega ou que les lanceurs de Space-X.

JUSTIFICATION DES PRÉVISIONS ET DE LA CIBLE

Le marché connaît des évolutions potentiellement majeures, avec la propulsion électrique des satellites qui permet une forte diminution de la masse au lancement et l'arrivée des constellations de télécommunication en orbite basse qui rend les opérateurs classiques prudents dans leurs prises de commande de satellites géostationnaires. D'autre part, le nombre grandissant de petits satellites et la multiplication des types de missions nécessitent une plus grande flexibilité dans les modes d'accès à l'espace et les stratégies de mise en orbite. L'objectif est qu'Arianespace conserve une part proche de 50 % du marché mondial ouvert des lancements géostationnaires, notamment grâce aux contrats déjà proposés sur Ariane 6 dont le premier lancement est prévu mi-2022. Face aux nouveaux lanceurs américains ou encore indiens (GSLV - Geosynchronous Satellite Launch Vehicle c'est-à-dire Lanceur de satellite géosynchrone) et chinois (Longue Marche), le marché reste très concurrentiel.

Les conséquences économiques de la pandémie combinées aux retards d'Ariane 6 et de VEGA-C (lancement inaugural au premier trimestre 2022) pourraient perturber les perspectives de marché au-delà de 2021 et impacter directement la montée en puissance de l'exploitation des nouveaux lanceurs Ariane 6 et Vega C. Pour ces raisons, la cible de 50% doit être considérée comme un objectif moyen terme à l'horizon de 2026, dans une phase stabilisée d'exploitation de ces nouveaux lanceurs.

Recherche spatiale

Programme n° 193 | OBJECTIFS ET INDICATEURS DE PERFORMANCE

INDICATEUR

2.2 – Coût moyen du lancement de satellites par le lanceur Ariane 5

(du point de vue du contribuable)

	Unité	2019 Réalisation	2020 Réalisation	2021 Prévision PAP 2021	2021 Prévision actualisée	2022 Prévision	2023 Cible
Prix d'un lancement rapporté à la performance du lanceur Ariane 5	€/kg	17800	16 400	*	*	*	13000

Précisions méthodologiques

* : pour des raisons de confidentialité commerciale liée aux contrats en cours de négociation, les prévisions ne peuvent pas être diffusées.

Sources des données : ArianespaceMode de calcul : l'indicateur s'obtient en divisant le chiffre d'affaires d'Arianespace (y compris le financement annuel de l'exploitation d'Ariane 5 via le programme « European guaranteed access to space » - EGAS s'il y a lieu) par la masse totale (équivalent GTO – Geostationary Transfer Orbit) des satellites lancés.Limites et biais connus : les lancements des Vega et Soyuz étant pris en compte, les prix au kg sont tirés vers le haut, ces lanceurs étant plus chers au kilogramme lancé que ceux Ariane 5.

JUSTIFICATION DES PRÉVISIONS ET DE LA CIBLE

La diminution des coûts au kilo est la conséquence de deux tendances contradictoires :

- l'augmentation progressive des lancements vers les orbites basses, pour lesquelles le coût au kilo lancé par Vega est supérieur (même en équivalent GTO) ;
- les améliorations de performance sur Ariane 5 et l'arrivée progressive d'Ariane 6 en 2022 qui devrait permettre un gain au kilo lancé de près de 40% et servir aussi les orbites basses.

Cet indicateur sera amené à évoluer après la transition entre Ariane 5 et Ariane 6. Engagé dès 2014, le programme Ariane 6 permettra à l'Europe de disposer d'un lanceur plus compétitif qu'Ariane 5, et mieux adapté à l'évolution des missions. Ainsi, la cible 2026 de cet indicateur est évaluée à 13000€ au kilogramme afin de se projeter au-delà de la phase de transition Ariane5 / Ariane6 et de refléter cette baisse attendue du prix moyen du lancement qui devrait permettre à la filière européenne des lanceurs de rester compétitive dans un marché de plus en plus concurrentiel.

Au-delà d'Ariane 6, le futur des lanceurs européens se prépare au travers de plusieurs programmes d'innovation comme le moteur à bas coût (Prometheus) ou les démonstrateurs réutilisables (Callisto, Themis) qui permettront d'améliorer encore la compétitivité des lanceurs européens.

OBJECTIF

3 – Maîtriser les technologies et les coûts dans le domaine spatial

L'indicateur mesure la qualité de la maîtrise d'ouvrage du CNES et la robustesse de sa programmation en termes de projets.

La programmation des projets est un élément de la maîtrise de la qualité et de la fiabilité des technologies spatiales.

INDICATEUR

3.1 – Tenue des coûts, des délais et des performances pour les 10 projets phares du CNES

(du point de vue du contribuable)

	Unité	2019 Réalisation	2020 Réalisation	2021 Prévision PAP 2021	2021 Prévision actualisée	2022 Prévision	2023 Cible
Moyenne des écarts des coûts	%	1,6	2,9	4	4	4	3
Ecart moyen des délais	mois	3	6,5	6	7	7	<6
Performances	%	99	99	99	99	99	99

Précisions méthodologiques

Sources des données : CNES.

Mode de calcul : pour chacun des sous-indicateurs est mesurée la moyenne des pourcentages d'écart en coûts à partir des ratios entre le coût final estimé et le coût présenté dans le dossier de réalisation du programme soumise au conseil d'administration.

Les projets choisis sont les plus importants, en termes techniques et budgétaires, dans chaque domaine. Ils sont représentatifs des principales coopérations du CNES avec l'Agence spatiale européenne, la NASA, les États européens, ainsi que d'autres acteurs. Ils comprennent des projets en fin de développement et des projets dont le développement est prévu sur la période du contrat. Au fur et à mesure de l'avancement du contrat, les projets déjà développés seront remplacés par de nouveaux projets, en respectant le poids de chaque domaine.

Les commentaires pourront préciser les raisons de glissement de certains projets lorsqu'ils ont un impact sur l'indicateur global.

Coûts : prévision du coût à achèvement estimé à mi-2020 de l'ensemble des projets concernés, rapporté à la somme des coûts nominaux des projets lorsqu'ils ont été respectivement proposés pour décision au Conseil d'administration du CNES. Le coût d'achèvement correspond au montant des dépenses réalisées depuis le début du projet augmenté du montant des prévisions de dépenses prévues jusqu'à l'achèvement du projet.

Le calcul du sous-indicateur normalise les écarts (moyenne des écarts en pourcentage au lieu de l'écart moyen en euros) afin d'éviter que les gros projets n'écrasent les autres et pour introduire une liste actualisée de projets.

Délais : écart constaté entre prévisions et réalisations d'événements clefs de projets. On calcule la moyenne des écarts (en nombres de mois) entre les prévisions (dites « dates prévues »), effectuées lors de la décision du projet pour la survenue d'événements majeurs (liés aux projets), et les « dates constatées » de réalisation (ou de nouvelle prévision) de ces mêmes événements.

Performances : moyenne des % de tenue de la performance (au sens technique : satisfaction du besoin, disponibilité). La tenue de performance est estimée par le responsable programmatique du CNES en fonction des éléments fournis par les équipes techniques et opérationnelles, ainsi que par les utilisateurs des données produites par les projets concernés qui ont fait l'objet de recettes en vol dans l'année considérée.

