

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

2021



PROGRAMME 193

RECHERCHE SPATIALE

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

PRÉSENTATION STRATÉGIQUE DU PROJET ANNUEL DE PERFORMANCES

Bernard LARROUTUROU

Directeur général de la recherche et de l'innovation

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 défis d'autonomie stratégique et de sécurité, de recherche scientifique, de développement économique, d'aménagement du territoire ou encore d'environnement qui se posent à elles. Ce programme est mis en œuvre pour l'essentiel par le Centre national d'études spatiales (CNES), opérateur de l'Etat dans ses activités nationales et bilatérales comme pour la contribution française à l'Agence spatiale européenne (ESA). Le P193 comprend par ailleurs une contribution française à l'organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques (Eumetsat). Les techniques spatiales étant fortement duales, la coopération avec le ministère des armées dans le domaine spatial est particulièrement importante.

Malgré le rôle de plus en plus important des investisseurs privés dans le secteur spatial, la contribution directe ou indirecte des États au financement des programmes et systèmes spatiaux reste essentielle. Les utilisations commerciales, bien qu'indispensables, ne suffisent en général pas à couvrir l'ensemble des coûts de développement, de déploiement et d'opération des systèmes spatiaux. Les orientations retenues par la puissance publique française en matière de recherche spatiale au travers du programme 193 sont d'autant plus primordiales que l'impact de la crise Covid sur la filière (arrêt partiel ou total des activités de production, décalage ou annulation de commandes sur les marchés commerciaux ou institutionnels étrangers, coup de frein au financement privés du « New Space », retards dans le développement de systèmes fortement soumis à la concurrence...) se fera probablement ressentir pendant plusieurs années. Il faut en effet rappeler que l'industrie spatiale française réalise plus de la moitié de son chiffre d'affaires sur le marché concurrentiel privé, alors que les autres industriels européens et internationaux sont davantage tournés vers leur marché institutionnel. Sa place de premier rang au niveau européen (plus de 50 % des ventes de toute l'industrie spatiale européenne) et même mondial sur le marché des lancements et des satellites lui permet de proposer à l'Etat des solutions nationales performantes et compétitives tout en étant un véritable outil de souveraineté et de développement économique qui crée des emplois de haute qualification en France et qui a la capacité d'apporter des éléments de réponse à de grands défis sociétaux comme la fracture numérique ou le suivi du changement climatique.

Le programme multilatéral du CNES, tel qu'il figure au contrat d'objectifs et de performance « Innovation & Inspiration » signé le 15 décembre 2015, vise à développer des technologies en soutien à l'industrie française à l'exportation, à accompagner la politique étrangère française et à contribuer au rayonnement de la France dans le domaine spatial. **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 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). Développé dans ce cadre, le satellite de dernière génération KONNECT VHTS (*Very High Throughput Satellite ou satellites de télécommunications de très grande capacité*) sera lancé en 2021. D'une capacité de 500 Gbps, ce satellite permettra de répondre aux objectifs du plan gouvernemental France 'Très haut débit' en connectant dès 2022 plus de 300 000 foyers des zones blanches de métropole. 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.

Ces systèmes de télécommunications plus performants mais aussi la multiplication des données d'observation de la Terre permettent d'envisager le **développement de nouvelles applications spatiales** dont certaines, comme la télémédecine ou la mesure des gaz à effet de serre, montrent leur utilité pour la mise en œuvre des politiques publiques dans le contexte actuel de crise sanitaire. Plusieurs dispositifs ont été mis en place pour faciliter la diffusion et l'utilisation de ces capacités et données spatiales comme l'initiative « Connect by CNES » ou les « Boosters »

régionaux du Comité de Concertation Etat-Industrie sur l'Espace (COSPACE) qui regroupent des acteurs du spatial, du numérique et des domaines applicatifs (urbanisme, agriculture, énergie, environnement, mer, gestion des risques, industrie, mobilité, transport, développement durable des territoires, loisirs...). En plus de ces dispositifs, le développement des pôles de données, la présence du CNES à Station F aux côtés des start-ups ou son rôle d'apporteur d'affaires pour le fonds d'investissement « French Tech Seed » complètent cet **effort de soutien à un nouvel écosystème**.

Le secteur spatial connaît actuellement une accélération de l'innovation qui bouscule toute la filière, qu'il s'agisse des lanceurs, des satellites, des segments sol ou des applications. Dans ce contexte, la préparation de l'avenir constitue un puissant moteur de croissance de l'industrie spatiale. Cette filière innovante et dynamique repose sur l'Etat, sur des laboratoires académiques d'excellence et sur un tissu industriel qui va des PME à quelques grands groupes industriels de lanceurs et de satellites où chaque maillon de la chaîne est nécessaire au fonctionnement de l'ensemble. Le spatial est en effet un secteur clé pour les fonctions régaliennes de défense, de surveillance ou liées à l'environnement notamment, en faveur de notre société et de l'économie du pays. Cette filière, indispensable à l'Etat, permet l'accélération de la croissance économique dans sa globalité et la création d'emplois dans d'autres secteurs grâce à de nombreuses applications utilisant les données spatiales. Même si le phénomène *NewSpace* attire de nouveaux acteurs privés, les gouvernements conservent un rôle central car les financements publics restent largement majoritaires. Des efforts d'innovation importants et continus sont apportés au travers des programmes de R&D (P193 (recherche spatiale) et P191 (recherche duale), dont les activités permettent à la France de conserver sa place de leader en Europe et dans le monde.

Afin de bénéficier d'un effet de levier en terme capacitaire et de promouvoir le spatial français tout en accompagnant l'action diplomatique de l'Etat, **certains programmes spatiaux ambitieux sont développés en coopération bilatérale** directe entre le CNES et d'autres partenaires étrangers (Etats-Unis, Chine, Inde, Japon, Russie, etc...), notamment dans le domaine scientifique (exploration, observation de la Terre...). Plusieurs de ces programmes réalisés en coopération devraient être lancés dans les prochaines années comme la mission franco-chinoise SVOM d'étude des sursauts gamma, la mission MICROCARB d'étude du CO2 atmosphérique réalisée en coopération avec l'agence spatiale britannique, TRISHNA pour l'étude du cycle de l'eau avec l'Inde ou encore le James Webb Space Telescope (NASA, ESA, Agence Spatiale Canadienne) où la France contribue au développement de l'instrument MIRI et assurera le lancement depuis le Centre Spatial Guyanais par un lanceur Ariane 5. Par ailleurs, après la mission Insight en 2018, la mission Mars 2020 lancée à l'été 2020 avec les Etats-Unis concrétisera la valeur ajoutée de la science française dans le domaine de l'exploration. Son arrivée à la surface de la planète Mars est prévue début 2021.

