

Séminaire de Prospective Scientifique du CNES - 2024

Groupe Spécifique n°4 – science et new space



Organisation du GS

L'univers du GS science et new space

Labos / Centres Rech.

Olivier Queyrut, CNES labo OT

Benoit LEPINE et David FRABOULET, CEA-tech

Céline Angelelis, CNES DS/PF

Jean-Louis Monin et Thierry Sequies, CSUG

Sébastien Lombard, CNES Obs du Spatial

Florence Ardellier, CEA/IRFU

Univ / CSU

Mustapha Meftah, LATMOS (CNRS / Univ)

Nouveaux entrants

Laurent Escarrat et Yann Chemin, Sophia Engineering

Andrew Nutter, Gama

Antoine Mangin, ACRI-ST

Thomas Hiriart, ION-X

Stanislas Maximin, Latitude

Thomas Ferrero et Nafissa Sfaksi, MEOSS

Co-animateurs

Antoine Miniussi (ONERA) et Véronique de la Casa (CNES)

Acteurs historiques

Paul Wohrer, IFRI

Marjolaine Chiriaco, MESR

Loic Chanvillard, SAFE

Tania Lasisz, DGE / France 2030 - BPI

Stéphanie Villaret, Partenaire ESA-BIC - 3M Montpellier

Laure Brooker et Pierre-Luc Georgy, Airbus

Personnes impliquées dans la réflexion

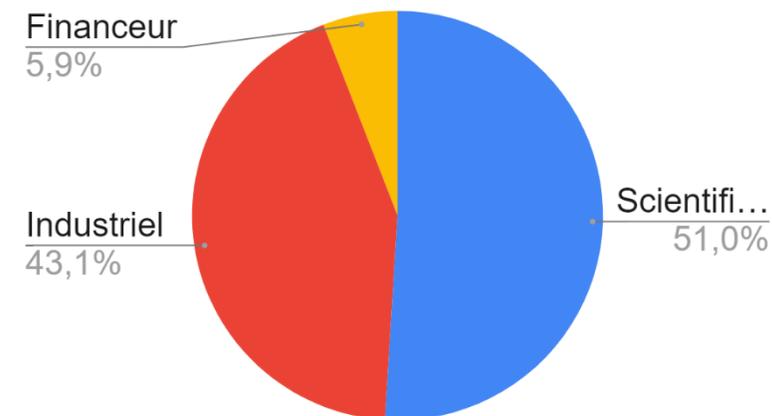
Au travers de...

- Réunions du GS
- Interviews de personnes expertes dont membres du CERES et TOSCA
- Questionnaire en 10 segments (collaboration publique/privé, PI, support étatique, enjeux sociétaux...)
- Rapports publiés par les Assises du new space, l'Académie des Sciences, le COSPACE, le SPS, Fédération nanosat CNRS/INSU

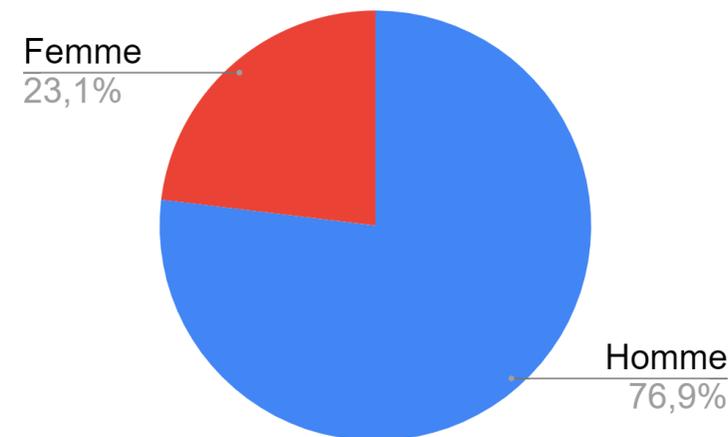
→ Plus de 50 participant.e.s d'horizons variés