JUSTIFICATION DES PRÉVISIONS ET DE LA CIBLE

Les 11 projets proposés dans le calcul de l'indicateur, sur le fondement de la méthodologie indiquée supra, sont :

- Lanceurs : pas de tir Ariane 6 (ELA4)
- Observation de la Terre : MICROCARB, SWOT, IASI-NG
- Défense : CSO-Musis 3, CO3D
- Sciences : SVOM, EUCLID, JUICE, ATHENA
- Télécoms : ARGOS / SARSAT

Les cibles 2023 de ces différents sous-indicateurs sont ambitieuses, notamment en termes de coûts (< 3,5% de surcoût) et de délais (7 mois). Il faut néanmoins rappeler qu'il s'agit de cibles par rapport au dossier présenté au Conseil d'Administration, dossier qui inclut des provisions / marges pour aléas.

En revanche, les estimations en termes d'écart de coûts et de délais ont été revisitées à la hausse pour 2021 et 2022. La crise sanitaire, qui s'est prolongée en 2021, affecte en effet de manière sensible la réalisation des projets en développement et de manière accrue les projets réalisés en coopération internationale en raison du décalage temporel des programmes lié aux pics de la crise chez nos partenaires. Les effets de la crise sanitaire sur les coûts et les délais devraient perdurer plusieurs années au vu des constantes de temps de réalisation des projets spatiaux. La liste des projets à l'horizon 2023 aura toutefois évolué et pourrait permettre d'envisager de revenir à des cibles plus ambitieuses.

Concernant le dernier sous-indicateur, les dispositions mises en place (contrôle à distance, précautions de travail sur site) ont permis, malgré la crise sanitaire, d'assurer la continuité des activités d'exploitation des missions préservant ainsi le niveau de performance. La disponibilité des missions opérationnelles telles que la météorologie avec IASI, l'observation de la Terre ou les missions pour la Défense, reste un motif de grande satisfaction pour leurs utilisateurs tels qu'EUMETSAT, l'EMA et la DGA.

Recherche spatiale

Programme n° 193 | OBJECTIFS ET INDICATEURS DE PERFORMANCE

OBJECTIF

4 – Intensifier les efforts de valorisation de la recherche spatiale dans le but de répondre aux attentes de la société

La mise en place de systèmes spatiaux permettant de développer des applications et services représente un intérêt sociétal et un outil de valorisation économique de la recherche spatiale.

INDICATEUR

4.1 – Nombre d'instruments spatiaux développés ou co-développés par la France utilisés à des fins applicatives

(du point de vue du citoyen)

	Unité	2019 Réalisation	2020 Réalisation	2021 Prévision PAP 2021	2021 Prévision actualisée	2022 Prévision	2023 Cible
Satellites de communication ou de navigation	Nb	342	373	300	542	750	>300
Charges utiles d'observation de la Terre ou de sécurité défense	Nb	76	81	75	84	86	75

Précisions méthodologiques

Sources des données : décompte effectué par le CNES.

Mode de calcul : le premier sous-indicateur indique le nombre de satellites de communication (géostationnaires et orbite basse, incluant donc les constellations auxquelles l'industrie française contribue telles que Iridium, Globalstar) et de navigation opérationnels en orbite. Toutefois les satellites Galileo ne sont pas développés par l'industrie française et ne sont donc pas pris en compte.

Le second sous-indicateur s'applique aux instruments embarqués : radars, systèmes optiques, instruments d'écoute...

JUSTIFICATION DES PRÉVISIONS ET DE LA CIBLE

Satellites de communication ou de navigation

Le marché des satellites géostationnaires a connu un rebond en 2019 et 2020 avec respectivement 13 et 20 satellites commandés dont 10 et 8 d'entre eux auprès des maîtres d'œuvre français, grâce au soutien de R&D du CNES et du Programme d'Investissements d'Avenir. Face à un marché en mutation et des technologies en évolution extrêmement rapide (satellites à flexibilité d'usage accrue, Très Haut Débit, 5G...), qui ont poussé les opérateurs à être « attentistes », le besoin du remplacement des flottes de satellites existantes et l'attractivité de solutions à flexibilité d'usage accrue devraient continuer à relancer le marché ouvert même si il est encore trop tôt pour analyser les impacts de la crise sanitaire sur les évolutions du marché des satellites de télécommunications en termes de segment de connectivité.

Charges utiles d'observation de la Terre ou de sécurité Défense

S'agissant d'observation de la Terre et de sécurité / défense, le nombre de satellites ou d'instruments en orbite devrait encore croître en 2021 avec en particulier le lancement du premier satellite de télécommunications pour la Défense nationale de la génération SYRACUSE IV ou celui des satellites de renseignement d'origine électromagnétique CERES.

La demande institutionnelle européenne continue de rester un moteur indéniable en observation de la Terre au travers en particulier du programme COPERNICUS de l'Union Européenne (prise de commandes d'ADS et de TAS sur le satellite CHIME et les instruments des missions CO2M, LSTM et CRISTAL), du programme de météorologie d'EUMETSAT (satellites MTG et METOP-SG) et du programme national de Défense (lancements du satellite CSO 3 et SYRACUSE IV B à venir en 2022). Cette dynamique s'accompagne de quelques missions scientifiques en coopération internationale comme TRISHNA avec l'Inde ou SWOT avec la NASA. En matière d'exportation de systèmes d'observation de la Terre, on notera qu'après les dernières mises en orbite en 2020 comme celle du satellite d'observation Falcon Eye pour les Émirats Arabes Unis, les nouveaux projets de commandes institutionnelles à l'export

sont globalement reportés du fait de l'impact économique de la crise sanitaire de la Covid-19, sans parler d'une concurrence accrue, en particulier chinoise et américaine, sur le marché commercial.

OBJECTIF

5 – Parfaire l'intégration européenne de la recherche spatiale française

Un programme spatial sous pilotage français ou européen est souvent conçu en association avec nos partenaires européens, en particulier l'ESA, l'Union européenne et leurs États membres. L'indicateur retenu permet de mesurer le degré d'intégration de ce principe dans les activités du CNES.

INDICATEUR

5.1 – Taux de présence des projets européens dans les projets financés par le CNES

(du point de vue du citoyen)

	Unité	2019 Réalisation	2020 Réalisation	2021 Prévision PAP 2021	2021 Prévision actualisée	2022 Prévision	2023 Cible
Proportion du budget du CNES consacré à des programmes en coopération européenne	%	77	80	75	76	77	70
Part du CNES dans le financement de ces programmes en coopération	%	20	20	20	17	18	16
Taux de retour français sur la composante Espace du programme cadre européen de recherche	%	19,2	20,2	Non déterminé	Non déterminé	Non déterminé	Non déterminé

Précisions méthodologiques

Sources des données : CNES

La base des données est le plan à moyen terme (PMT) multilatéral du CNES. On entend par projets européens les projets auxquels contribuent des organisations européennes (ESA, EUMETSAT, Union européenne, etc.) ou des États européens (Italie, Allemagne, Belgique, Suède, etc.). Les prévisions sont basées sur la programmation du CNES et sur une extrapolation pour les budgets de l'ESA, de l'UE et des États membres.

Mode de calcul :

Proportion du budget du CNES consacré à des programmes en coopération européenne : ratio (budgets des programmes 193 et 191 alloués aux programmes menés en coopération avec un pays ou une organisation européenne) / (subvention programmes 193 et 191 du CNES).

Part du CNES dans le financement de ces programmes en coopération : ratio (budget CNES de ces programmes en coopération) / (budget total de ces programmes en coopération).

