



# LA POLITIQUE TECHNIQUE DU CNES

La Politique Technique du CNES assure la disponibilité des **connaissances et expertises** et des **moyens techniques et humains**, pour lui permettre de remplir ses missions au service de la **souveraineté** nationale et européenne, de la **science**, des **enjeux climatiques**, et de la **compétitivité** industrielle.

Pour cela, elle fait émerger des **voies d'évolution techniques et technologiques**, et contribue au dialogue partenarial avec l'éco-système spatial Français.

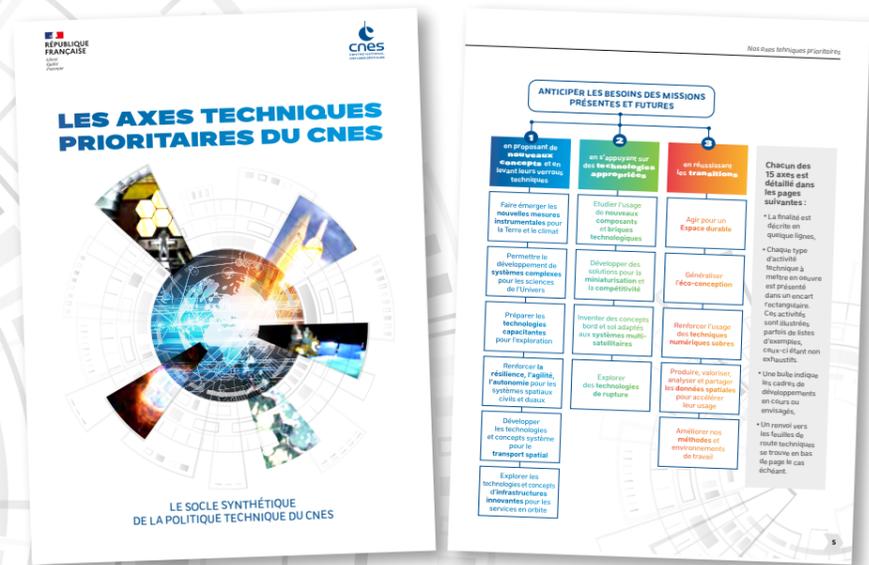
UNE DÉFINITION...

... FAISANT RÉFÉRENCE AUX 4 PILIERS DU CONTRAT D'OBJECTIF ET DE PERFORMANCE

ET POSITIONNANT LE CNES DANS L'ÉCO-SYSTÈME

## Un socle synthétique...

Cette nouvelle brochure « *Les axes techniques prioritaires du CNES* », donne les grandes orientations des activités techniques et leur cadre de réalisation. Ces activités sont regroupées selon **15 axes prioritaires** répondant à **3 enjeux**.



## ...complété de feuilles de routes techniques publiques

Disponibles sur : <https://cnes.fr/entreprises/feuilles-de-route-techniques>



# NOS AXES TECHNIQUES PRIORITAIRES

## Nos enjeux :

Anticiper les besoins des **missions présentes** et  **futures** en proposant de **nouveaux concepts** et en levant leurs verrous techniques, en s'appuyant sur des **technologies appropriées**, en réussissant les **transitions**.



### LES PRIORITÉS TECHNIQUES DU CNES RÉPONDENT À 3 ENJEUX EN 15 AXES

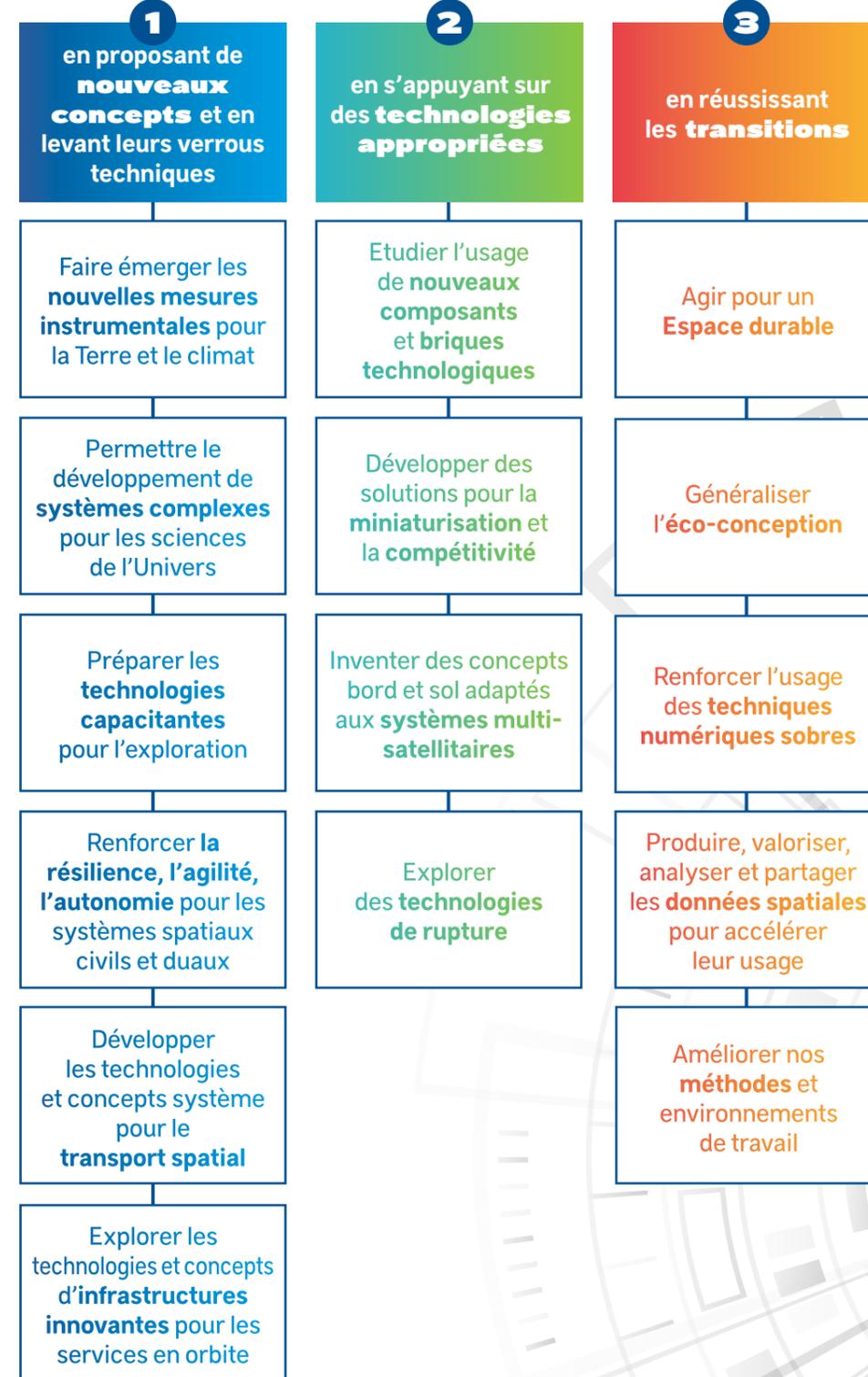
Chacun de ces axes est déployé au bénéfice des **projets**, de la préparation du  **futur** et de l'**écosystème spatial**