L'Europe constitue l'horizon et le cadre naturel de l'effort spatial français en vue de définir une politique spatiale d'envergure. L'Union européenne (UE) qui finance les programmes phares tels que Copernicus, Galileo, EGNOS et le programme cadre de recherche « Horizon 2020 » (Horizon Europe à partir de 2021), avec l'appui de l'ESA pour le développement, joue désormais un rôle majeur dans ce domaine. L'UE a d'ailleurs rédigé un projet de règlement spatial européen qui s'imposera à tous les États membres à partir de 2021. Le prochain cadre financier pluriannuel (FFPA) de l'UE, en cours d'établissement pour la période 2021-2027, sera également déterminant. La stratégie spatiale française en Europe s'exprime notamment à l'occasion des Conseils ministériels de l'ESA dont le dernier a eu lieu fin novembre 2019 à Séville sous co-présidence française. Lors de ce Conseil ministériel (SPACE 19+) plus de 14,4 milliards d'euros ont été souscrits sur la période 2020-2024 par les Etats Membres. La contribution française à l'ESA, portée par le programme 193 via le CNES, permet aux laboratoires et à l'industrie de participer aux grands projets scientifiques, d'exploration lunaire ou martienne ou de vol habité de l'Agence.

Dans le domaine de **l'observation de la Terre, de l'environnement et du climat**, l'évolution de la composante spatiale du programme COPERNICUS a été très largement souscrite lors de la conférence ministérielle SPACE19+. Ce budget permettra d'assurer le développement des prototypes des 6 futures missions Sentinel dont les satellites récurrents seront ensuite financés par la Commission Européenne. 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 revue programmatique est prévue en 2021 pour définir les priorités parmi ces 6 missions en fonction de l'avancement des projets et des budgets disponibles. A noter également le lancement prévu en 2021 de la mission BIOMASS (mission Earth Explorer de l'ESA pour l'étude de la biomasse et des stocks de carbone dans les forêts).

Concernant les lanceurs, les engagements pris à la conférence ministérielle SPACE19+ vont permettre de **finaliser le développement d'Ariane 6 et Véga C, d'assurer la transition entre Ariane 5 et Ariane 6, de moderniser le Centre Spatial Guyanais et de préparer le futur** (moteur à bas coût Prometheus, démonstrateur Thémis pour la récupération et la réutilisation d'un lanceur dont la maîtrise d'œuvre sera assurée par la structure ArianeWorks mise en place en 2019 sous l'impulsion du CNES et d'ArianeGroup) afin d'envisager, à terme, un nouveau lanceur toujours plus compétitif. L'épidémie de Covid-19 a impacté le calendrier de lancement d'Ariane 6 dont le premier tir est maintenant prévu au plus tôt en 2021.

Enfin, le **programme 193 finance la contribution française à 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. Le développement des nouvelles générations de ces programmes météorologiques (*Meteosat Third Generation (MTG)* et *Meteorological Operational Satellite - Second Generation (METOP-SG)*) est actuellement en cours et un satellite de nouvelle génération devrait être lancé chaque année entre 2022 et 2025. Les maîtres d'œuvre industriels français en sont responsables système et accomplissent une part significative de ces travaux.

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

La maquette des objectifs et indicateurs est restée stable.

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	2018 Réalisation	2019 Réalisation	2020 Prévision PAP 2020	2020 Prévision actualisée	2021 Prévision	2023 Cible
Part française des publications de référence internationale liées à la recherche spatiale dans la production mondiale	%	3,7 (valeur semi définitive)	3,6 (valeur estimée)	3,7	3,4	3,2	>3
Part française des publications de référence internationale liées à la recherche spatiale dans la production de l'Union européenne (UE 28)	%	13,6 (valeur semi définitive)	13,0 (valeur estimée)	13,9	13,6	13,5	>=13
Part de la production scientifique des opérateurs du programme dans l'espace France-Allemagne-Royaume-Uni	%	29,6 (valeur semi définitive)	28,4 (valeur estimée)	30,1	28,8	28,6	30
Reconnaissance scientifique des opérateurs du programme	indice	1,52 (valeur semi définitive)	1,6 (valeur estimée)	1,26	1,3	1,3	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 définitifs pour 2018, 2019 et encore prévisionnels pour 2020, montre une tendance en légère diminution de la part française dans la production mondiale depuis plusieurs années, dont une des raisons provient de la montée en puissance des pays émergents (Chine et Inde notamment) comme nous l'avions déjà indiqué dans le rapport précédent.

Il convient de veiller à la poursuite des publications en 2021 et au-delà sur des missions en vol dont l'exploitation est significativement prolongée, comme CALIPSO ou GAIA. De nouvelles publications sont attendues dans les prochaines années grâce en particulier aux satellites du programme européen COPERNICUS et aux autres missions en coopération, dont plusieurs ont été lancées récemment comme INSIGHT avec justement une série de 5 articles publiés dans la revue Nature Geosciences le 24 février 2020.

Les missions comme CFOSAT, BEPICOLOMBO, SOLAR ORBITER et la Mission MARS 2020 permettront de consolider la position enviable 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. Rappelons toutefois que cette valeur a fortement augmenté en 2017-2018 en raison d'un phénomène épisodique et atypique de nombreuses citations (plus de 3000) d'une publication liée à la mission Planck. Ce sous-indicateur, qui caractérise la qualité des publications, devrait se maintenir à un niveau satisfaisant grâce, entre autres, aux publications sur MICROSCOPE, mission qui a reçu le prix Servant de l'Académie des Sciences en 2019, et à des missions encore en vol comme CALIPSO et GAIA dont l'exploitation prolongée génère en 2020 des records de publications qui devraient se poursuivre en 2021.

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	2018 Réalisation	2019 Réalisation	2020 Prévision PAP 2020	2020 Prévision actualisée	2021 Prévision	2023 Cible
Chiffre d'affaires à l'export de l'industrie spatiale française rapporté aux investissements des cinq dernières années.	%	150	150 (valeur provisoire)	150	130 (valeur provisoire)	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

Depuis 2018, la réalisation pour cet indicateur est en baisse car les deux piliers de la filière spatiale française, à savoir le marché commercial export et le marché institutionnel européen sont fragilisés. Il faut en effet rappeler que, 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 géostationnaires de télécommunication. Dans les années 2010, ce marché était stabilisé autour de 20 satellites par an au niveau mondial. En 2017 et 2018, les commandes ont chuté jusqu'à 7 dans une année avec une remontée à 13 satellites en 2019, ce qui laissait augurer d'une reprise durable. Dans ce contexte particulièrement difficile, les maîtres d'œuvre français ont néanmoins réussi à maintenir leur position de premier plan en renouvelant en profondeur et en diversifiant leur offre grâce à des investissements constants et importants en R&D.