Taux de retour français sur la composante Espace du programme cadre européen de recherche : ratio : budget recherche et développement (R&D) du programme cadre de recherche et d'innovation (PCRI) Espace capté par des entités françaises / budget européen total du PCRI Espace distribué dans l'année. Ce sous-indicateur bénéficie de données bien documentées, fournies annuellement par la communauté européenne. Une moyenne sur 2 ans a été réalisée (sur les années N-1 et N2) car les thèmes d'appels à proposition sont très variables chaque année (avec une alternance biannuelle entre les thèmes applicatifs et les thèmes techniques) ainsi que la dotation budgétaire rattachée, impliquant une forte disparité sur le profil des participants de l'industrie et de la recherche.

JUSTIFICATION DES PRÉVISIONS ET DE LA CIBLE

La proportion du budget du CNES consacré à des programmes en coopération européenne devrait revenir en 2022 à une valeur proche d'avant 2018, après l'effet dû au niveau transitoirement élevé de contribution française à l'ESA sur 2018-2020 en lien avec le remboursement de la dette de contribution, et compte tenu de l'objectif de soutien renforcé à la compétitivité de l'écosystème national ainsi que du positionnement sur des coopérations au niveau international (Chine, USA, etc.) pour accompagner la diplomatie économique de l'État. La projection au-delà 2022 est basée sur la trajectoire du P193 issue de la Loi de Programmation Pluriannuelle de la Recherche (LPPR) avec des allocations de ressources qui seront à confirmer pour tenir compte du Conseil au niveau Ministériel de l'ESA fin 2022 (CMIN22) et de l'élaboration du triennal budgétaire 2023-2025.

La France reste toujours omniprésente dans les programmes spatiaux européens, c'est-à-dire ceux menés par l'ESA ou en coopération bilatérale grâce au savoir-faire du CNES, des laboratoires et de l'industrie française. L'augmentation de la contribution française à l'ESA explique également que la part du CNES dans le financement des programmes en coopération européenne augmente sur les années 2018-2020, puisque la contribution française à l'ESA transite par le CNES. A la fin de ce cycle et sous l'effet d'une augmentation des financements des états européens et de l'UE dans le spatial, ce taux devrait revenir également au niveau d'avant 2018.

Enfin, le taux de retour français sur la composante Espace du programme cadre européen de recherche H2020 a été excellent, avec une valeur bien supérieure au taux de contribution française à l'Union Européenne, en plaçant la France comme premier pays bénéficiaire sur l'ensemble de sa durée. Le programme H2020 étant clos en décembre 2020, Horizon Europe sera le nouveau programme cadre européen de recherche. Aucune cible n'est pour l'instant fournie pour les prochaines années, dans l'attente d'une analyse de son contenu et d'un mode de calcul adapté à ce nouveau programme.

PRÉSENTATION DES CRÉDITS ET DES DÉPENSES FISCALES

2022 / PRÉSENTATION PAR ACTION ET TITRE DES CRÉDITS DEMANDÉS

2022 / AUTORISATIONS D'ENGAGEMENT

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action	Titre 3 Dépenses de fonctionnement	Titre 6 Dépenses d'intervention	Total pour 2022	FdC et AdP attendus en 2022
01 – Développement de la technologie spatiale au service de la science	58 003 204	156 928 510	214 931 714	0
02 – Développement de la technologie spatiale au service de l'observation de la terre	144 516 458	156 928 510	301 444 968	0
03 – Développement de la technologie spatiale au service de la recherche en sciences de l'information et de la communication	24 577 629	112 240 259	136 817 888	0
04 – Maîtrise de l'accès à l'espace	109 221 935	514 702 641	623 924 576	0
05 – Maîtrise des technologies orbitales et de l'innovation technologique	96 344 306	145 496 632	241 840 938	0
06 – Moyens généraux et d'appui à la recherche	38 886 468	42 939 557	81 826 025	0
07 – Développement des satellites de météorologie	0	61 500 000	61 500 000	0
Total	471 550 000	1 190 736 109	1 662 286 109	0

2022 / CRÉDITS DE PAIEMENT

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action	Titre 3 Dépenses de fonctionnement	Titre 6 Dépenses d'intervention	Total pour 2022	FdC et AdP attendus en 2022
01 – Développement de la technologie spatiale au service de la science	58 003 204	156 928 510	214 931 714	0
02 – Développement de la technologie spatiale au service de l'observation de la terre	144 516 458	156 928 510	301 444 968	0
03 – Développement de la technologie spatiale au service de la recherche en sciences de l'information et de la communication	24 577 629	112 240 259	136 817 888	0
04 – Maîtrise de l'accès à l'espace	109 221 935	514 702 641	623 924 576	0
05 – Maîtrise des technologies orbitales et de l'innovation technologique	96 344 306	145 496 632	241 840 938	0
06 – Moyens généraux et d'appui à la recherche	38 886 468	42 939 557	81 826 025	0
07 – Développement des satellites de météorologie	0	61 500 000	61 500 000	0
Total	471 550 000	1 190 736 109	1 662 286 109	0

Recherche spatiale

Programme n° 193 | PRÉSENTATION DES CRÉDITS ET DES DÉPENSES FISCALES

2021 / PRÉSENTATION PAR ACTION ET TITRE DES CRÉDITS VOTÉS (LOI DE FINANCES INITIALE)

2021 / AUTORISATIONS D'ENGAGEMENT

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action	Titre 3 Dépenses de fonctionnement	Titre 6 Dépenses d'intervention	Total pour 2021	FdC et AdP prévus en 2021
01 – Développement de la technologie spatiale au service de la science	59 000 000	151 000 000	210 000 000	0
02 – Développement de la technologie spatiale au service de l'observation de la terre	147 000 000	151 000 000	298 000 000	0
03 – Développement de la technologie spatiale au service de la recherche en sciences de l'information et de la communication	25 000 000	108 000 000	133 000 000	0
04 – Maîtrise de l'accès à l'espace	123 000 000	484 000 000	607 000 000	0
05 – Maîtrise des technologies orbitales et de l'innovation technologique	98 000 000	140 000 000	238 000 000	0
06 – Moyens généraux et d'appui à la recherche	39 554 739	41 317 369	80 872 108	0
07 – Développement des satellites de météorologie	0	69 014 001	69 014 001	0
Total	491 554 739	1 144 331 370	1 635 886 109	0

2021 / CRÉDITS DE PAIEMENT

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action	Titre 3 Dépenses de fonctionnement	Titre 6 Dépenses d'intervention	Total pour 2021	FdC et AdP prévus en 2021
01 – Développement de la technologie spatiale au service de la science	59 000 000	151 000 000	210 000 000	0
02 – Développement de la technologie spatiale au service de l'observation de la terre	147 000 000	151 000 000	298 000 000	0
03 – Développement de la technologie spatiale au service de la recherche en sciences de l'information et de la communication	25 000 000	108 000 000	133 000 000	0
04 – Maîtrise de l'accès à l'espace	123 000 000	484 000 000	607 000 000	0
05 – Maîtrise des technologies orbitales et de l'innovation technologique	98 000 000	140 000 000	238 000 000	0
06 – Moyens généraux et d'appui à la recherche	39 554 739	41 317 369	80 872 108	0
07 – Développement des satellites de météorologie	0	69 014 001	69 014 001	0
Total	491 554 739	1 144 331 370	1 635 886 109	0

PRÉSENTATION DES CRÉDITS PAR TITRE ET CATÉGORIE

Titre ou catégorie	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Ouvertes en LFI pour 2021	Demandées pour 2022	FdC et AdP attendus en 2022	Ouverts en LFI pour 2021	Demandés pour 2022	FdC et AdP attendus en 2022
Titre 3 – Dépenses de fonctionnement	491 554 739	471 550 000	0	491 554 739	471 550 000	0
Subventions pour charges de service public	491 554 739	471 550 000	0	491 554 739	471 550 000	0
Titre 6 – Dépenses d'intervention	1 144 331 370	1 190 736 109	0	1 144 331 370	1 190 736 109	0
Transferts aux autres collectivités	1 144 331 370	1 190 736 109	0	1 144 331 370	1 190 736 109	0
Total	1 635 886 109	1 662 286 109	0	1 635 886 109	1 662 286 109	0