Pour chaque axe, le travail technique est guidé par la recherche de :

- La **performance** au juste besoin
- La **souveraineté** nationale ou européenne
- La minimisation de l'impact **environnemental**

Instrument Iris du nanosatellite Eye-Sat © CNES/LE BRAS Gwennwan, 2018

## ANTICIPER LES BESOINS DES MISSIONS PRÉSENTES ET FUTURES



Chacun des 15 axes est détaillé dans les pages suivantes :

- La finalité est décrite en quelques lignes,
- Chaque type d'activité technique à mettre en oeuvre est présenté dans un encart rectangulaire. Ces activités sont illustrées parfois de listes d'exemples, ceux-ci étant non exhaustifs.
- Une bulle indique les cadres de développements en cours ou envisagés, par exemple les VIP qui permettent de structurer des activités de préparation du futur;
- Un renvoi vers les feuilles de route techniques se trouve en bas de page le cas échéant.



Illustration du satellite Trishna  
© CNES/ill./REGY Michel, 2021

# ENJEU



Anticiper les besoins des missions  
présentes et futures

**en proposant de nouveaux concepts  
et en levant leurs verrous techniques**

# Faire émerger les **nouvelles mesures instrumentales** pour la Terre et le climat



Illustration du satellite Trishna © CNES / ILL / REGY Michel, 2021

Proposer et étudier avec la communauté scientifique, les acteurs institutionnels ou privés de **nouvelles missions satellitaires innovantes** pour l'observation de la terre, une meilleure compréhension du système terre, le suivi des ECV (Essentiel Climate variables), la gestion des ressources naturelles, la prévision des catastrophes naturelles.

Explorer par des **études de physique de la mesure de nouveaux concepts d'observation satellitaires**

(Essaim, interférométrie, polarimétrie haute résolution, Extra Haute Résolution pour l'imagerie spatiale, capteurs innovants sous ballons)

S'appuyer sur une compréhension fine des besoins des utilisateurs pour construire de nouveaux **outils de simulation des performances**

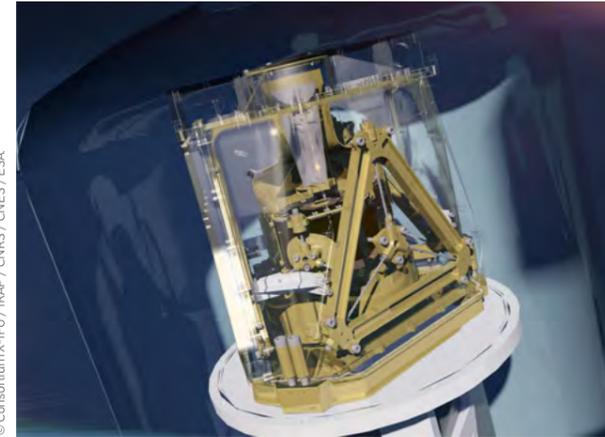
Proposer des **capteurs et des traitements scientifiques innovants**, notamment :

- Lidars à peigne de fréquence
- Gravimétrie
- Interféromètre à transformée de Fourier statique
- Imageurs hyperspectraux de nouvelle génération
  - Instrumentation Infra Rouge thermique
  - Traitement d'imagerie radar
- Altimétrie à fauchée ou diffusiométrie de nouvelle génération
- Radiomètre micro-onde miniaturisé

Pour les **technologies clé** notamment sur les détecteurs ou les antennes : voir axes « technologies appropriées »

PHASES 0, PROJETS EXPLORATOIRES, CAMPAGNES BALLONS...

# Permettre le développement de **systèmes complexes** pour les sciences de l'Univers



Athena © Consortium X-FU / IRAP / CNRS / CNES / ESA

Contribuer à la construction et à la réalisation de missions ambitieuses avec de **forts enjeux scientifiques et de hautes performances**, dans un cadre européen ou international. Chacune de ces missions étant spécifique, des **développements particuliers** sont requis. On essaiera cependant lorsque c'est possible de favoriser la transversalité des activités et d'aller vers des développements de briques mutualisables.

Apporter un **soutien à la communauté scientifique Française** dans ses réponses aux projets européens ou en coopération internationale

Accompagner le développement de **dispositifs complexes « uniques »** parfois aux limites de la faisabilité

Proposer en cas de besoin des **architectures systèmes complexes** et accompagner la communauté dans le traitement des données instrumentales

Anticiper les **développements technologiques très spécifiques** pour les capteurs et leurs traitements : voir Axes « technologies appropriées »

PHASES 0 CNES EN SUPPORT AUX CALLS ESA CAMPAGNES BALLONS...

# Préparer les **technologies capacitantes** pour l'exploration



Essais EMC du Rover MMX © CNES/LANCELOT Frédéric, 2023

Préparer des **missions spatiales robotiques** ou habitées à vocation scientifique ou technologique vers des planètes ou des petits corps du système solaire en préparation de futurs vols habités vers la Lune et Mars. Un **effet de levier** pour les autres applications spatiales ou terrestres est recherché dans le choix des technologies capacitantes développées dans ce cadre.