En 2019, la France, a vu ses ventes finales baisser pour la deuxième année consécutive alors qu'en Europe, après une baisse de l'ordre de 3% entre 2017 et 2018, l'activité est repartie à la hausse (+2,6%). L'évolution du marché institutionnel européen reste aujourd'hui incertaine compte tenu des négociations en cours sur le règlement et sur les budgets Espace pour la période 2021-2027.

Concernant le marché commercial, les prévisions pour les domaines des télécoms et de l'observation de la Terre pour 2021 et au-delà demeurent hypothétiques en raison notamment de la crise COVID. En effet, une partie du modèle économique des opérateurs de satellites de télécommunications reposait sur l'expansion des besoins de connectivité en mobilité, en particulier aéronautique, secteur particulièrement impacté par les mesures de confinement. D'autre part, même si les premiers satellites des méga-constellations OneWeb ou Starlink ont été lancés en 2019, l'avenir de ces projets reste à confirmer comme l'a d'ailleurs montré la mise en faillite de OneWeb début 2020 avant son rachat par le gouvernement britannique et l'opérateur de téléphonie indien Bharti Global Limited.

Ces fluctuations 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 (outre Boeing avec Viasat, Airbus UK pour les charges utiles et 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, arrive pour l'instant à conserver sa position de premier plan.

Le soutien institutionnel, au travers notamment du plan de relance, sera donc indispensable en 2021 et 2022 pour maintenir la compétitivité de la filière spatiale française sur le marché commercial et être ainsi 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 ainsi qu'à la baisse conjoncturelle des contrats exports et à la réduction des capacités d'autofinancement de la R&D suite à la crise COVID.

La conjonction de tous ces facteurs ont conduit à revoir les prévisions 2020 et 2021 ainsi que la cible 2023 légèrement à la baisse.

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	2018 Réalisation	2019 Réalisation	2020 Prévision PAP 2020	2020 Prévision actualisée	2021 Prévision	2023 Cible
Part du marché « ouvert » des lancements de satellites prise par Arianespace.	%	72	50	*	*	*	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

Depuis 2006 Arianespace a pu avoir une cadence réellement opérationnelle avec le lanceur « Ariane 5 ECA ». Le centième lancement d'Ariane 5 s'est déroulé en septembre 2018.

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 au plus tôt en 2021. 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.

En 2019, Arianespace a réalisé 8 lancements, dont quatre Ariane 5, trois Soyouz et un Vega (un autre lancement Vega a échoué), représentant un chiffre d'affaires d'un milliard d'euros. L'année 2020 est fortement altérée par la pandémie avec l'arrêt des activités au Centre Spatial Guyanais dès le début du confinement, ce qui a conduit à reporter toutes les campagnes de lancement en cours ainsi qu'à repousser la préparation des essais du lanceur Ariane 6 avec l'arrêt

du chantier du nouveau pas de tir. Une reprise partielle des activités les plus critiques a démarré et se poursuit progressivement. Les impacts complets restent à évaluer.

Au premier semestre, le bilan est de 2 lancements Ariane. En 2021, 3 ou 4 lancements Ariane 5 sont prévus et le vol inaugural d'Ariane 6 a été repoussé au second semestre 2021. Les conséquences économiques de la pandémie pourraient perturber les perspectives de marché en 2021 et les années suivantes et impacter directement la montée en puissance de l'exploitation des nouveaux lanceurs Ariane 6 et Vega C.

INDICATEUR

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

(du point de vue du contribuable)

	Unité	2018 Réalisation	2019 Réalisation	2020 Prévision PAP 2020	2020 Prévision actualisée	2021 Prévision	2023 Cible
Prix d'un lancement rapporté à la performance du lanceur Ariane 5	€/kg	18900	17800	*	*	*	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 : Arianespace

Mode 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 Soyouz 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 au plus tôt en 2021, qui devrait permettre un gain au kilo lancé de près de 40%.

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. 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.

La cible 2023 reflète 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. A noter que cet indicateur sera amené à évoluer après la transition entre Ariane 5 et Ariane 6.

OBJECTIF

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

L'indicateur mesure la qualité de la maîtrise d'ouvrage du CNES, qui est aussi 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	2018 Réalisation	2019 Réalisation	2020 Prévision PAP 2020	2020 Prévision actualisée	2021 Prévision	2023 Cible
Moyenne des écarts des coûts	%	2,1	1,6	3	4	4	3
Ecart moyen des délais	mois	4	3	<6	6	6	<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'écarts 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 projets choisis pour le calcul de l'indicateur sont les plus importants, d'un point de vue technique et budgétaire, 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.

Les 11 projets pris en compte sont :

Lanceur : pas de tir Ariane 6 (ELA4)

Observation de la Terre : MERLIN, MICROCARB, SWOT, IASI-NG

Défense : CSO-Musis, CO3D

Sciences : SVOM, EUCLID, JUICE

Télécoms : ARGOS / SRSAT

La proposition d'évolution de la liste de projets considérés a évolué depuis le PAP précédent et le RAP 2019. Elle est motivée par le lancement puis la recette en vol du projet CFOSAT (Chinese-French Oceanic SATellite), d'où son retrait de la liste. Dans l'optique de rester à 11 projets, parmi les plus importants en termes techniques et budgétaires, le projet CO3D (Composante Optique 3D), projet dual innovant dans ces objectifs missions tout comme de relation avec l'industrie a été rajouté. Les montants et échéances calendaires majeures sont présentées par projet dans les documents soumis au Conseil d'Administration de décembre.

Les cibles pour ces différents sous-indicateurs sont ambitieuses, notamment en termes de coûts (<3% de surcoût) et de délais (6 mois) à un horizon 2023. Il faut néanmoins rappeler qu'il s'agit de cibles par rapport au dossier présenté au Conseil d'administration, dossier qui inclut des marges raisonnables.