JUSTIFICATION AU PREMIER EURO

ÉLÉMENTS TRANSVERSAUX AU PROGRAMME

ÉLÉMENTS DE SYNTHÈSE DU PROGRAMME

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2 Dépenses de personnel	Autres titres	Total	Titre 2 Dépenses de personnel	Autres titres	Total
01 – Développement de la technologie spatiale au service de la science	0	214 931 714	214 931 714	0	214 931 714	214 931 714
02 – Développement de la technologie spatiale au service de l'observation de la terre	0	301 444 968	301 444 968	0	301 444 968	301 444 968
03 – Développement de la technologie spatiale au service de la recherche en sciences de l'information et de la communication	0	136 817 888	136 817 888	0	136 817 888	136 817 888
04 – Maîtrise de l'accès à l'espace	0	623 924 576	623 924 576	0	623 924 576	623 924 576
05 – Maîtrise des technologies orbitales et de l'innovation technologique	0	241 840 938	241 840 938	0	241 840 938	241 840 938
06 – Moyens généraux et d'appui à la recherche	0	81 826 025	81 826 025	0	81 826 025	81 826 025
07 – Développement des satellites de météorologie	0	61 500 000	61 500 000	0	61 500 000	61 500 000
Total	0	1 662 286 109	1 662 286 109	0	1 662 286 109	1 662 286 109

DÉPENSES PLURIANNUELLES

ÉCHÉANCIER DES CRÉDITS DE PAIEMENT (HORS TITRE 2)

ESTIMATION DES RESTES À PAYER AU 31/12/2021

Engagements sur années antérieures non couverts par des paiements au 31/12/2020 (RAP 2020)	Engagements sur années antérieures non couverts par des paiements au 31/12/2020 y.c. travaux de fin de gestion postérieurs au RAP 2020	AE (LFI + LFRs) 2021 + reports 2020 vers 2021 + prévision de FdC et AdP	CP (LFI + LFRs) 2021 + reports 2020 vers 2021 + prévision de FdC et AdP	Évaluation des engagements non couverts par des paiements au 31/12/2021
0	0	1 635 886 109	1 635 886 109	0

ÉCHÉANCIER DES CP À OUVRIR

AE	CP 2022	CP 2023	CP 2024	CP au-delà de 2024
Évaluation des engagements non couverts par des paiements au 31/12/2021	CP demandés sur AE antérieures à 2022 CP PLF CP FdC et AdP	Estimation des CP 2023 sur AE antérieures à 2022	Estimation des CP 2024 sur AE antérieures à 2022	Estimation des CP au-delà de 2024 sur AE antérieures à 2022
0	0 0	0	0	0
AE nouvelles pour 2022 AE PLF AE FdC et AdP	CP demandés sur AE nouvelles en 2022 CP PLF CP FdC et AdP	Estimation des CP 2023 sur AE nouvelles en 2022	Estimation des CP 2024 sur AE nouvelles en 2022	Estimation des CP au-delà de 2024 sur AE nouvelles en 2022
1 662 286 109 0	1 662 286 109 0	0	0	0
Totaux	1 662 286 109	0	0	0

CLÉS D'OUVERTURE DES CRÉDITS DE PAIEMENT SUR AE 2022

CP 2022 demandés sur AE nouvelles en 2022 / AE 2022	CP 2023 sur AE nouvelles en 2022 / AE 2022	CP 2024 sur AE nouvelles en 2022 / AE 2022	CP au-delà de 2024 sur AE nouvelles en 2022 / AE 2022
100,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %

Recherche spatiale

Programme n° 193 | JUSTIFICATION AU PREMIER EURO

JUSTIFICATION PAR ACTION

ACTION 12,9 %**01 – Développement de la technologie spatiale au service de la science**

	Titre 2	Hors titre 2	Total	FdC et AdP attendus
Autorisations d'engagement	0	214 931 714	214 931 714	0
Crédits de paiement	0	214 931 714	214 931 714	0

Cette action concerne les programmes spatiaux d'étude et d'exploration de l'univers, ceux de la physique fondamentale et des sciences de la vie et de la matière ainsi que des activités relevant des sciences humaines et sociales. Elle a pour but de contribuer à l'avancement des connaissances scientifiques et de permettre de développer et de tester des technologies spatiales innovantes.

Les programmes financièrement les plus importants (par exemple, les missions GAIA, JUICE ou PLATO) sont menés au sein de l'Agence spatiale européenne, essentiellement dans le cadre du programme scientifique obligatoire (auquel les États membres contribuent au prorata de leur produit national brut) : ce programme finance les missions après appel à propositions, les instruments embarqués constituant les apports en nature des États membres. La contribution française correspondante est portée par le Centre national d'études spatiales (CNES). Les ressources pour le développement puis l'exploitation des instruments français embarqués (contributions nationales en nature) proviennent à la fois du CNES et des établissements publics concernés. Par exemple, pour l'instrument SuperCam à bord de la mission Mars 2020, les ressources proviennent des CNRS, LALN, IRAP, LESIA, LAB, LATMOS, OMP, IAS, ISAE-SUPAERO.

En complément, le CNES mène des programmes nationaux ou en coopération bilatérale, comme par exemple l'ensemble instrumental Supercam embarqué sur le rover Persévérance de la mission Mars 2020 de la NASA qui a été lancé le 30 juillet 2020 et s'est posé dans le cratère Jezero de la planète Mars en février 2021.

ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
Dépenses de fonctionnement	58 003 204	58 003 204
Subventions pour charges de service public	58 003 204	58 003 204
Dépenses d'intervention	156 928 510	156 928 510
Transferts aux autres collectivités	156 928 510	156 928 510
Total	214 931 714	214 931 714

ACTION 18,1 %**02 – Développement de la technologie spatiale au service de l'observation de la terre**

	Titre 2	Hors titre 2	Total	FdC et AdP attendus
Autorisations d'engagement	0	301 444 968	301 444 968	0
Crédits de paiement	0	301 444 968	301 444 968	0

L'objet de cette action est de contribuer à l'avancement des connaissances scientifiques et de préparer, développer et tester des outils spatiaux destinés à des utilisations au service des politiques nationales et européennes. C'est ainsi qu'ont été lancées les filières de satellites météorologiques (avant leur transfert sous la responsabilité d'Eumetsat), des instruments ou des satellites d'observation de l'atmosphère (IASI-NG, Calipso...), les satellites « Spot » ou « Pléiades » d'observation optique, ou encore les satellites d'océanographie « Jason ».

Les activités concernées peuvent être menées dans le cadre d'un programme facultatif de l'ESA ou dans un cadre national ou bilatéral, comme pour les missions SWOT avec la NASA, CFOSAT avec la Chine lancée en octobre 2018, ou encore TRISHNA avec l'Inde, cas historiquement plus fréquent que pour l'action n° 1.