Apporter un **soutien aux projets européens ou en collaboration internationale**, notamment ARTEMIS

Mener des trade-offs sur les systèmes de transport spatial associés à l'exploration (dont véhicule cargo) et anticiper les briques technos sur les **moteurs à forte puissance et lanceurs associés**

Développer des **compétences industrielles et internes pour préparer les technologies capacitantes pour les missions d'exploration**:

- Dynamique de vol, opérations
- Autonomie et sécurité des systèmes, robotique
  - Propulsion
  - Communications
  - Delay Tolerant Network
  - Fabrication additive
- Stockage d'énergie et réseau d'énergie intelligent
  - Caméra
  - Moniteur de radiation
  - Ballon planétaire

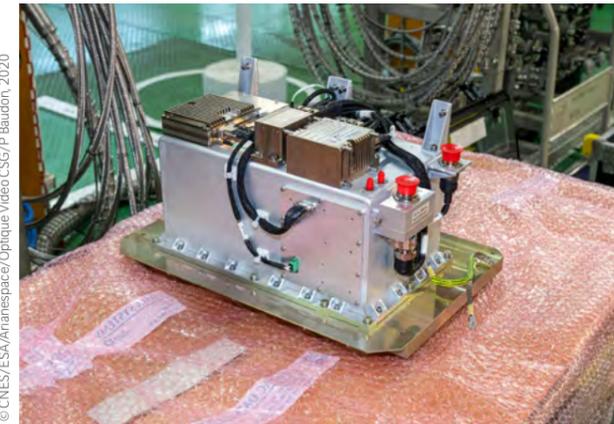
Contribuer à l'innovation autour de **l'initiative SpaceShip** :

- Utilisation des ressources in-situ
  - Fabrication additive
- Stockage d'énergie et réseau d'énergie intelligent
  - Environnement spatial inter-planétaire

S'appuyer sur les compétences externes pour l'habitation et l'alimentation

PHASES 0, PROJET MMX, R&T AVEC PARTENAIRES INDUSTRIELS, SPACESHIP AVEC PARTENAIRES ÉTUDIANTS

# Renforcer la **résilience, l'agilité, l'autonomie** pour les systèmes spatiaux civils et duaux



© CNES/ESA/Arianespace/Optique Vidéo/CSG/P. Baudouin, 2020

Etudier les concepts et technologies pour préserver notre **autonomie stratégique nationale** en matière d'appréciation de situation, de décision, de conduite d'opération, et défendre les intérêts nationaux dans ce milieu.

Contribuer au développement de systèmes ou sous-systèmes permettant de disposer d'une capacité de **surveillance de l'espace depuis l'espace ou le sol**

Apporter une **connectivité accrue** en terme de flexibilité et de communications sécurisées

Augmenter l'agilité et la persistance d'un système d'observation grâce au **ballon manoeuvrant**

Améliorer **l'observation optique et électromagnétique** de la Terre depuis l'espace

Réduire la vulnérabilité et **augmenter la résilience** des infrastructures spatiales sol et bord : Cybersécurité sol et bord, durcissement, authentification, prise en compte du risque de brouillage, résilience temps et position, télémétrie lanceur par satcom

Développer les outils et systèmes permettant de patrimonialiser les données Françaises avec des **alternatives aux GAFAM** pour favoriser le développement d'un éco-système dual aval

PROJETS NATIONAUX, PROJETS EUROPÉENS (IRIS2), R&T, PHASES 0

# Développer les technologies et concepts système pour le **transport spatial**



Contribuer à développer un **accès Européen à l'espace** qui soit autonome, fiable et compétitif. Cet accès à l'espace passe par le développement de nouvelles technologies pour de nouveaux lanceurs en prenant en compte la question des opérations au CSG. Les nouveaux systèmes couvrent en particulier les mini et micro-lanceurs et les systèmes réutilisables.

**Consolider la position d'Ariane 6**, en qualifiant le système de lancement sur un large panel de missions et en démontrant la maîtrise de la phase orbitale et de la versatilité de l'étage supérieur

Développer les **nouveaux usages du transport spatial** en orbite

Travailler sur la modernisation des méthodes et moyens de **sauvegarde** :

- Sauvegarde autonome
- Uniformisation des outils et méthodes multi-lanceurs

Contribuer au développement d'un **mini-lanceur réutilisable français**, en développant **les briques technologiques** :

- Navigation
- Système d'atterrissage
- Contrôle aérodynamique à la rentrée
- Propulsion méthane réutilisable et modulable
- Gestion des ergols
- Maintenance à faible coût...

**Mobilité orbitale** (orbite à orbite, fin de vie...), **vaisseau cargo** pour le fret et le vol habité : Développer la capacité à concevoir des véhicules de bout en bout, combinant les caractéristiques de lanceurs et systèmes orbitaux

Préparer les concepts et technos pour véhicules de transport spatial à **moyen et long termes** : nouveaux ergols, nucléaire...

Développer les briques technologiques pour les **étages supérieurs réutilisables**

Travailler sur les **lanceurs lourds** et réaliser des études d'avant-projet et de démonstration sur les **moteurs à forte poussée** en maîtrisant en France l'ensemble de la chaîne industrielle

Découvrez les Vecteurs d'Innovation Prioritaire du transport spatial

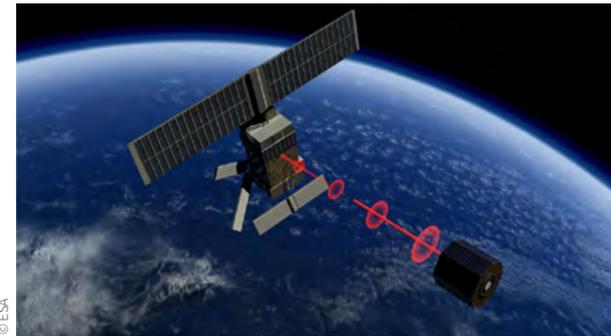


Pour aller plus loin, découvrez notre feuille de route « **MATÉRIAUX ET STRUCTURES POUR LES ÉTAGES INNOVANTS** »



**ARIANE6 ET BLOCK2, CALLISTO, THEMIS, PROMÉTHEUS, R&T, FRANCE2030, PHASE 0**

# Explorer les technologies et concepts d'**infrastructures innovantes** pour les services en orbite



**Permettre à des sociétés nationales de se positionner sur le futur marché des services en orbite** (Services introduisant de nouveaux modèles d'opérations en orbite : capacité d'un satellite à être inspecté, réparé, modifié, ré-orbité, ravitaillé, désorbité voire construit en orbite).

Contribuer au développement des **briques de base technologiques** :

- Propulsion fort DV
- Robotique et bras robotique
- Automatisation
- Navigation basée vision
- Interfaces de transfert d'ergols y compris cryogéniques et gaz de servitude
- Interfaces pour le docking
- Fabrication additive en orbite pour différents matériaux.