En revanche, les estimations en termes d'écart de coûts et de délais doivent être revisitées à la hausse pour 2020 et 2021. Il est à noter que la crise sanitaire du COVID 19 en 2020 affecte de manière sensible la réalisation des projets en développement et même de manière accrue ceux en coopération internationale avec le décalage temporel des programmes en fonction de l'intensité des pics de la crise et des périodes de confinement que subissent nos partenaires. L'estimation ici fournie est préliminaire et nécessite d'être consolidée. La liste des projets à l'horizon 2023 aura pour partie évolué et pourrait permettre d'envisager de revenir à des cibles plus ambitieuses.

L'indicateur *performance* devrait rester très satisfaisant avec des équipes CNES aguerries aux exploitations. La disponibilité des missions opérationnelles, que ce soit pour la météorologie avec par exemple IASI, en observation de la terre ou pour la Défense reste un motif de grande satisfaction exprimée par leurs utilisateurs tel qu'EUMETSAT ou encore l'EMA et la DGA concernant la Défense française.

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 constitue un objectif en soi (intérêt sociétal du spatial) en même temps qu'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	2018 Réalisation	2019 Réalisation	2020 Prévision PAP 2020	2020 Prévision actualisée	2021 Prévision	2023 Cible
Satellites de communication ou de navigation	Nb	320	342	330	320	300	>300
Charges utiles d'observation de la Terre ou de sécurité défense	Nb	77	76	75	73	75	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

La dynamique de construction de satellites et de charges utiles réalisés par l'industrie française se maintient. Concernant les charges utiles d'observation de la Terre et de Sécurité-Défense, les bons résultats en 2018 et 2019 restent principalement liés à des commandes institutionnelles européennes (comme CFOSAT, CSO, Sentinel 3B) et à quelques contrats exports (Mohamed VI, Falcon Eye). La demande institutionnelle reste un moteur indéniable en observation de la Terre, au travers en particulier du programme d'observation de la Terre COPERNICUS de l'Union Européenne (nouveaux Sentinelles commandés en 2020), du programme de météorologie d'EUMETSAT ou encore du

programme national (CO3D, Trishna et satellites de Défense). Il est à noter que les cubesats et nanosatellites, marchés en pleine expansion depuis quelques années, ne figurent pas dans ce sous-indicateur.

L'actualisation de la prévision du 1^{er} sous-indicateur pour 2020 tient compte des excellents résultats des années passées, dont la croissance a résulté en grande partie de la poursuite des lancements de satellites réalisés par Thales Alenia Space pour les constellations de télécommunication Iridium-Next (75 satellites déployés en 8 lancements entre janvier 2017 et janvier 2019, 66 satellites opérationnels et 9 de rechange) et O3b (20 satellites dont les 4 derniers ont été mis en orbite en avril 2019).

L'effet dans ce décompte de la fin de vie des satellites parmi les plus anciens comptabilisés, dont ceux de premières constellations comme Globalstar, est à surveiller dans les prochaines années et à mettre en regard d'un attentisme de la part des opérateurs de télécoms qui perdure avant de devoir remplacer leurs satellites en fin de vie. Grâce aux efforts de R&D du CNES et du Programme d'Investissements d'Avenir, nos maîtres d'œuvre industriels français ont quasiment doublé leurs parts du marché ouvert de satellites de télécommunications géostationnaires en 2018 et 2019. Toutefois, malgré un rebond de commandes de satellites de télécommunication géostationnaires en 2019, le marché reste très incertain comme le montre la mise sous protection du chapitre 11 de l'opérateur Intelsat dans un contexte de crise économique mondiale. Le domaine des télécommunications, y compris spatiales, est en pleine mutation avec des projets de satellites à capacités sensiblement augmentées (ex. KONNECT VHTS), mais aussi de plus petits satellites flexibles (ex. SES GEONext) ou encore de méga-constellations (Starlink, Telesat, OneWeb, Kinéis, etc.) dont l'aboutissement reste encore incertain (faillite puis reprise de OneWeb) malgré de premiers lancements de démonstrateurs OneWeb et Starlink en 2019.

Il est encore trop tôt pour analyser les impacts de la crise de la COVID sur les évolutions du marché des satellites de télécommunications mais il est à prévoir une baisse des commandes de satellites sur le marché de la connectivité pour l'aéronautique et le maritime. Cette baisse pourrait être compensée par un accroissement des besoins de connectivité du service fixe en partie révélé par la crise de la COVID.

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	2018 Réalisation	2019 Réalisation	2020 Prévision PAP 2020	2020 Prévision actualisée	2021 Prévision	2023 Cible
Proportion du budget du CNES consacré à des programmes en coopération européenne	%	75	77	79	79	75	70
Part du CNES dans le financement de ces programmes en coopération	%	16	20	20	21	20	16
Taux de retour français sur la composante Espace du programme cadre européen de recherche	%	17,5	19,2	18	18	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 CNES consacrée à des programmes en coopération européenne augmente assez significativement sur les années 2018 à 2020. En dehors du fait d'être la traduction de la stratégie spatiale nationale consistant à privilégier un cadre européen pour les programmes conduit par le CNES, cette augmentation est principalement due à un abondement majeur de la contribution française à l'ESA, qui passe de 875 M€ en 2017 jusqu'à 1,1 Md€ en 2020, hors remboursement de la dette française. Cet effet résulte des propositions de l'ESA lors des précédentes conférences ministérielles d'engagements de programmes de plus en plus conséquents, notamment concernant les lanceurs et le programme scientifique obligatoire. Dans les prochaines années, ce sous-indicateur devrait revenir à une valeur proche d'avant 2018, dû au retour progressif à un niveau de contribution française à l'ESA similaire à avant ce cycle 2018-2020, et, comme envisagé dans le triennal budgétaire, à une ambition renforcée en termes de soutien à l'écosystème national et de coopérations au niveau international (Chine, USA, etc.) pour accompagner la diplomatie économique de l'État.

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. 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 au niveau d'avant 2018.

Enfin, le taux de retour français sur la composante Espace du programme cadre européen de recherche H2020 continue d'être excellent et place la France comme premier pays bénéficiaire. En effet, la France conserve le meilleur taux de retour en Europe sur ce programme et il est supérieur au taux de contribution à l'Union Européenne. La France ressort une nouvelle fois comme le premier bénéficiaire de ces calls ouverts avec un retour de 20% du budget alloué en 2020 par la Commission devant l'Allemagne (15%), l'Espagne (14%) et l'Italie (13%). Le programme H2020 se termine en décembre 2020 et Horizon Europe devrait être le nouveau programme cadre européen de recherche à partir de 2021. Aucune cible ne peut être fournie pour les prochaines années, sachant que ni son contenu ni son règlement ne sont encore arrêtés et qu'une composante Espace n'y est pas encore définie.