Le programme européen « Copernicus » de surveillance mondiale pour l'environnement et la sécurité, mené conjointement par l'Agence spatiale européenne et l'Union européenne, marque l'implication croissante de cette dernière dans ce domaine. En effet, en application du traité de Lisbonne qui confère à l'Union européenne une compétence pour le domaine spatial, celle-ci a désormais un rôle majeur dans la mise en œuvre de la stratégie spatiale européenne et le financement des grands programmes. La partie aval dite de « User Uptake » de Copernicus est en revanche déléguée à un consortium d'États membres, dont la France fait partie. A la ministérielle ESA 2019, les États Membres ont très largement souscrit au programme d'évolution de la composante spatiale de Copernicus. Ce budget permettra d'assurer le développement des prototypes des six futures missions Sentinel dont les satellites récurrents et les opérations seraient ensuite financés par la Commission européenne. Le BREXIT est néanmoins susceptible d'impacter les marges budgétaires de la Commission, ce qui pourrait conduire à redimensionner ces futures missions. La France a remporté mi 2020 plusieurs contrats pour ces futurs satellites dont la maîtrise d'œuvre de la mission hyperspectrale CHIME (gestion durable de l'agriculture, de la biodiversité et caractérisation des propriétés des sols) ou encore les instruments pour les Sentinel CO2M (mesure du carbone), LSTM (mesures dans l'infrarouge thermique pour la surveillance et la gestion des ressources en eau et des cultures) et CRISTAL (altimètre pour la topographie des glaces et des neiges polaires).

Une nouvelle thématique forte porte sur la compréhension et le suivi du changement climatique, pour lequel le spatial a intrinsèquement un apport majeur. Au-delà des contributions à des programmes dans un cadre de coopération bilatérale (projets Merlin et Microcarb) ou européen (futurs Sentinel de Copernicus), la France et le CNES ont pris depuis le « One Planet Summit » fin 2017 le leadership au niveau des agences spatiales sur cette thématique de par la proposition de développement d'un *Space Climate Observatory* afin de diffuser et tirer au mieux partie de la donnée spatiale au profit de cet enjeu sociétal.

ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
Dépenses de fonctionnement	144 516 458	144 516 458
Subventions pour charges de service public	144 516 458	144 516 458
Dépenses d'intervention	156 928 510	156 928 510
Transferts aux autres collectivités	156 928 510	156 928 510
Total	301 444 968	301 444 968

ACTION 8,2 %**03 – Développement de la technologie spatiale au service de la recherche en sciences de l'information et de la communication**

	Titre 2	Hors titre 2	Total	FdC et AdP attendus
Autorisations d'engagement	0	136 817 888	136 817 888	0
Crédits de paiement	0	136 817 888	136 817 888	0

Cette action concerne les programmes spatiaux de télécommunications et de navigation-localisation-synchronisation. Elle permet de préparer, développer et tester des technologies et des systèmes spatiaux destinés à des utilisations opérationnelles. Les domaines en question possèdent un caractère dual très affirmé, c'est-à-dire que les travaux de recherche menés dans ce cadre peuvent trouver des applications tant civiles que militaires.

L'effort technologique entrepris permet également de renforcer la position de l'industrie française sur le principal marché spatial commercial viable aujourd'hui, à savoir celui des télécommunications qui est en pleine révolution au niveau des usages comme des technologies.

Les activités de télécommunications peuvent être conduites sous l'égide de l'ESA ou au niveau national. Combiné à des financements du Programme d'Investissements d'Avenir (PIA) et des financements ESA, le programme multilatéral du CNES sert, entre autres, au développement de la nouvelle génération de ces satellites de télécommunications avec des travaux engagés au niveau des plates-formes (NEOSAT), de la propulsion-électrique, des charges utiles Internet très haut débit et du segment sol associé (THD-SAT), des processeurs numériques ou encore des communications optiques et autres technologies permettant d'intégrer une dose de flexibilité dans des satellites Internet (SPACE INSPIRE, ONESAT – 4 satellites commandés à Airbus Defence & Space). Développé dans ce cadre, le satellite de dernière génération KONNECT VHTS (Very High Throughput Satellite ou satellites de télécommunications de très grande capacité) fabriqué par Thales Alenia Space pour Eutelsat sera lancé en 2021. Le marché des télécommunications par satellite, fortement ralenti depuis trois ans, a connu un rebond en 2019 mais risque de subir dans les années qui viennent l'impact du Covid-19 puisqu'une partie du modèle économique des opérateurs reposait sur l'expansion des besoins de connectivité en mobilité. Enfin, de nouvelles solutions pour l'internet des objets sont à l'étude comme la constellation de nanosatellites Kineis.

Le programme européen « GALILEO » de navigation-localisation-synchronisation, mené initialement conjointement par l'ESA et l'Union européenne, marque l'implication de cette dernière dans ce domaine. Depuis 2007, le programme « GALILEO » est ainsi intégralement financé par l'Union européenne ; des activités de R&T sont toutefois encore menées sur financement national (par le CNES ou via l'ESA) pour préparer les futures générations de satellites. La constellation « GALILEO » compte désormais 22 satellites opérationnels en orbite. Le lancement du dernier batch de satellites Galileo de première génération débutera en novembre 2021. Plus de deux ans après le lancement de l'appel d'offre – financé par l'Union européenne – pour le premier batch de 12 satellites de deuxième génération, l'ESA a notifié en février et mai 2021 deux contrats à Airbus Defence & Space et Thales Alenia Space pour un total de 1,6 milliard d'euros. « GALILEO » est complété par le programme « EGNOS » qui corrige et améliore la qualité des signaux des constellations de positionnement GNSS. EGNOS apporte une garantie d'intégrité et une précision de mesure suffisante pour autoriser l'usage de ces systèmes par l'aviation civile comme moyen exclusif. Le CNES encourage l'usage de ces technologies par d'autres secteurs comme le ferroviaire ou les véhicules autonomes.

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
Dépenses de fonctionnement	24 577 629	24 577 629
Subventions pour charges de service public	24 577 629	24 577 629
Dépenses d'intervention	112 240 259	112 240 259
Transferts aux autres collectivités	112 240 259	112 240 259
Total	136 817 888	136 817 888

ACTION 37,5 %**04 – Maîtrise de l'accès à l'espace**

	Titre 2	Hors titre 2	Total	FdC et AdP attendus
Autorisations d'engagement	0	623 924 576	623 924 576	0
Crédits de paiement	0	623 924 576	623 924 576	0

Cette action concerne les programmes de lanceurs spatiaux et des infrastructures associées (centre spatial guyanais - CSG). Elle a pour but de préparer, de développer et de qualifier les systèmes de lancement assurant à l'Europe l'autonomie d'accès à l'espace au meilleur coût pour les puissances publiques. La commercialisation des services de lancement est assurée par Arianespace, filiale d'ArianeGroup.

Les développements et les qualifications des lanceurs « Ariane » et « Vega », ainsi que l'implantation du lanceur russe « Soyouz » au CSG, ont été menés sous l'égide de l'ESA, en équipe intégrée avec les équipes du CNES.

Les engagements pris à la conférence ministérielle de l'ESA en novembre 2019 avaient un objectif quadruple : finaliser le développement d'Ariane 6 et Véga C, assurer la transition entre Ariane 5 et Ariane 6, moderniser le Centre Spatial Guyanais et préparer le futur (moteur à bas coût Prometheus, démonstrateur Thémis pour la récupération et la réutilisation d'un lanceur). Grâce à sa conception et à l'organisation industrielle mise en place, Ariane 6 permettra à l'Europe de disposer d'un lanceur plus compétitif qu'Ariane 5 et mieux adapté à l'évolution des missions. La production des premiers lanceurs a été lancée début 2019 et le premier vol d'Ariane 6 est attendu en 2022.

ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
Dépenses de fonctionnement	109 221 935	109 221 935
Subventions pour charges de service public	109 221 935	109 221 935
Dépenses d'intervention	514 702 641	514 702 641
Transferts aux autres collectivités	514 702 641	514 702 641
Total	623 924 576	623 924 576

Recherche spatiale

Programme n° 193 | JUSTIFICATION AU PREMIER EURO

ACTION 14,5 %**05 – Maîtrise des technologies orbitales et de l'innovation technologique**

	Titre 2	Hors titre 2	Total	FdC et AdP attendus
Autorisations d'engagement	0	241 840 938	241 840 938	0
Crédits de paiement	0	241 840 938	241 840 938	0

Cette action concerne :

- la station spatiale internationale (ISS) ;
- la conception, le développement de plates-formes de mini et de micro-satellites (à ce jour, les filières « Proteus », « Myriades » et « Myriade Evolution »), jusqu'à des nanosatellites utilisés en particulier pour des démonstrateurs en vols comme la mission ANGELS mise en orbite le 18 décembre 2019 et qui démontre la faisabilité de la future constellation française de 25 nano-satellites Kinéis devant offrir une connectivité dédiée à l'Internet des objets basée sur la technologie du système Argos de localisation et de collecte de données géo-positionnées par satellite ;
- la conception, le développement et la mise en œuvre de ballons atmosphériques destinés à emporter des expériences d'astrophysique ou d'observation du système Terre-atmosphère. Plusieurs campagnes ont eu lieu en 2019 comme la campagne « STRATOSCIENCE 2019 » qui s'est déroulée à Timmins au Canada à l'été avec quatre vols de ballons stratosphériques ouverts dont le 3ème vol de PILOT ou la première campagne de vol ballons de Stratéole 2 (mesures en zone tropicale) qui a débuté au 4ème trimestre 2019. Les campagnes scientifiques de STRATEOLE 2 sont prévues lors des hivers 2021/2022 et 2024/2025 ;
- les activités de recherche concernant les technologies génériques qui doivent permettre d'améliorer les performances des satellites en termes de fiabilité, de puissance disponible, de masse embarquée, de contrôle d'altitude et d'orbite, de stockage et de transmission de données ou de capacités de calcul, sans oublier les performances des charges utiles.

Hormis la station spatiale internationale, qui est un programme international auquel la France contribue principalement au travers de l'ESA, les travaux sont menés essentiellement dans un cadre national.

ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
Dépenses de fonctionnement	96 344 306	96 344 306
Subventions pour charges de service public	96 344 306	96 344 306
Dépenses d'intervention	145 496 632	145 496 632
Transferts aux autres collectivités	145 496 632	145 496 632
Total	241 840 938	241 840 938

ACTION 4,9 %**06 – Moyens généraux et d'appui à la recherche**

	Titre 2	Hors titre 2	Total	FdC et AdP attendus
Autorisations d'engagement	0	81 826 025	81 826 025	0
Crédits de paiement	0	81 826 025	81 826 025	0

Cette action porte sur le fonctionnement général du CNES et les investissements associés.

ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
Dépenses de fonctionnement	38 886 468	38 886 468
Subventions pour charges de service public	38 886 468	38 886 468
Dépenses d'intervention	42 939 557	42 939 557
Transferts aux autres collectivités	42 939 557	42 939 557
Total	81 826 025	81 826 025

ACTION 3,7 %

07 – Développement des satellites de météorologie

	Titre 2	Hors titre 2	Total	FdC et AdP attendus
Autorisations d'engagement	0	61 500 000	61 500 000	0
Crédits de paiement	0	61 500 000	61 500 000	0

Cette action concerne la contribution française aux programmes de satellites météorologiques développés par l'Organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques (EUMETSAT). Ces opérations d'investissement lourdes sont ainsi partagées entre les 30 États membres, dont la France qui est représentée au Conseil par Météo-France. Les moyens mis en place sont coordonnés à l'échelle mondiale, principalement avec nos partenaires américains et japonais, ce qui permet d'avoir accès aux données recueillies par leurs satellites.

Deux familles de satellites sont concernées :

- les METEOSAT (géostationnaires) : Meteosat Second Génération (MSG) et Meteosat Third Generation (MTG) dont le premier devrait être lancé à l'été 2022 ;
- les METOP (satellites polaires européens en orbite basse) : Eumetsat Polar System (EPS) et Eumetsat Polar System Second Generation (EPS-SG) dont le premier lancement est prévu en 2023.

Toutes deux font l'objet de développements délégués par EUMETSAT à l'ESA, la production et les opérations étant ensuite réalisées par EUMETSAT.

Les États contribuent au prorata de leur PNB, il n'y a pas de retour géographique contrairement à l'ESA. Les industriels français sont particulièrement bien placés sur les nouvelles générations de satellites en cours de développement : MTG et METOP-SG. Fruit d'un accord avec EUMETSAT, le CNES exerce par ailleurs la maîtrise d'ouvrage du sondeur atmosphérique IASI-NG au profit de ce dernier programme.

S'ajoutent à cela quelques programmes facultatifs, tels que JASON-CS (satellite océanographique altimétrique), en coopération entre EUMETSAT, ESA et l'Union européenne et qui a été lancé fin 2020.

Recherche spatiale

Programme n° 193 | JUSTIFICATION AU PREMIER EURO

ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
Dépenses d'intervention	61 500 000	61 500 000
Transferts aux autres collectivités	61 500 000	61 500 000
Total	61 500 000	61 500 000

RÉCAPITULATION DES CRÉDITS ET EMPLOIS ALLOUÉS AUX OPÉRATEURS DE L'ÉTAT

RÉCAPITULATION DES CRÉDITS ALLOUÉS PAR LE PROGRAMME AUX OPÉRATEURS

Opérateur financé (Programme chef de file) Nature de la dépense	LFI 2021		PLF 2022	
	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
Météo-France (P159)	69 014 001	69 014 001	61 500 000	61 500 000
Transferts	69 014 001	69 014 001	61 500 000	61 500 000
CNES - Centre national d'études spatiales (P193)	1 566 872 108	1 566 872 108	1 600 786 109	1 600 786 109
Subventions pour charges de service public	491 554 739	491 554 739	471 550 000	471 550 000
Transferts	1 075 317 369	1 075 317 369	1 129 236 109	1 129 236 109
Total	1 635 886 109	1 635 886 109	1 662 286 109	1 662 286 109
Total des subventions pour charges de service public	491 554 739	491 554 739	471 550 000	471 550 000
Total des dotations en fonds propres	0	0	0	0
Total des transferts	1 144 331 370	1 144 331 370	1 190 736 109	1 190 736 109

Le transfert à destination de Météo-France (61,5 M€) correspond à la part principale de la contribution française aux programmes de satellites météorologiques développés par l'Organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques (EUMETSAT). Cette contribution est versée par le biais de Météo-France qui y apporte un complément financier (2,8 M€).