Maîtriser les **capacités nécessaires socles** pour implémenter les services :

- Mobilité
- Inspection
- Rendez-vous et capture
- Autonomie des véhicules de services en vol
- Spacetug réutilisable
- Concepts opérationnels avancés avec forte autonomie incluant situation d'aléas, sécurité et respect de la LOS, forte capacité de décision à bord...

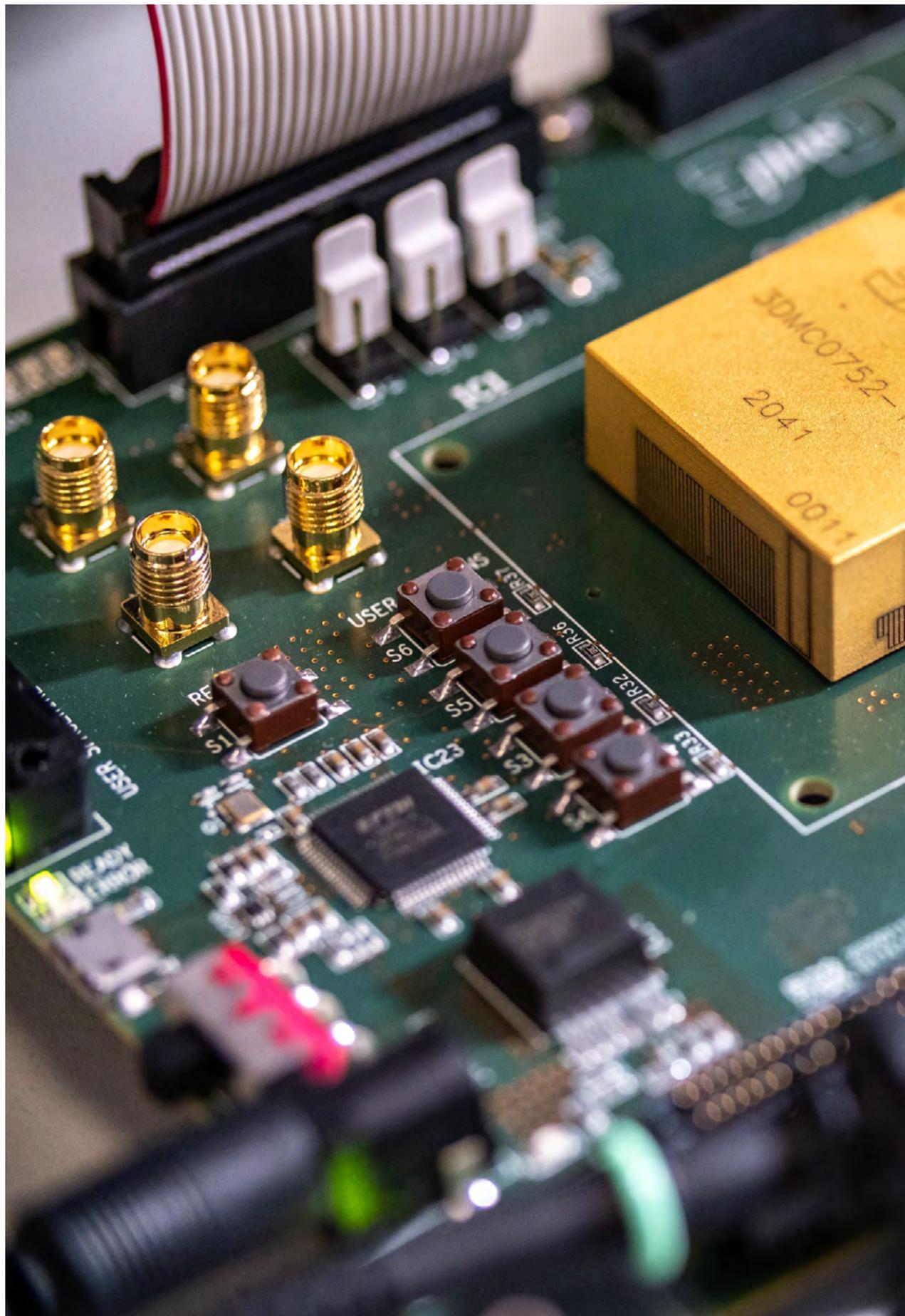
Soutenir les **initiatives industrielles** sur le développement de capacités pour des services avancés :

- Assemblage
- Désorbitation
- Forte capacité de décision à bord
- Capacité de calcul en orbite (« cloud... »)

**R&T AAP ET AO FRANCE 2030 (DISPENSEUR MOTORISÉ, MOBILITÉ, INSPECTION, IOD/IOV)**

Pour aller plus loin, découvrez notre feuille de route « **LES TECHNOLOGIES DES SERVICES EN ORBITE** »





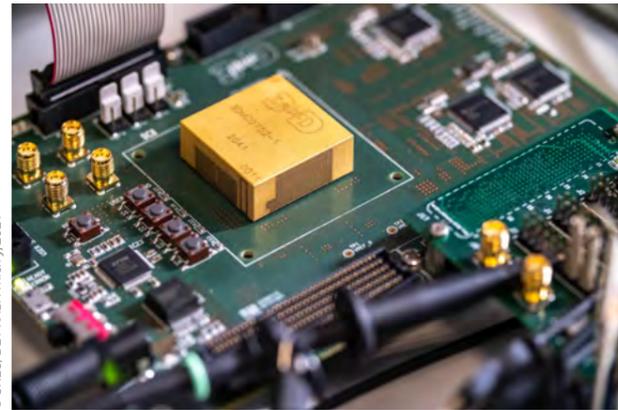
# ENJEU

2

Anticiper les besoins des missions  
présentes et futures

**en s'appuyant sur  
des technologies appropriées**

# Etudier l'usage de **nouveaux composants** et **briques technologiques**



© CNES/DE PRADA/Thierry, 2021

Préparer l'utilisation dans le spatial de nouvelles technologies **hautes performances** (dont technologies composants très intégrées), avec des enjeux de souveraineté nationale ou européenne et de compétitivité industrielle, en prenant en compte les exigences de sauvegarde le cas échéant.

Ceci passe par le **développement** et la **qualification** des composants.

La spatialisation de composants et briques technologiques **non spatiales** est un axe important.