Recherche spatiale

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

PRÉSENTATION DES CRÉDITS ET DES DÉPENSES FISCALES

2021 / PRÉSENTATION PAR ACTION ET TITRE DES CRÉDITS DEMANDÉS

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 attendus 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 attendus 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

2020 / PRÉSENTATION PAR ACTION ET TITRE DES CRÉDITS VOTÉS (LOI DE FINANCES INITIALE)

2020 / 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 2020	FdC et AdP prévus en 2020
01 – Développement de la technologie spatiale au service de la science	71 908 684	190 266 257	262 174 941	0
02 – Développement de la technologie spatiale au service de l'observation de la terre	166 828 148	191 441 257	358 269 405	0
03 – Développement de la technologie spatiale au service de la recherche en sciences de l'information et de la communication	30 657 120	149 500 898	180 158 018	0
04 – Maîtrise de l'accès à l'espace	140 662 172	643 289 129	783 951 301	0
05 – Maîtrise des technologies orbitales et de l'innovation technologique	120 224 092	182 131 167	302 355 259	0
06 – Moyens généraux et d'appui à la recherche	44 274 523	44 380 269	88 654 792	0
07 – Développement des satellites de météorologie	0	46 062 000	46 062 000	0
Total	574 554 739	1 447 070 977	2 021 625 716	0

2020 / 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 2020	FdC et AdP prévus en 2020
01 – Développement de la technologie spatiale au service de la science	71 908 684	190 266 257	262 174 941	0
02 – Développement de la technologie spatiale au service de l'observation de la terre	166 828 148	191 441 257	358 269 405	0
03 – Développement de la technologie spatiale au service de la recherche en sciences de l'information et de la communication	30 657 120	149 500 898	180 158 018	0
04 – Maîtrise de l'accès à l'espace	140 662 172	643 289 129	783 951 301	0
05 – Maîtrise des technologies orbitales et de l'innovation technologique	120 224 092	182 131 167	302 355 259	0
06 – Moyens généraux et d'appui à la recherche	44 274 523	44 380 269	88 654 792	0
07 – Développement des satellites de météorologie	0	46 062 000	46 062 000	0
Total	574 554 739	1 447 070 977	2 021 625 716	0

Recherche spatiale

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

PRÉSENTATION DES CRÉDITS PAR TITRE ET CATÉGORIE

Titre ou catégorie	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Ouvertes en LFI pour 2020	Demandées pour 2021	FdC et AdP attendus en 2021	Ouverts en LFI pour 2020	Demandés pour 2021	FdC et AdP attendus en 2021
Titre 3 – Dépenses de fonctionnement	574 554 739	491 554 739	0	574 554 739	491 554 739	0
Subventions pour charges de service public	574 554 739	491 554 739	0	574 554 739	491 554 739	0
Titre 6 – Dépenses d'intervention	1 447 070 977	1 144 331 370	0	1 447 070 977	1 144 331 370	0
Transferts aux autres collectivités	1 447 070 977	1 144 331 370	0	1 447 070 977	1 144 331 370	0
Total	2 021 625 716	1 635 886 109	0	2 021 625 716	1 635 886 109	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	210 000 000	210 000 000	0	210 000 000	210 000 000
02 – Développement de la technologie spatiale au service de l'observation de la terre	0	298 000 000	298 000 000	0	298 000 000	298 000 000
03 – Développement de la technologie spatiale au service de la recherche en sciences de l'information et de la communication	0	133 000 000	133 000 000	0	133 000 000	133 000 000
04 – Maîtrise de l'accès à l'espace	0	607 000 000	607 000 000	0	607 000 000	607 000 000
05 – Maîtrise des technologies orbitales et de l'innovation technologique	0	238 000 000	238 000 000	0	238 000 000	238 000 000
06 – Moyens généraux et d'appui à la recherche	0	80 872 108	80 872 108	0	80 872 108	80 872 108
07 – Développement des satellites de météorologie	0	69 014 001	69 014 001	0	69 014 001	69 014 001
Total	0	1 635 886 109	1 635 886 109	0	1 635 886 109	1 635 886 109

PARTICIPATION DE LA FRANCE AUX ORGANISATIONS INTERNATIONALES

Contribution française à l'Agence spatiale européenne (ESA) : 1 075,32 M€

L'European Space Agency (ESA) est une agence intergouvernementale coordonnant les projets spatiaux menés en commun par vingt-deux pays européens. Elle est, par son budget, la seconde agence spatiale dans le monde après la NASA. Ses activités couvrent l'ensemble du domaine spatial : astrophysique, exploration du système solaire, étude du Soleil, étude et observation de la Terre par satellite, développement de lanceurs, vols habités, navigation par satellite, technologies et télécommunications spatiales. L'ESA participe également à des programmes spatiaux initiés par d'autres agences. Elle siège à Paris et utilise les installations du centre spatial guyanais.

Le budget 2020 adopté par l'ESA s'établit à 6,68 Md€ (données : ESA). La contribution française en 2020, portée par le programme 193, a été de 1 401,01 M€ et représente 27% des contributions directes des États membres (4,87 Md€). Sur ces 1 401M€, une part importante (253 M€) était dédiée au remboursement par la France de la dette de financement envers l'ESA. La contribution française 2020 a permis de solder cette dette afin que la France soit en conformité avec le règlement financier de l'Agence. La contribution de la France était donc, en 2020, de 1 148 M€ hors remboursement de cette dette.

L'enveloppe inscrite au PLF 2021 est de 1 075,32 M€ et couvre les engagements sur les programmes en cours ainsi que ceux décidés lors de la dernière conférence ministérielle qui s'est tenue à Séville en novembre 2019 sous co-

présidence française. Ces budgets permettront, entre autres, de finaliser le programme Ariane 6 tout en modernisant le Centre Spatial Guyanais et en préparant les technologies des lanceurs du futur (Prometheus, Thémis..), d'engager des missions ambitieuses vers la Lune et Mars, d'accompagner le développement des futures technologies pour les satellites de télécommunication ou encore d'initier la nouvelle génération des satellites Copernicus.

Contribution française à l'Organisation européenne de satellites météorologiques (EUMETSAT) : 69,01 M€

La France contribue aux programmes de satellites météorologiques développés par EUMETSAT et participe à des opérations d'investissement lourdes, partagées entre l'ensemble des trente États membres et l'État coopérant (Serbie). EUMETSAT est principalement financée par les contributions versées par ses États membres, calculées proportionnellement au revenu national brut (RNB) des différents États pour les activités obligatoires.