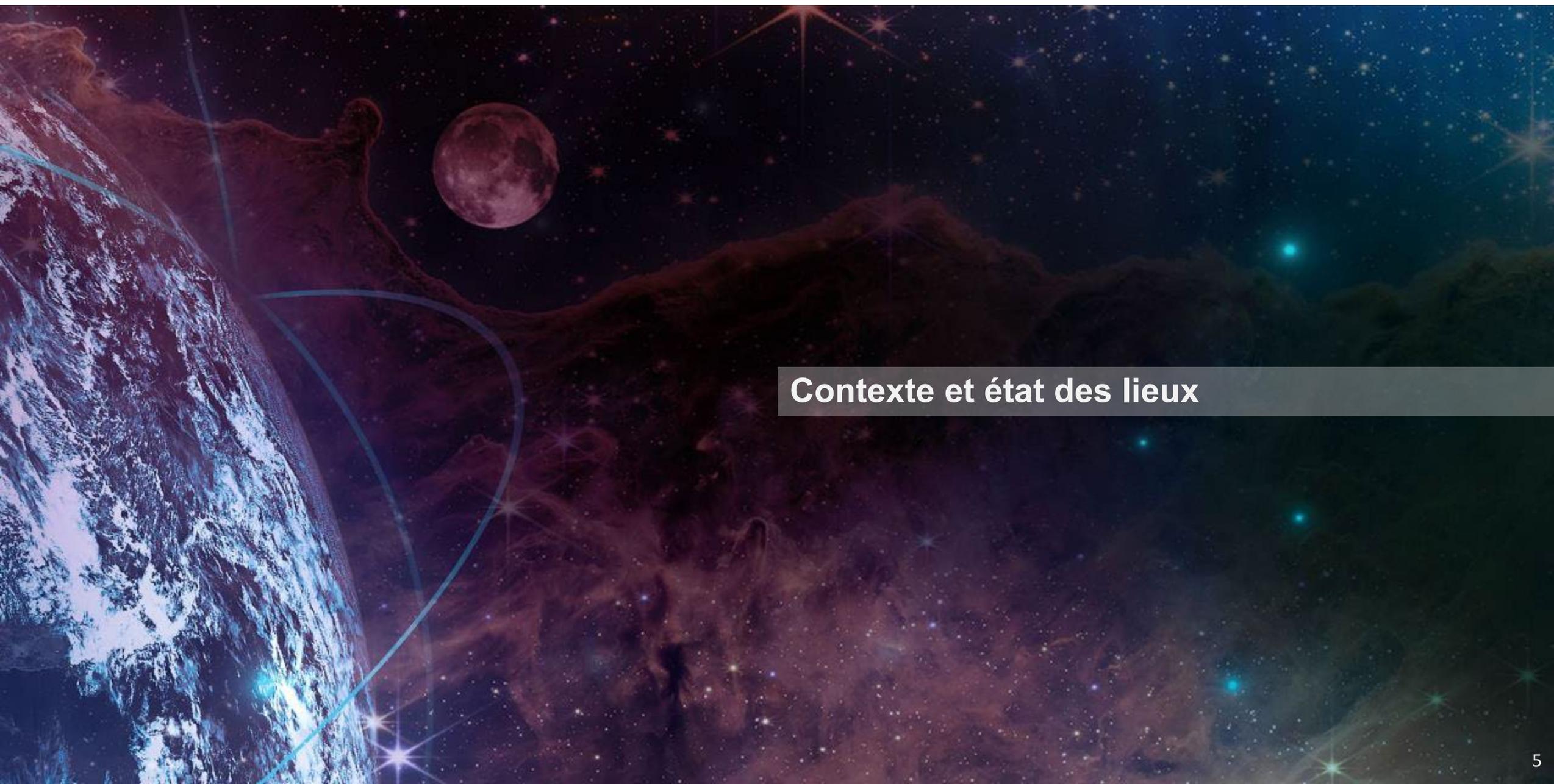
→ Un ratio hommes / femmes représentatif de l'industrie spatiale

Domaine des participants au GS (membre + répondants)



Genre des participants au GS (membre + répondants)





Contexte et état des lieux

Définitions de « science » et « new space »

Science

La définition admise dans ce contexte inclut :

- Les sciences naturelles, humaines et sociales par le traitement et l'analyse de données,
- Les sciences instrumentales et applicatives
- Le développement de technologies ou briques technologiques permettant d'atteindre un objectif scientifique.

Plus généralement, la science :

- A vocation à être portée par les entités publiques
- N'est pas soumise à une exigence de rentabilité financière