Pour les composants EEE, cf. roadmap coordonnée au plan européen (Component Technology Board, European Space Components Coordination). <https://spacecomponents.org/>

## Soutenir l'utilisation de **nouveaux composants (dont composants non spatiaux)** pour le spatial :

- Composants commerciaux avancés (COTS, SoC)
- Composants numériques avancés dont composants VLSI type (FPGA, ASIC, convertisseurs ADC/DAC, Microprocesseurs...) sur la base des technologies UDSM (Ultra Deep Sub Micron) pour les fonctions numériques de calcul et de traitement
- Composants de puissance et technologie grand gap (SiC, GaN) utilisés pour les applications de puissance (convertisseur DC/DC)
- Technologie RF GaN pour Amplificateur de puissance
- Photonique pour les télécommunications optiques

Développer l'expertise et les **outils de modélisation ou de caractérisation** de nouveaux composants et technologies dans les laboratoires d'expertise, d'optique ou par des vols ballons

## Développer de **nouvelles technologies sur les domaines suivants:**

- Traitement de surface
  - Matériaux
- Optique (détecteur infrarouge et nouvelle génération, optique active)
- Structure fonctionnelle
  - Mécanismes
- Avionique très intégrée
  - Cellules solaires

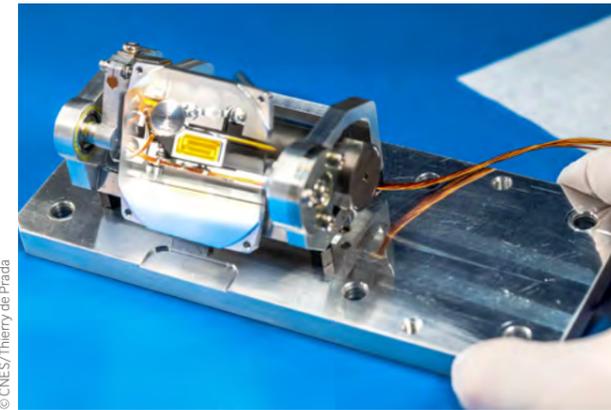
**R&T DONT CHALLENGES, LIGNE COMPOSANTS STRATÉGIQUES, ÉTUDES MÉTIER**

- Améliorer la **connaissance de l'environnement spatial** et l'impact des particules chargées sur les composants, matériaux, dispositifs
- Soutenir la mise en place de nouveaux accélérateurs de particules en France pour garantir la souveraineté et la compétitivité de nos industries

Pour aller plus loin, découvrez notre feuille de route « **COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES** »



# Développer des solutions pour la **miniaturisation** et la **compétitivité**



Fin de développement des mécanismes MIRS © CNES/Thierry de Prada

Développer de nouvelles technologies concourant à la **baisse des coûts** (en développement et en exploitation) dont la **miniaturisation à iso-performance**, ou à **recherche du meilleur compromis coût/performance**. Plus largement, c'est l'enjeu de la compétitivité qui est la finalité, ce qui inclut la baisse des coûts mais aussi la prestation associée (qualité des produits, éléments différenciants...). L'attractivité des solutions est en particulier un élément clé pour le monde commercial, et notamment les telecom.

**Revisiter le compromis performances/compacité/coût/ durée de vie et fiabilité**, dans des approches à la fois technologiques mais aussi système, en développant une méthodologie en support à la baisse des coûts associée à la prise en compte de la compétitivité des solutions proposées

**Contribuer à l'évolution des méthodes d'ingénierie et fabrication** (Modélisation, essais, modularités).  
Exemples : chaînes de transmission pyro (micro-détonateurs) liaison sans fil, fabrication additive, intégration en série...

**PHASES 0, PROJETS TELECOM, R&T, DÉMONSTRATEURS, AAP FRANCE 2030**

## Soutenir les **développements technologiques prometteurs:**

- Télescopes compacts
- Réflecteurs déployables
- SDR et FPGA de dernière génération
- Réseau de station MiniMUM
- Composants électroniques System In Package
  - Architectures modulaires
- Moniteurs de radiation miniatures etc.

Contribuer à la mise en place de **fournitures de données spatiales** de qualité et à un **tarif compétitif** via une commande publique groupée en mutualisant les besoins de l'Etat

Pour aller plus loin, découvrez notre feuille de route « **TECHNIQUES BORD POUR LES NANOSATELLITES** »



# Inventer des concepts bord et sol adaptés aux **systemes multi-satellitaires**



Centre de maintien et mise à poste Galileo © CNES/GRIMALDI Emmanuel, 2017

Démontrer la faisabilité et réaliser les développements bord et sol permettant d'exploiter le potentiel apporté par les systèmes multi-satellitaires dont les **constellations et les essaims.**

**Instruire et tester de nouveaux concepts:**

- Répartition système des fonctions (programmation répartie, compléments GNSS par LEO PNT, PPP, hybridation avec système sol PVT, optimisation des ressources pour les constellations telecom, navigation, IoT, AIS et ADS-B notamment)
- Architectures informatiques embarquées distribuées innovantes
  - Concept de lien bord sol plus agile
  - Simulation de constellations
- Optimisation de la gestion des opérations...

Exploiter les capacités offertes par de petits satellites pour des missions complexes avec de **petites et grandes constellations**

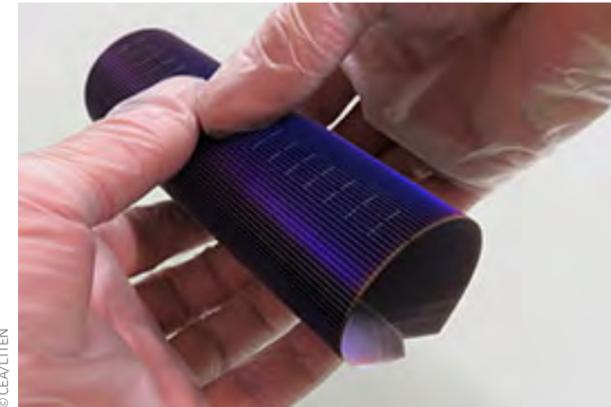
Soutenir le développement de **briques de base technologiques:**

- Liens de communication ISL et OISL
- Lien bord-sol très haut débit (optiques et RF)
- Fonctions et traitement répartis (horloge répartie, système de synchronisation précis...)

Optimisation du **lancement et de la mise à poste**

PHASES 0,  
PHASES A TELECOM,  
FRANCE 2030 AAP  
CONSTELLATION,  
R&T

# Explorer des **technologies de rupture**



Cellules solaires ultra-fines © CEA/LITEN

Préparer les **concepts et les technologies émergentes** ou du futur (moyen et long terme). Pour le long terme, les activités de veille et de prospective sont essentielles.