Le budget global prévisionnel 2021 d'EUMETSAT s'établit à 671,30 M€, en hausse par rapport à celui de 2020 (653,60 M€). La part principale de la contribution française au fonctionnement de l'organisation pour 2021 est portée par le programme 193 « Recherche spatiale » à hauteur de 69,01 M€, à laquelle il faut ajouter 2,80 M€ pris en charge par Météo-France via le programme 159 « Expertise, information géographique et météorologie ».

En 2020, la contribution totale de la France était de 68,50M€ financée par : (1) Météo-France pour 2,8M€, (2) la mobilisation du fonds de roulement dont la France dispose auprès d'EUMETSAT pour 20M€ et (3) des crédits ouverts sur le programme P193 pour le complément (46M€ soit la LFI 2020).

Les contributions des États membres à EUMETSAT couvrent principalement les phases de développement des trois programmes Météosat Third Generation (MTG), Eumetsat Polar System Second Génération (EPS-SG) et Jason-CS dont le lancement est prévu fin 2020. L'avancement de ces projets devrait permettre une baisse des contributions à partir de 2022 et le début des lancements des satellites de nouvelle génération. A noter cependant que les prévisions fournies à ce jour par EUMETSAT ne tiennent pas compte des potentiels impacts de la crise Covid.

PARTICIPATION AU FINANCEMENT DU CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES (CNES) : 491,55 M€

La France conserve à travers le CNES une capacité de développement propre ou en coopération hors ESA. Afin de conserver cette autonomie et cette capacité d'expertise indépendante dans un domaine stratégique comme l'est le spatial, les financements du CNES doivent évoluer parallèlement à ceux de l'ESA.

Conformément à la trajectoire prévue par le projet de loi de programmation de la recherche, la subvention pour charges de service public prévue au PLF 2021 évolue à la hausse à périmètre constant (+17M€) et s'accompagne de modifications dans les circuits de financement qui sont neutres pour le CNES mais modifient les niveaux de crédits prévus sur le P193 et le P191 :

- 100,0 M€, issus du programme 146, au titre d'une contribution du ministère des armées ;
- 127,7 M€, issus du plan de relance.

DÉPENSES PLURIANNUELLES

ÉCHÉANCIER DES CRÉDITS DE PAIEMENT (HORS TITRE 2)

ESTIMATION DES RESTES À PAYER AU 31/12/2020

Engagements sur années antérieures non couverts par des paiements au 31/12/2019 (RAP 2019)	Engagements sur années antérieures non couverts par des paiements au 31/12/2019 y.c. travaux de fin de gestion postérieurs au RAP 2019	AE (LFI + LFRs) 2020 + reports 2019 vers 2020 + prévision de FdC et AdP	CP (LFI + LFRs) 2020 + reports 2019 vers 2020 + prévision de FdC et AdP	Évaluation des engagements non couverts par des paiements au 31/12/2020
0	0	2 021 625 716	2 021 625 716	0

ÉCHÉANCIER DES CP À OUVRIR

AE	CP 2021	CP 2022	CP 2023	CP au-delà de 2023
Évaluation des engagements non couverts par des paiements au 31/12/2020	CP demandés sur AE antérieures à 2021 CP PLF CP FdC et AdP	Estimation des CP 2022 sur AE antérieures à 2021	Estimation des CP 2023 sur AE antérieures à 2021	Estimation des CP au-delà de 2023 sur AE antérieures à 2021
0	0 0	0	0	0
AE nouvelles pour 2021 AE PLF AE FdC et AdP	CP demandés sur AE nouvelles en 2021 CP PLF CP FdC et AdP	Estimation des CP 2022 sur AE nouvelles en 2021	Estimation des CP 2023 sur AE nouvelles en 2021	Estimation des CP au-delà de 2023 sur AE nouvelles en 2021
1 635 886 109 0	1 635 886 109 0	0	0	0
Totaux	1 635 886 109	0	0	0

CLÉS D'OUVERTURE DES CRÉDITS DE PAIEMENT SUR AE 2021

CP 2021 demandés sur AE nouvelles en 2021 / AE 2021	CP 2022 sur AE nouvelles en 2021 / AE 2021	CP 2023 sur AE nouvelles en 2021 / AE 2021	CP au-delà de 2023 sur AE nouvelles en 2021 / AE 2021
100,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %

Recherche spatiale

Programme n° 193 | JUSTIFICATION AU PREMIER EURO

JUSTIFICATION PAR ACTION

ACTION 12,8 %**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	210 000 000	210 000 000	0
Crédits de paiement	0	210 000 000	210 000 000	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 qui devrait se poser 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	59 000 000	59 000 000
Subventions pour charges de service public	59 000 000	59 000 000
Dépenses d'intervention	151 000 000	151 000 000
Transferts aux autres collectivités	151 000 000	151 000 000
Total	210 000 000	210 000 000

Dépenses de fonctionnement :**Subventions pour charges de service public (titre 3, catégorie 32) :**

Les dépenses de fonctionnement (59,00 M€ en AE = CP) correspondent à la part de subvention pour charges de service public (SCSP) versée au CNES (catégorie 32) et fléchée sur des activités relatives à cette action.

NB : le CNES fait l'objet d'une présentation spécifique dans le volet « Opérateurs » du présent projet annuel de performance.

Dépenses d'intervention :

Transferts aux autres collectivités (titre 6, catégorie 64) :

Les dépenses d'intervention (151,00 M€ en AE = CP) correspondent à la part de contribution française à l'ESA (catégorie 64) fléchée sur des activités relatives à cette action.

ACTION 18,2 %

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	298 000 000	298 000 000	0
Crédits de paiement	0	298 000 000	298 000 000	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'Etats membres, dont la France fait partie. A la ministérielle ESA 2019, les Etats 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 6 futures missions Sentinel dont les satellites récurrents seront ensuite financés par la Commission européenne. 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 revue programmatique aura lieu mi 2021.

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.

Recherche spatiale

Programme n° 193 | JUSTIFICATION AU PREMIER EURO

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
Dépenses de fonctionnement	147 000 000	147 000 000
Subventions pour charges de service public	147 000 000	147 000 000
Dépenses d'intervention	151 000 000	151 000 000
Transferts aux autres collectivités	151 000 000	151 000 000
Total	298 000 000	298 000 000

Dépenses de fonctionnement :**Subventions pour charges de service public (titre 3, catégorie 32) :**

Les dépenses de fonctionnement (147,00 M€ en AE = CP) correspondent à la part de subvention pour charges de service public (SCSP) versée au CNES (catégorie 32) et fléchée sur des activités relatives à cette action.