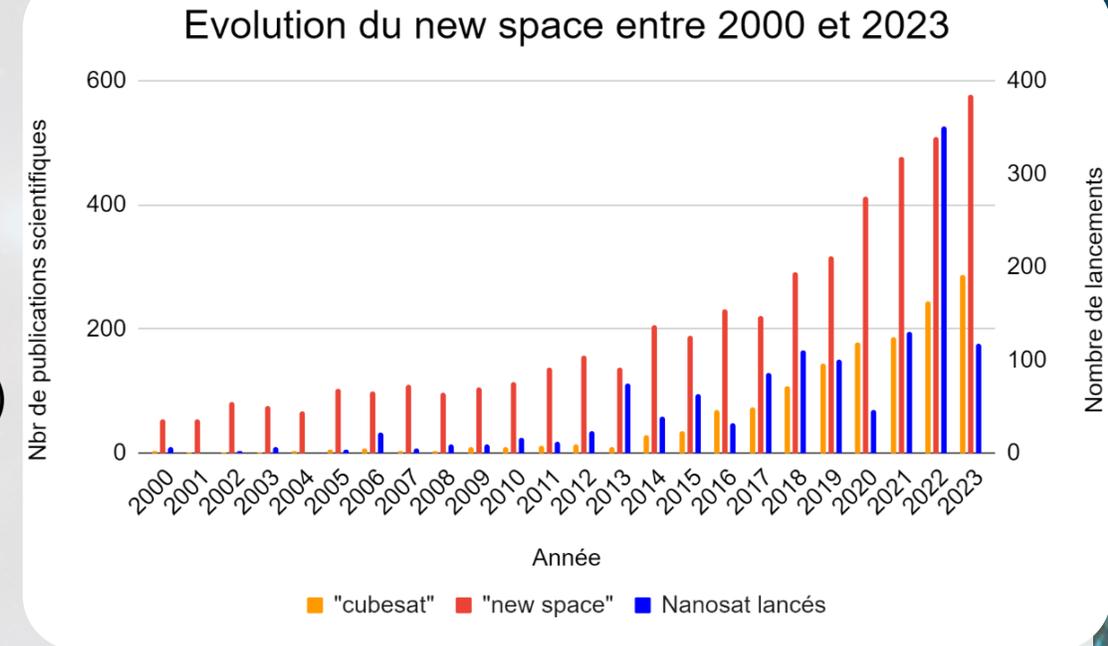
New Space

Définition proposée issue des Assises du New Space : « *Le NewSpace désigne un **nouvel écosystème industriel** et plus généralement, une nouvelle façon d'aborder et de conduire l'activité spatiale, liés à l'apparition d'une **nouvelle génération d'entreprises** aux côtés d'acteurs en place et notamment marqués par l'utilisation de **technologies de rupture** ou de process innovants, l'introduction de modèles d'affaires fondés sur une **plus forte acceptation des risques**, le redéploiement de la chaîne de valeur des activités spatiales vers des marchés liés à la commercialisation de services.* »

La science comme marché porteur
Variété de plateformes
Plus d'interconnexions entre les acteurs
Des nouvelles opportunités de financement
Accès à l'espace
Rapidité de la réalisation
Standardisation des technologies
Nouveaux enjeux sociétaux
Miniaturisation des instruments
Décloisonne les domaines d'applications
Composants à coût réduit

Contexte international – L'essor du new space

- **Les débuts du new space :**
 - Nanosat lancés : 0-10 / an en 2000's, à 100-300 / an en 2020's
 - Le nombre de publications scientifiques suit cette croissance
 - Large fraction est dédiée à la validation de technos
- **Portée par :**
 - Un faible cout de lancement (\$6000/kg en orbite basse en 2024)
 - Multiplication de l'offre de composants / instruments sur étagère (COTS)
- **Missions new space scientifiques (hors validation techno) :**
 - Ex : ASTERIA (exoplanète), EcAMSat (antibio), MarCO (interplanet)
 - 30 missions en dev par la NASA
- **Les constellations new space d'observation de la Terre :**
 - Faible coût de dev pour une fréquence de revisite élevée
 - Facilité d'achat des données (prix au km²)



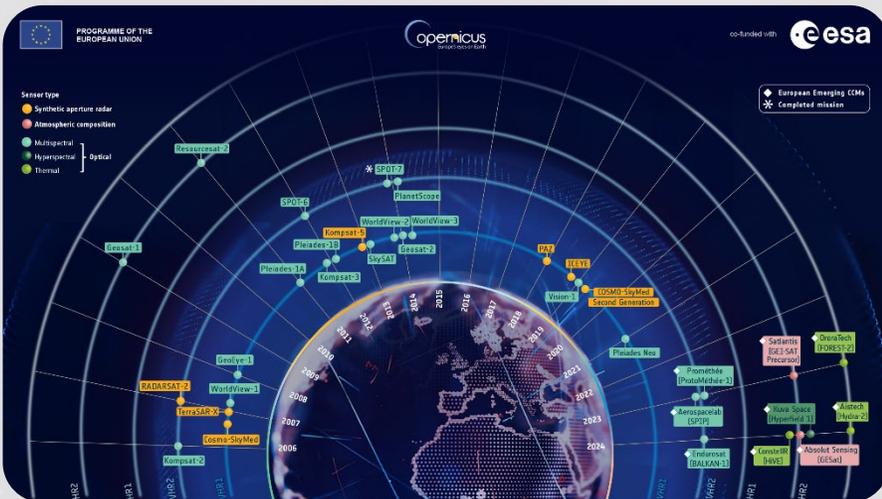
- ➔ L'amélioration continue des instruments new space accentue l'intérêt de cette démarche pour le futur
- ➔ Données « new space » en complément de grandes missions scientifiques

Contexte international – Organisations

● Le « Smallsat Institut »

- Présent à la NASA (depuis 2010) et au DLR
- Expertises, fédère les acteurs, infos techniques, communications,...
- Appels d'offres : dev de technos, IOD/IOV, plateformes, lancements,...