Soutenir **l'innovation dans l'éco-système:**

- Accompagnement par les experts techniques des demandes ConnectByCNES du dispositif NEXT ou transmises par le Comité Nouveaux Entrants

Entretien nos **capacités internes** d'innovation :

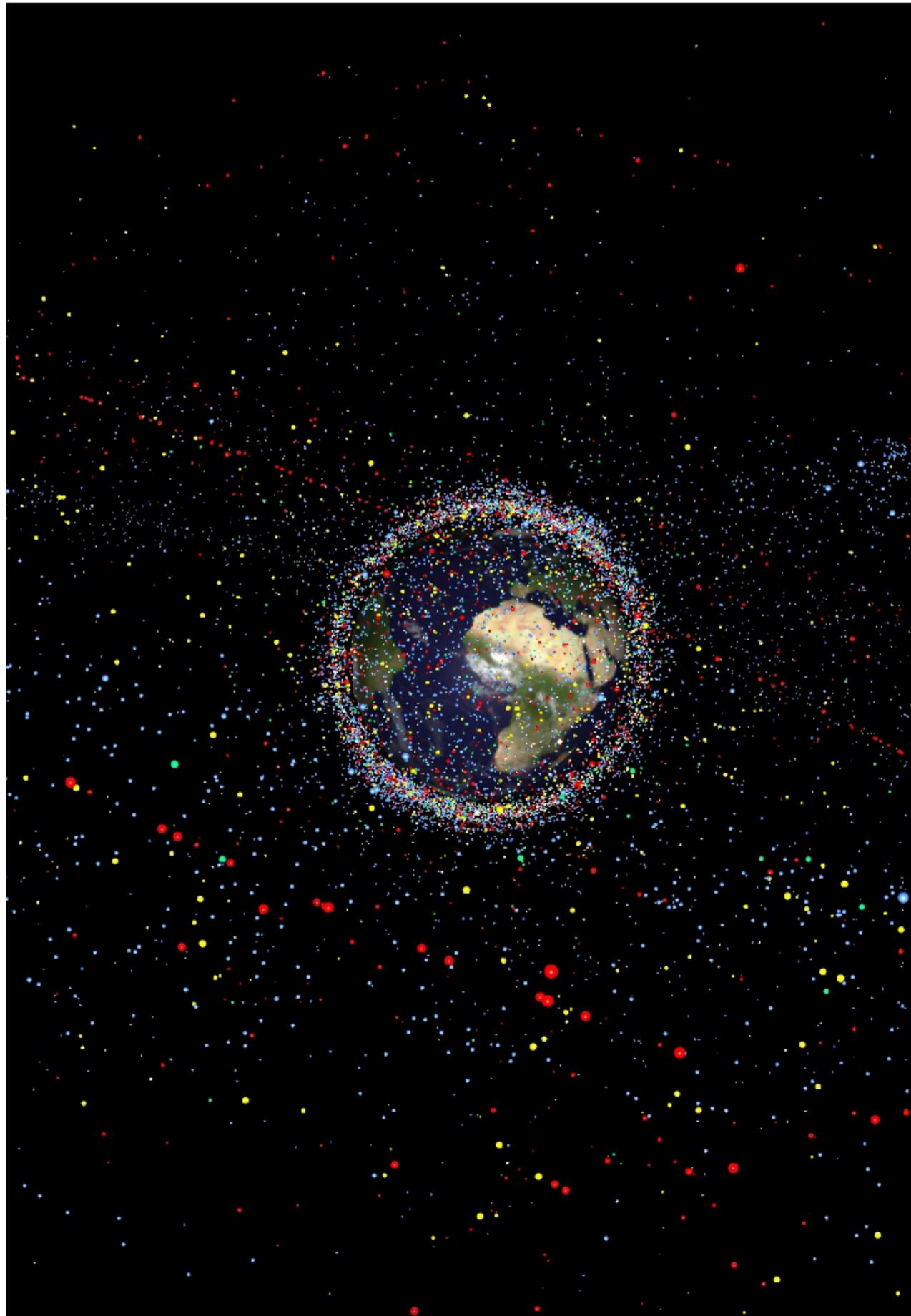
- Études métier, études techniques dans le Plan d'Analyse et d'Intégration des Ruptures
- Projets exploratoires internes
- Entrepreneuriat, forum d'innovation interne...

Exploiter **l'apport des techniques non spatiales:**

- Communications quantiques
- Propulsion nucléaire
- High Energy Density Material (ergols du futur)
- Nouveaux alliages à haute entropie
- Architecturation laser
- Nouvelles cellules photovoltaïques et générateurs solaires flexibles
- Détecteurs faible flux...

y compris les technologies du numérique et de la donnée : calcul quantique, tokenisation, blockchain

ETUDES MÉTIER,  
THÈSES,  
COMET,  
CHALLENGES R&T



Distribution of debris  
©ESA

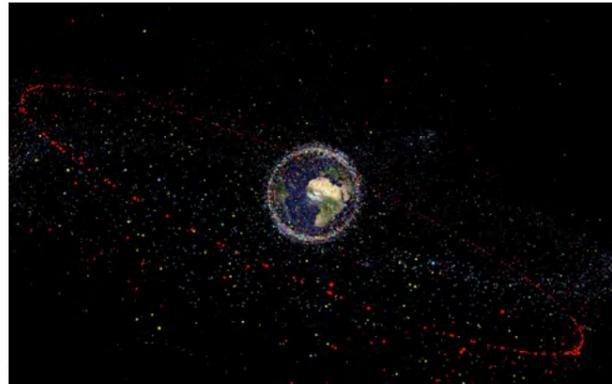
# ENJEU



Anticiper les besoins des missions  
présentes et futures

**en réussissant les transitions**

# Agir pour un Espace durable



Distribution of debris ©ESA

Assurer les développements techniques nécessaires pour la **gestion des risques de collisions en orbite et de retombée au sol** liés à la croissance des activités et à la multiplication des débris spatiaux.