CONSOLIDATION DES EMPLOIS DES OPÉRATEURS DONT LE PROGRAMME EST CHEF DE FILE

EMPLOIS EN FONCTION AU SEIN DES OPÉRATEURS DE L'ÉTAT

Intitulé de l'opérateur	LFI 2021					PLF 2022						
	ETPT rémunérés par d'autres programmes (1)	ETPT rémunérés par ce programme (1)	ETPT rémunérés par les opérateurs				ETPT rémunérés par d'autres programmes (1)	ETPT rémunérés par ce programme (1)	ETPT rémunérés par les opérateurs			
			sous plafond	hors plafond	dont contrats aidés	dont apprentis			sous plafond	hors plafond	dont contrats aidés	dont apprentis
CNES - Centre national d'études spatiales	2		2 417	245	25	2		2 417	240	25		
Total	2		2 417	245	25	2		2 417	240	25		

(1) Emplois des opérateurs inclus dans le plafond d'emplois du ministère

Recherche spatiale

Programme n° 193 | JUSTIFICATION AU PREMIER EURO

SCHÉMA D'EMPLOIS ET PLAFOND DES AUTORISATIONS D'EMPLOIS DES OPÉRATEURS DE L'ÉTAT

	ETPT
Emplois sous plafond 2021	2 417
Extension en année pleine du schéma d'emplois de la LFI 2021	
Impact du schéma d'emplois 2022	
Solde des transferts T2/T3	
Solde des transferts internes	
Solde des mesures de périmètre	
Corrections techniques	
Abattements techniques	
Emplois sous plafond PLF 2022	2 417
Rappel du schéma d'emplois 2022 en ETP	

OPÉRATEURS

Avertissement

Le volet « Opérateurs » des projets annuels de performance évolue au PLF 2022. Ainsi, les états financiers des opérateurs (budget initial 2021 par destination pour tous les opérateurs, budget initial 2021 en comptabilité budgétaire pour les opérateurs soumis à la comptabilité budgétaire et budget initial 2021 en comptabilité générale pour les opérateurs non soumis à la comptabilité budgétaire) ne seront plus publiés dans le PAP mais le seront, sans commentaires, dans le « jaune opérateurs » et les fichiers plats correspondants en open data sur le site « data.gouv.fr ».

CNES - CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

Missions

Le Centre national d'études spatiales (CNES) est un établissement public à caractère industriel et commercial sous la tutelle conjointe du ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance, du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation et du ministère des Armées. Créé le 19 décembre 1961, par la loi n° 61-1382, il a pour mission d'élaborer, de proposer et de conduire la politique spatiale de la France.

Le CNES est implanté sur quatre centres :

- deux sites sur Paris avec l'agence de programmes au siège et la direction des lanceurs en co-localisation avec les équipes lanceurs de l'Agence spatiale européenne [développement du lanceur « Ariane » pour le compte de l'Agence spatiale européenne (ESA, European Space Agency), missions de prospective et de R&D sur les nouveaux concepts de lanceurs et les systèmes avancés de propulsion] ;
- le Centre spatial de Toulouse (conduite des projets de systèmes orbitaux et développement des systèmes spatiaux complets) ;
- le Centre spatial guyanais (CSG) de Kourou ; le CNES assure la responsabilité du CSG pour le compte de la France et représente la France au sein de l'exécutif de l'ESA.

Gouvernance et pilotage stratégique

Le contrat d'objectifs et de performance 2016-2020 « Innovation et inspiration », signé en décembre 2015, se structure autour de quatre grandes orientations :

- l'innovation : elle recouvre la technologie (R&T et démonstrateur), les concepts systèmes et s'appuie sur une organisation adaptée (CNES, industrie, communauté scientifique, partenaires étrangers) pour les futurs projets ;
- le développement des filières d'excellence française au profit des acteurs français de la recherche et de l'industrie afin de maintenir le niveau d'excellence acquis et d'améliorer la compétitivité dans chacune des filières (lanceurs, télécoms, observation optique de la Terre, météorologie, défense, océanographie, instrumentation scientifique spatiale,...) ;
- la nécessité de tirer parti des dimensions européenne et internationale de la politique spatiale : que ce soit dans le cadre de l'ESA (Ariane 6 et Véga C pour les lanceurs, Cosmic Vision pour les grands programmes scientifiques, d'EOEP - Earth Observation Envelop Program - pour l'observation scientifique du « système Terre »), en coopération bilatérale ou dans le cadre de l'Union européenne (Galileo, Copernicus, surveillance de l'espace recherche technologique H2020) ;
- des objectifs opérationnels :
- réussir l'étape décisionnelle de fin 2017 afin d'atteindre l'objectif du premier lancement d'Ariane 6 en 2020 et concourir au développement de Vega C ;
- sur le plan scientifique : réussir les projets Microscope et Taranis, conduire ou poursuivre le développement des contributions françaises aux missions communes avec des partenaires étrangers tels que la Chine pour Space Variable Object Monitor (SVOM) ou l'ESA pour Juice et Plato, poursuivre les développements des nouvelles filières avancées en observation de la Terre (optique active) et en télécoms (satellite électrique, charge utile THD numérique).

- Concernant spécifiquement la sécurité et la défense, le contrat d'objectifs et de performance 2016-2020 assigne pour objectif au CNES de poursuivre ses travaux pour la direction générale de l'armement dans les domaines de l'observation de la terre, l'écoute électromagnétique, les télécommunications par satellites, la navigation, l'alerte avancée, la R&T (recherche et technologie) ainsi que les démonstrateurs et de développer, dans un cadre européen, des projets destinés à la sécurité et au plein usage de la dualité des technologies. A ce titre, les programmes d'avenir sont CSO-Musis, CERES, Syracuse 4 ou encore Telemak.

La période du contrat en cours étant arrivée à son terme, un nouveau contrat d'objectif et de performances est en cours de préparation.

Perspectives 2022

En attendant le nouveau contrat d'objectifs et de performance, qui est en cours d'élaboration, les activités engagées pour les années 2021 et suivantes au titre des priorités du contrat État - CNES 2016-2020 sont poursuivies.

L'accent mis sur l'innovation et le développement des usages du spatial a été maintenu, au travers de différents mécanismes de soutien aux entrepreneurs et aux start-up, d'initiatives CNES-industrie dans le cadre du Grand Plan d'Investissement, du fonds d'investissements dans les PME innovantes du secteur spatial CosmiCapital, et du développement d'une composante « Réactivité » du programme de R&T. Ce dispositif a été renforcé par l'engagement d'actions dites de « preuve de concept » financées par le Programme d'Investissements d'avenir.

La thématique du climat continue par ailleurs d'être au premier plan : le CNES poursuit des projets spatiaux liés au changement climatique, à la suite de la COP21 puis de la COP22. Les missions MicroCarb et Merlin d'étude des gaz à effet de serre témoignent, comme la déclaration de New Delhi signée par 60 agences spatiales du monde entier à l'initiative du CNES, de l'engagement de ce dernier en faveur du climat.

Parce que les effets du changement climatique, notamment sur les ressources en eaux, nécessitent de nouvelles connaissances en océanographie et en hydrologie, le CNES et la NASA, forts de 25 ans de coopération dans le domaine de l'altimétrie océanographique, poursuivent la réalisation de la mission SWOT (Surface Water and Ocean Topography) avec un important volet lié à ses applications. Depuis le 19 février 2020, les données scientifiques des instruments bord du satellite CFOSAT, dédié à l'étude des vagues ainsi que des vents de surface et développée en coopération avec la Chine, sont mises à disposition de la communauté scientifique et doivent être suivies de la diffusion de produits à usage opérationnel. Enfin, le CNES a démarré en 2020 la phase de développement du projet TRISHNA de mesure à haute résolution de l'Infra-Rouge Thermique permettant de contribuer à plusieurs enjeux majeurs comme la détection du stress hydrique, l'urbanisation et les îlots de chaleur urbains, le suivi des eaux côtières et intérieures.

En 2021, le CNES poursuit la dynamique enclenchée avec le « Space Climate Observatory », destiné à renforcer la coordination inter-agences contre le changement climatique, via notamment une mobilisation accrue des outils spatiaux. La déclaration conjointe d'intérêt a été signée par plus de 25 agences spatiales et organismes internationaux. Des projets sont labellisés chaque année par l'équipe française du SCO (CNES, Météo France, IFREMER, CNRS et Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche et de l'Innovation). Ces projets apportent des analyses prospectives d'impact du changement climatique jusqu'à des propositions de mise en œuvre de politiques adaptatives, permettant à une collectivité ou à un décideur de faire face à des enjeux cruciaux comme le retrait du trait de côte, l'élévation des températures urbaines, l'extension des épidémies, la gestion des inondations.