NB : le CNES fait l'objet d'une présentation spécifique dans le volet « Opérateurs » du présent projet annuel de performance.

Dépenses d'intervention :**Transferts aux autres collectivités (titre 6, catégorie 64) :**

Les dépenses d'intervention (151 M€ en AE=CP) correspondent à la part de contribution française à l'ESA pour les activités relatives à cette action.

ACTION 8,1 %**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	133 000 000	133 000 000	0
Crédits de paiement	0	133 000 000	133 000 000	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 1^{ère} génération aura lieu en 2021. L'appel d'offre pour les satellites de transition est en cours et l'ESA devrait notifier 2 contrats en parallèle d'ici fin 2020 / début 2021. « 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.

ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
Dépenses de fonctionnement	25 000 000	25 000 000
Subventions pour charges de service public	25 000 000	25 000 000
Dépenses d'intervention	108 000 000	108 000 000
Transferts aux autres collectivités	108 000 000	108 000 000
Total	133 000 000	133 000 000

Dépenses de fonctionnement :

Subventions pour charges de service public (titre 3, catégorie 32) :

Les dépenses de fonctionnement (25,00 M€ en AE = CP) correspondent à la part de subvention pour charges de service public (SCSP) versée au CNES (catégorie 32) et fléchée sur des activités relatives à cette action.

NB : le CNES fait l'objet d'une présentation spécifique dans le volet « Opérateurs » du présent projet annuel de performance.

Dépenses d'intervention :

Transferts aux autres collectivités (titre 6, catégorie 64) :

Les dépenses d'intervention (108,00 M€ en AE = CP) correspondent à la part de contribution française à l'ESA (catégorie 64) fléchée sur des activités relatives à cette action.

ACTION 37,1 %

04 – Maîtrise de l'accès à l'espace

Recherche spatiale

Programme n° 193 | JUSTIFICATION AU PREMIER EURO

	Titre 2	Hors titre 2	Total	FdC et AdP attendus
Autorisations d'engagement	0	607 000 000	607 000 000	0
Crédits de paiement	0	607 000 000	607 000 000	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 vont permettre de finaliser le développement d'Ariane 6 et Véga C, d'assurer la transition entre Ariane 5 et Ariane 6, de moderniser le Centre Spatial Guyanais et de 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 mais le 1er vol Ariane 6 a dû être repoussé en 2021 suite aux retards pris, en partie liés à la crise sanitaire du Covid 19.

ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
Dépenses de fonctionnement	123 000 000	123 000 000
Subventions pour charges de service public	123 000 000	123 000 000
Dépenses d'intervention	484 000 000	484 000 000
Transferts aux autres collectivités	484 000 000	484 000 000
Total	607 000 000	607 000 000

Dépenses de fonctionnement :**Subventions pour charges de service public (titre 3, catégorie 32) :**

Les dépenses de fonctionnement (123,00 M€ en AE = CP) correspondent à la part de subvention pour charges de service public (SCSP) versée au CNES (catégorie 32) et fléchée sur des activités relatives à cette action.

NB : le CNES fait l'objet d'une présentation spécifique dans le volet « Opérateurs » du présent projet annuel de performance.

Dépenses d'intervention :**Transferts aux autres collectivités (titre 6, catégorie 64) :**

Les dépenses d'intervention (484,00 M€ en AE = CP) correspondent à la part de contribution française à l'ESA (catégorie 64) fléchée sur des activités relatives à cette action.

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	238 000 000	238 000 000	0
Crédits de paiement	0	238 000 000	238 000 000	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	98 000 000	98 000 000
Subventions pour charges de service public	98 000 000	98 000 000
Dépenses d'intervention	140 000 000	140 000 000
Transferts aux autres collectivités	140 000 000	140 000 000
Total	238 000 000	238 000 000

Dépenses de fonctionnement :**Subventions pour charges de service public (titre 3, catégorie 32) :**

Les dépenses de fonctionnement (98,00 M€ en AE = CP) correspondent à la part de subvention pour charges de service public (SCSP) versée au CNES (catégorie 32) et fléchée sur des activités relatives à cette action.

NB : le CNES fait l'objet d'une présentation spécifique dans le volet « Opérateurs » du présent projet annuel de performance.

Dépenses d'intervention :**Transferts aux autres collectivités (titre 6, catégorie 64) :**

Recherche spatiale

Programme n° 193 | JUSTIFICATION AU PREMIER EURO

Les dépenses d'intervention (140,00 M€ en AE = CP) correspondent à la part de contribution française à l'ESA (catégorie 64) fléchée sur des activités relatives à cette action.

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	80 872 108	80 872 108	0
Crédits de paiement	0	80 872 108	80 872 108	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	39 554 739	39 554 739
Subventions pour charges de service public	39 554 739	39 554 739
Dépenses d'intervention	41 317 369	41 317 369
Transferts aux autres collectivités	41 317 369	41 317 369
Total	80 872 108	80 872 108

Dépenses de fonctionnement :**Subventions pour charges de service public (titre 3, catégorie 32) :**

Les dépenses de fonctionnement (39,55 M€ en AE = CP) correspondent à la part de subvention pour charges de service public (SCSP) versée au CNES (catégorie 32) et fléchée sur des activités relatives à cette action.

NB : le CNES fait l'objet d'une présentation spécifique dans le volet « Opérateurs » du présent projet annuel de performance.

Dépenses d'intervention :**Transferts aux autres collectivités (titre 6, catégorie 64) :**

Les dépenses d'intervention (41,32 M€) en AE = CP correspondent à la part de contribution française à l'ESA (catégorie 64) fléchée sur des activités relatives à cette action.

ACTION 4,2 %**07 – Développement des satellites de météorologie**

	Titre 2	Hors titre 2	Total	FdC et AdP attendus
Autorisations d'engagement	0	69 014 001	69 014 001	0
Crédits de paiement	0	69 014 001	69 014 001	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 Etats 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 Etats 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 devrait être lancé fin 2020.

ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
Dépenses d'intervention	69 014 001	69 014 001
Transferts aux autres collectivités	69 014 001	69 014 001
Total	69 014 001	69 014 001

Les dépenses d'intervention (catégorie 64) (69,01 M€) correspondent à la part de la contribution française à EUMETSAT financée par le programme 193.