Anticiper et développer les technologies qui permettront de répondre aux évolutions de la **Loi sur les Opérations Spatiales**

Développer des technologies pour réduire la production des **débris en orbite** :

- Outils pour détecter le risque de collisions
- Préparation de futures missions ADR

Développer des systèmes permettant de mieux gérer le **spectre électromagnétique** :

- Observatoire des signaux et analyse du risque de brouillage

Développer des technologies et des outils pour assurer la sécurité des **rentrées atmosphériques** :

- Modélisations
- Impacts hypervélocité
- Caractérisation des matériaux lors de la rentrée
- Etudes de nouveaux alliages
- Design for demise technologies

Développer des technologies pour gérer des **fins de vie en orbite** :

- Passivation autonome
- Passivation de batteries
- Etude des techniques de désorbitation
- Techniques Design for Demise et Design for Containments

Garantir la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement lors des **opérations au CSG**, en prenant en compte les évolutions en cours, par exemple la sauvegarde autonome pour le vol

R&T, ÉTUDES MÉTIER, FRANCE 2030, PROJET TECH4SPACECARE

# Généraliser l'éco-conception



© Studio Graphique CNES

Être capable de mesurer l'**empreinte environnementale des activités spatiales** et prendre en compte ces éléments dans les choix des technologies ou des systèmes.

Etudier l'**impact des activités spatiales sur l'environnement** :

- Analyse du juste besoin des spécifications utilisateurs (retraitements, redondances...)
- Étude de l'impact environnemental du spatial dont impact dans la haute atmosphère (lanceur et réentrée)
  - Analyses de cycles de vie (bord et sol) pour les projets, équipements, etc.
  - Evaluation de la plus-value environnementale liée à l'activité humaine par l'usage du spatial au lieu du terrestre ou du ballon au lieu du spatial
- Travail sur les bases de données (dédiées au spatial) des facteurs d'émission pour améliorer les outils OASIS et MIEL

**Anticiper les technologies** permettant de réduire les risques d'approvisionnement liés aux ressources et aux nouvelles normes (REACH, RoHs...) pour l'industrie spatiale française : filière propulsion diode, métaux rares et ergols verts

Généraliser l'**éco-conception** dans les activités spatiales :

- Développement d'outils et calculs pour toutes les activités d'éco-conception
- Sobriété numérique notamment pour les segments sol
- Réutilisation des process, validation, fabrication et logiques de développement
- Utilisation de matériaux bio-sourcés ou composites
- Production de biométhane ou propulsion alternative pour les lanceurs et systèmes orbitaux
  - Réflexions sur les emballages et transports dans le cadre des ECSS
- Utilisation des systèmes en vol plus durable par certains services en orbite (extension durée de vie...)

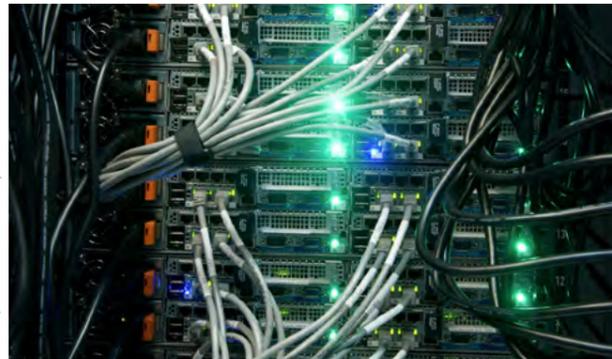
Développer la **réutilisation des systèmes spatiaux**

- Etages lanceurs réutilisables, étages supérieurs réutilisables
- Réutilisation de la conception (électroniques, structures, optique, moyens sols, segments sols)
- Réutilisation des composants, matériaux, métaux (par exemple métaux rares, titane, autres...)
  - Réparabilité

R&T DONT CHALLENGES, THÈSES, OUTILS D'ACV

# Renforcer l'usage des **techniques numériques sobres**

Baie haute densité de stockage informatique Gaia © CNES/GRIMAUD Emmanuel, 2013



Afin de réussir la **transition numérique** dans le secteur spatial : introduire des solutions numériques sobres dans les infrastructures bord et sol, exploiter les capacités des traitements avancés à bord et pour l'exploitation des données spatiales, maintenir à l'état de l'art notre système d'information.

## Introduire des solutions numériques sobres dans les infrastructures bord et sol

### Condition:

- Analyser et prendre en compte l'impact environnemental des solutions numériques

### Bénéfices attendus:

- **Traiter à bord** d'énormes quantités de données et fournir des données plus directement exploitables
- **Réduire le débit** d'information transmis et le temps d'accès à la donnée pour l'utilisateur
- Rendre des **systèmes autonomes** face à des situations complexes
- Maintenance prédictive, **surveillance** des moyens sols, réseaux

### Axes de travail:

- Calculateurs embarqués
- Conception et démonstration de traitements massifs complexes à bord (antenne active BFN, flexibilité, compression, fusion de données multi-capteurs, processeurs numériques transparents et régénératifs...)
  - Software Defined Radio (récepteur logiciel)
- Gestion active des ergols pour le transport spatial
  - Jumeau numérique de satellite
  - Virtualisation des réseaux télécom
  - Stations sol numériques

R&T, ÉTUDES MÉTIERS, COMET, PROJET AVENIR DU SI DU CNES, DIGITALISATION DU CSG

## Exploiter les capacités des traitements avancés à bord et pour l'exploitation des données spatiales

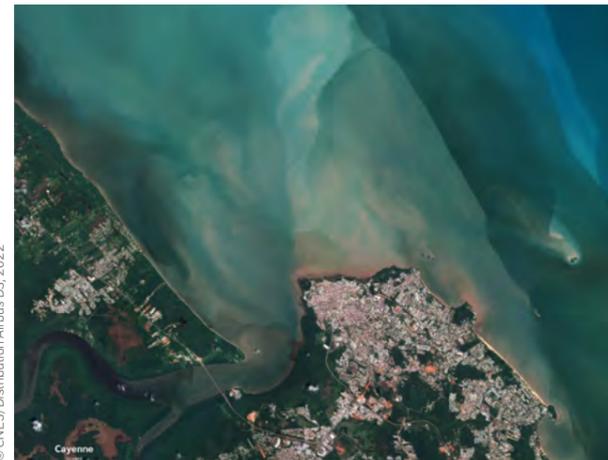
- Suivre l'amélioration constante des outils et méthodes (machine learning, deep learning, calcul quantique...)
- Assurer la robustesse des solutions (IA de confiance, maîtrise des apprentissages...)
- Pouvoir mettre en œuvre de l'IA lorsque c'est pertinent (ex. : Extraction d'information, détection d'anomalies, production d'information géospatiale, observabilité, simplification de modèles physiques, prédictions de trajectoires, autonomie, aide à la décision...)