En exploration et en sciences spatiales, Mars reste la nouvelle frontière même si la Lune mobilise à nouveau nombre d'agences spatiales. Le CNES contribue ainsi à la mission MARS 2020 en coopération bilatérale avec la NASA lancée avec succès le 30 juillet 2021 grâce à la fourniture de l'instrument Supercam. La mission de sismologie martienne INSIGHT continue de produire des résultats scientifiques avec de publications sur la structure interne de Mars. Le CNES participe également au programme Exomars 2020 de l'ESA, et coopère avec la Chine sur la mission lunaire CHANG'E6. Le CNES poursuit enfin avec le DLR le développement d'un rover pour la mission japonaise d'exploration des lunes de Mars, MMX, pour laquelle un spectromètre infra-rouge sera également fourni.

Des contributions instrumentales sont également fournies à des programmes majeurs en sciences spatiales telles que les missions du programme Cosmic Vision de l'ESA (JUICE, EUCLID, ATHENA, SOLAR ORBITER ou encore PLATO,

mission de détection d'exoplanètes) ou des missions en coopération bilatérale comme SWOM, mission d'astronomie avec la Chine. Février 2020 a vu le lancement de SOLAR ORBITER pour lequel la France a contribué à 6 des 10 instruments.

Dans le domaine des systèmes de lancement, l'autonomie européenne d'accès à l'espace à un coût raisonnable reste une priorité. Au-delà du développement des projets de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) Ariane 6 et Véga, le CNES prépare l'avenir, dans le cadre de coopérations européennes, avec le développement de Prometheus (moteur à bas coût potentiellement réutilisable), mais aussi dans un cadre plus international en coopération avec l'Allemagne et le Japon concernant la réalisation d'un démonstrateur d'étage récupérable CALLISTO. Enfin, un important volet de modernisation des installations du Centre Spatial Guyanais a débuté suite aux décisions prises lors de la réunion au niveau ministériel du Conseil de l'Agence Spatiale Européenne (Space19+) fin 2019.

Dans le domaine des satellites de télécommunication, le CNES porte son effort sur la préparation de l'avenir et la compétitivité de l'industrie française. Après la priorité accordée au développement de filières de satellites tout électriques, les projets en préparation visent à accompagner les industriels français pour adapter les charges utiles aux besoins du marché (très haut débit notamment) et pour concevoir des satellites à flexibilité accrue via notamment le programme Space Inspire. Dans le domaine de la collecte de données et de la localisation, le CNES a lancé avec succès le démonstrateur ANGELS, contribuant à la validation en orbite de technologies pour une constellation innovante de nanosatellites dont la société KINEIS, spin-off de la société CLS, est maître d'œuvre.

Dans le domaine de la défense, les projets du CNES accompagnent les programmes du Ministère de la Défense, en particulier les missions de télécommunication (Syracuse) et d'observation optique CSO/MUSIS, dont l'exploitation opérationnelle du premier satellite a commencé en 2019. Le CNES poursuit par ailleurs le programme de R&D duale en télécommunications CASTOR, en préparation du post-Syracuse 4, ainsi que le programme de démonstration de production massive et à forte revisite de modèles numériques de surface CO3D. Le CNES intervient également au profit de la DGA sur la maîtrise de l'espace, en particulier sur le démonstrateur Yoda.

Participation de l'opérateur au plan de relance

En réponse à la crise sanitaire de la COVID-19, le Gouvernement a lancé le plan « France Relance », comprenant des mesures spécifiques au secteur spatial inscrites dans le programme « Compétitivité ».

Le CNES s'est vu confier par l'Etat la mise en œuvre du plan de relance spatial, lequel est structuré suivant deux parties distinctes :

- La partie « Lanceurs ESA », destinée à couvrir en priorité des coûts industriels liés à la crise sanitaire et la préparation de l'avenir des lanceurs via l'ESA. Cette enveloppe sera transférée à l'ESA sous la forme d'une contribution additionnelle de la France à l'ESA.
- La partie « Innovation France » qui permettra au CNES la mise en œuvre de 5 volets en privilégiant la rapidité de mise en œuvre et les actions ayant l'impact le plus fort sur le secteur spatial. Elles concernent les tests du moteur à bas coût Prometheus, l'accélération de technologies d'avenir civiles et duales, le soutien à des projets collaboratifs d'envergure de Recherche et Développement Industriel dans les domaines des télécommunications et de l'observation, l'achat de services innovants valorisant des données, produits ou infrastructures spatiales auprès de start-up et PME et enfin au soutien de projets structurant l'écosystème français des activités nanosatellites.

FINANCEMENT APPORTÉ À L'OPÉRATEUR PAR LE BUDGET DE L'ÉTAT

(en milliers d'euros)

Programme intéressé Nature de la dépense	LFI 2021		PLF 2022	
	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
146 – Équipement des forces	100 000	100 000	0	0
Subvention pour charges de service public	100 000	100 000	0	0
Dotation en fonds propres	0	0	0	0
Transfert	0	0	0	0
193 – Recherche spatiale	1 566 872	1 566 872	1 600 786	1 600 786
Subvention pour charges de service public	491 555	491 555	471 550	471 550

Recherche spatiale

Programme n° 193 | OPÉRATEURS

(en milliers d'euros)

Programme intéressé Nature de la dépense	LFI 2021		PLF 2022	
	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
Dotations en fonds propres	0	0	0	0
Transfert	1 075 317	1 075 317	1 129 236	1 129 236
Total	1 666 872	1 666 872	1 600 786	1 600 786

Le P193 prend en charge le versement au Centre national d'études spatiales de 471,55 M€ en cohérence avec la compétence de ce dernier s'agissant de la politique spatiale. Le P193 prend en charge le versement à l'Agence spatiale européenne (ESA) par l'intermédiaire du Centre national d'études spatiales de 1,13 Md€ au titre de la contribution de la France au budget annuel de l'organisation.

Le P146 prend en charge un versement au centre national d'études spatiales de 150 M€ en cohérence avec la compétence du CNES s'agissant de la politique spatiale de défense, la conduite des programmes d'armement en cours de réalisation et les travaux de préparation de capacités futures, en complément des engagements contractualisés.

Le programme P146 prévoit notamment le paiement de 174 M€ de crédits au centre national d'études spatiales (CNES) liés à des engagements contractualisés se rapportant tant à la conduite des programmes d'armement en cours de réalisation (observation spatiale MUSIS, renseignement électromagnétique CERES et télécommunication SYRACUSE) qu'aux travaux de préparation de capacités futures (future capacité d'observation spatiale IRIS, nouveau satellite de télécommunication, démonstrateur d'opérations de proximité dans l'espace, future capacité de surveillance de l'espace ARES et future capacité de renseignement électromagnétique CELESTE).

CONSOLIDATION DES EMPLOIS DE L'OPÉRATEUR

(en ETPT)

	LFI 2021 (1)	PLF 2022
Emplois rémunérés par l'opérateur :	2 662	2 657
– sous plafond	2 417	2 417
– hors plafond	245	240
<i>dont contrats aidés</i>		
<i>dont apprentis</i>	25	25
Autres emplois en fonction dans l'opérateur :	2	2
– rémunérés par l'État par ce programme		
– rémunérés par l'État par d'autres programmes	2	2
– rémunérés par d'autres collectivités ou organismes		

(1) LFI et LFR le cas échéant