Cette contribution est versée à EUMETSAT par le biais de Météo-France qui y apporte un complément financier de 2,80 M€ /an via le programme 159 « Expertise, information géographique et météorologie ».

Recherche spatiale

Programme n° 193 | JUSTIFICATION AU PREMIER EURO

SYNTHÈSE DES OPÉRATEURS DU PROGRAMME

RÉCAPITULATION DES CRÉDITS ALLOUÉS AUX OPÉRATEURS DE L'ÉTAT

(en milliers d'euros)

Opérateur ou Subvention	LFI 2020		PLF 2021	
	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
Météo-France (P159)	51 062	51 062	69 014	69 014
Transferts	51 062	51 062	69 014	69 014
CNES - Centre national d'études spatiales (P193)	1 982 564	1 982 564	1 566 872	1 566 872
Subventions pour charges de service public	581 555	581 555	491 555	491 555
Transferts	1 401 009	1 401 009	1 075 317	1 075 317
Total	2 033 626	2 033 626	1 635 886	1 635 886
Total des subventions pour charges de service public	581 555	581 555	491 555	491 555
Total des dotations en fonds propres	0	0	0	0
Total des transferts	1 452 071	1 452 071	1 144 331	1 144 331

CONSOLIDATION DES EMPLOIS

EMPLOIS DES OPÉRATEURS

Intitulé de l'opérateur	LFI 2020				PLF 2021					
	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
CNES - Centre national d'études spatiales		2 417	2 417	230			2 417	245	25	
Total		2 417	2 417	230			2 417	245	25	

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

PLAFOND DES AUTORISATIONS D'EMPLOIS DES OPÉRATEURS DU PROGRAMME

	ETPT
Emplois sous plafond 2020	2 417
Extension en année pleine du schéma d'emplois de la LFI 2020	
Impact du schéma d'emplois 2021	
Solde des transferts T2/T3	
Solde des transferts internes	
Solde des mesures de périmètre	
Corrections techniques	
Abattements techniques	
Emplois sous plafond PLF 2021	2 417
Rappel du schéma d'emplois 2021 en ETP	

OPÉRATEURS

Avertissement

Le volet « Opérateurs » des projets annuels de performance évolue au PLF 2021. Ainsi, les états financiers des opérateurs (budget initial 2020 par destination pour tous les opérateurs, budget initial 2020 en comptabilité budgétaire pour les opérateurs soumis à la comptabilité budgétaire et budget initial 2020 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'Economie, 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 no 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 (port spatial de l'Europe). 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.

Perspectives 2021

Les années 2020 et suivantes s'inscrivent pleinement dans le cadre des priorités stratégiques définies par le contrat d'objectifs et de performance Etat - CNES 2016-2020.

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-ups, 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.

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 démarre 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 2020, 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. Quatorze projets ont été dernièrement labellisés 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'agence spatiales. Le CNES contribue ainsi à la mission MARS 2020 en coopération bilatérale avec la NASA lancée avec succès le 30 juillet dernier grâce à la fourniture de l'instrument Supercam. La mission de sismologie martienne INSIGHT a par ailleurs fait l'objet d'une série de 5 articles dans la revue Nature Geosciences le 24 février 2020 avec plus de 450 évènements détectés. Le CNES participera 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

Recherche spatiale

Programme n° 193 | OPÉRATEURS

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, parmi les décisions prises lors de la réunion au niveau ministériel du Conseil de l'Agence Spatiale Européenne (Space19+) fin 2019, figure celle d'engager un important volet de modernisation des installations du Centre Spatial Guyanais a débuté.

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.

FINANCEMENT DE L'ÉTAT

(en milliers d'euros)

Programme intéressé ou nature de la dépense	LFI 2020		PLF 2021	
	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
146 – Équipement des forces	0	0	100 000	100 000
Subvention pour charges de service public	0	0	100 000	100 000
Dotation en fonds propres	0	0	0	0
Transfert	0	0	0	0
191 – Recherche duale (civile et militaire)	130 201	130 201	0	0
Subvention pour charges de service public	39 060	39 060	0	0
Dotation en fonds propres	91 141	91 141	0	0
Transfert	0	0	0	0
193 – Recherche spatiale	1 982 564	1 982 564	1 566 872	1 566 872
Subvention pour charges de service public	581 555	581 555	491 555	491 555
Dotation en fonds propres	0	0	0	0
Transfert	1 401 009	1 401 009	1 075 317	1 075 317
Total	2 112 765	2 112 765	1 666 872	1 666 872

Contrairement à ce qui est indiqué dans le tableau de financement de l'Etat, en 2020, la Subvention pour charges de service public du P193 était de 575 M€.

Financement Etat MESRI :

La subvention pour charges de service public prévue au PLF 2021 est conforme à la trajectoire prévue par le projet de loi de programmation de la recherche et évolue en cohérence à la hausse (+17M€).

Parallèlement, la subvention P193 diminue facialement de -100M€ au titre d'une mesure neutre pour le financement du Cnes, pour la politique de recherche spatiale, et pour le projet de loi de programmation de la recherche, consistant en une prise en charge à hauteur du même montant par le programme P146 pour contribuer à la maîtrise de l'espace.

Les crédits de titre 6 ouverts au PLF 2021 couvrent l'appel à contribution attendu de l'ESA. Les transferts du tableau de financement de l'Etat sont destinés au financement de la contribution de la France à l'ESA. Ils n'apparaissent pas dans le budget initial de l'établissement car ils sont gérés en compte de tiers.

Financement Etat Minarm :

Comme évoqué supra, la subvention pour charges de service public prévue au PLF 2021 augmente de 100M€. Les crédits à destination du CNES portés en LFI 2020 par le P191 sont portés en PLF 2021 par la mission Relance.

CONSOLIDATION DES EMPLOIS DE L'OPÉRATEUR

	(en ETPT)	
	LFI 2020	PLF 2021
	(1)	
Emplois rémunérés par l'opérateur :	2 647	2 662
– sous plafond	2 417	2 417
– hors plafond	230	245
<i>dont contrats aidés</i>		
<i>dont apprentis</i>		25
Autres emplois en fonction dans l'opérateur :	2 417	
– rémunérés par l'État par ce programme	2 417	
– rémunérés par l'État par d'autres programmes		
– rémunérés par d'autres collectivités ou organismes		

(1) LFI ou LFR le cas échéant

Contrairement à ce qui est indiqué dans le tableau, il n'y a pas d'ETPT dans la catégorie autres emplois en fonction dans l'opérateur en 2020.