## Maintenir à l'état de l'art notre système d'information:

- Maîtriser la croissance des besoins (stockage, calcul, accès, sécurité, ergonomie...)
  - S'inscrire dans la transition numérique (interopérabilité avec le cloud et FinOps, éco-système de la data ...) par des chantiers sur : sobriété numérique, architecture d'entreprise, Cloud, collaboratif, connectivité, renouveau SSI...
  - Accompagner les nouveaux modes de travail collaboratifs internes et externes dont GMAO partagée avec les industriels
- Avoir un environnement numérique efficace et harmonisé à travers tous les centres dont le CSG

# Produire, valoriser, analyser et partager les **données spatiales** pour accélérer leur usage

Cayenne vue par le satellite Pléiades © CNES/Distribution Airbus DS, 2022



- **Renforcer l'usage des données spatiales** par la recherche, les partenaires institutionnels, l'industrie et les services,
- **Consolider notre compréhension** des données en lien avec la physique et les modèles associés.
- **Faciliter l'accès** aux données spatiales en mettant en œuvre des solutions permettant de gérer des masses de données importantes, sobres en énergie et ressources matérielles, interopérables entre elles et avec une politique d'utilisation simplifiée.

## Produire les données

- Développement et exploitation des centres de mission et programmation, des centres d'expertise et pôles de données
- Portabilité et passage à l'échelle des chaînes de traitement, passage sur le cloud et virtualisation, traitement des séries historiques

## Comprendre et améliorer les données

- Modéliser la physique (capteur, environnement, géodésie, GNSS)
- Comprendre le changement climatique pour proposer de nouveaux observables

## Analyser les données

- Développer de nouvelles méthodes,
- Hybridation des données multi-sources temporelles,
- IA (frugalité ressources et données, Label Cooker, modèles physiques)

## Partager les données

- Développement et exploitation des plateformes utilisateurs et mise à disposition des produits
- Plateformes interopérables, mutualisant les briques technologiques et proposant des environnements utilisateurs
- Exploitation des plateformes et diffusion des produits

## Valoriser les données

- Développer de nouveaux usages, en particulier ceux contribuant aux enjeux climatiques

Pour aller plus loin, découvrez notre feuille de route « LE CAMPUS DE LA DONNÉE »



R&T, PHASES 0, PROJETS EN DÉVELOPPEMENT ET EN EXPLOITATION, SPACE CLIMATE OBSERVATORY

# Améliorer nos **méthodes** et environnements de travail



**Les outils méthodologiques** permettant l'efficacité et la robustesse des activités techniques évoluent, nous devons en tirer le meilleur. Le CNES veille également à la **qualité de l'environnement numérique de travail**, dont il bénéficie en tant qu'opérateur, mais aussi pour tous ses ingénieurs et partenaires dans le cadre du travail collaboratif.

### Méthodologie pour l'ingénierie :

- DevOPS et agilité
- MBSE et continuité numérique
- Outils de simulation dont simulation as a service et outils de modélisation (Emulateurs, logiciel fonctionnel, virtualisation, compilation native)
- Maquettage numérique, développement logiciel
- Outils de simulation de la performance système et instrument en mode collaboratif
- Modèles simplifiés et de pré-dimensionnement
- Support au développement d'outils et méthodologies innovants pour les études prospectives

### Faciliter le **travail en exploitation en optimisant les process**, notamment pour :

- Les opérations et la maintenance (ergonomie et flexibilité des outils, adaptation au besoin utilisateur des outils génériques pour éviter les développements spécifiques « à la main »)
- Outils de planification et de gestion de la co-activité
  - Ergonomie des postes de travail

- Faciliter le **travail collaboratif**
- Évolution de l'espace de travail numérique

Utilisation des outils de **réalité virtuelle et augmentée** (exemple : simulation de charge utile pour les montages des opérateurs)

### Faciliter les études de faisabilité par **maquettage matériel** :

- Machine à commande numérique
  - Pièces protos
- Atelier prototype enveloppe
- Impression 3D...

DCOE, COMET, LABO DE RV, FABLAB, USINE LOGICIELLE...

## ACRONYMES

ACV : Analyses de Cycles de Vie	IA : Intelligence Artificielle
ADC/DAC : Analog to Digital converter/ Digital to Analog Converter	IoT : Internet of Tools
ADR : Active Debris Removal	ISL : Inter Satellite Link
ADS-B : Automatic Dependent Surveillance-Broadcast	LEO : Low Earth Orbit
AIS : Automatic Identification System	LOS : Loi sur les Opérations Spatiales
ASIC : Application-Specific Integrated Circuit	MBSE : Model Based System Engineering
BFN : Beam Formation Network	NEXT : NewSpace, Émergence, Expérimentation et Technologie
COMET : Communauté des Experts Techniques Etat-CNES	OISL : Optical Inter Satellite Link
COTS : Commercial Off-The-Shelf	PNT : Position, Navigation et Temps
CSG : Centre Spatial Guyanais	PPP : Positionnement Précis du Point
DevOPS : Development / Operations	PVT : Position, Vitesse et Temps
DV : Delta de Vitesse	REACH : Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
ECSS : European Cooperation for Space Standardization	RF : Radio-Fréquence
EEE : Electrical, Electronic, and Electromechanical	RoHs : Restriction of Hazardous Substances
FPGA : Field-Programmable Gate Array	R&T : Recherche et Technologie
GMAO : Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur	RV : Réalité Virtuelle
GNSS : Global Navigation Satellite System	SDR : Software Defined Radio
	SoC : System on Chip
	SSI : Sécurité des Systèmes d'Information
	UDSM : Ultra Deep Sub Micron
	VIP : Vecteur d'Innovation Prioritaire
	VLSI : Very-Large-Scale Integration

LIENS

**CNES**

[www.cnes.fr](http://www.cnes.fr)

**ConnectByCNES**

<https://www.connectbycnes.fr>

**Comet**

<https://www.comet-cnes.fr>

**Appel à idées préparation du futur du CNES**

<https://rd-cnes.wiin.io>

DES QUESTIONS, DES COMMENTAIRES ? VOTRE AVIS NOUS INTERESSE

courriel : [fdr-techniques@cnes.fr](mailto:fdr-techniques@cnes.fr)