→ Opère la stratégie scientifique du pays dans un contexte où le spatial est de plus en plus une industrie et de moins en moins un domaine de recherche



● En Europe

- ESA + Commission Européenne : appels à projets, programmes, financements,...
- Programme Copernicus inclut des données new space depuis 2023 (contributing missions)
- Les mission SCOUT : HydroGNSS, NanoMagSat, Tango

→ L'Europe développe son segment science et new space

Contexte national : les acteurs

Laboratoires et universités inscrits dans les activités new space

- Centres de recherche : APC, IAP, IPGP, IRAP, LAM, LATMOS, LERMA, LESIA, LISA, LP-ENS, OBSPM, ONERA, ...
- Universités : Grenoble, Paris Cité, PSL, Sorbonne, Toulouse Paul Sabatier, UPEC,...

- Collaborations importantes avec les entreprises
- Large offre de formations qui attire les jeunes vers le spatial
- Fédération nanosat CNRS/INSU en IdF

UPEC
Connaissance - Action

UNIVERSITÉ
PARIS-EST CRÉTEIL
VAL DE MARNE

UPMC
SORBONNE UNIVERSITÉS

LATMOS

LAM
LABORATOIRE D'ASTROPHYSIQUE
DE MARSEILLE

APC
APC CNRS, FRANCE

LESIA

ONERA
THE FRENCH AEROSPACE LAB

PSL
UNIVERSITÉ PARIS

UGA
Université
Grenoble Alpes

W

Université
Paris Cité

**UNIVERSITÉ
TOULOUSE III
PAUL SABATIER**

LERMA

S
SORBONNE
UNIVERSITÉ

Observatoire
de Paris

irap
astrophysique & planétologie

CSUG

CSUT

naasc

NOUVELLE-AQUITAINE
ACADEMIC SPACE CENTER

X

CSUM
CENTRE SPATIAL UNIVERSITAIRE
DE MONTPELLIER

**institut
Curie**

**Campus
Spatial
UPEC**

Centres Spatiaux Universitaires (CSU)

- Une dizaine existent, dont les principaux : Bordeaux (NAASC), CSU Côte d'Azur, Grenoble (CSUG), Montpellier (CSUM), Paris-Est (CS-UPEC), Paris-Sorbonne (CurieSat), Polytechnique (CSEP), Toulouse (CSUT)
- Chacun forme entre 50 et 100 étudiants / an
- Soutenu par le CNES au travers du programme Nanolab Academy : fourniture de plateformes + support technique + opérations

Contexte national : un maillage et un soutien important

Financements du new space :

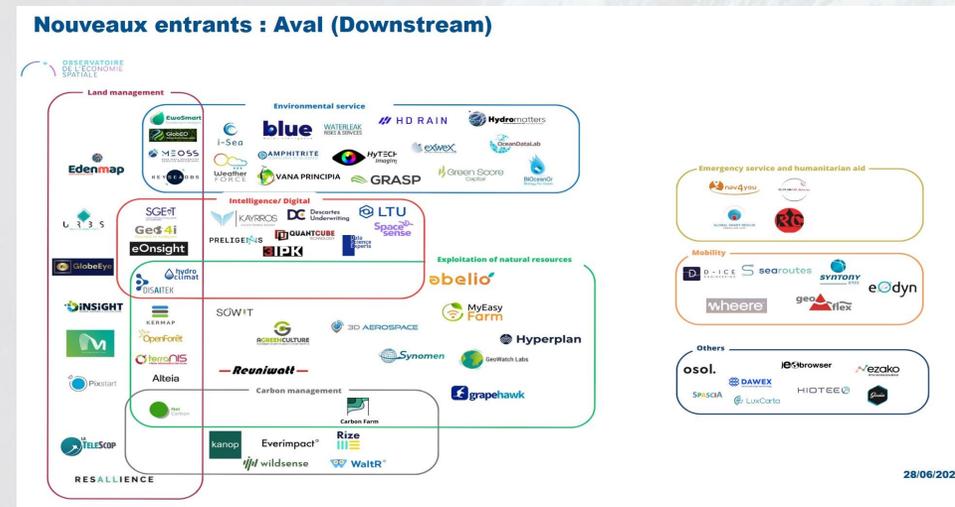
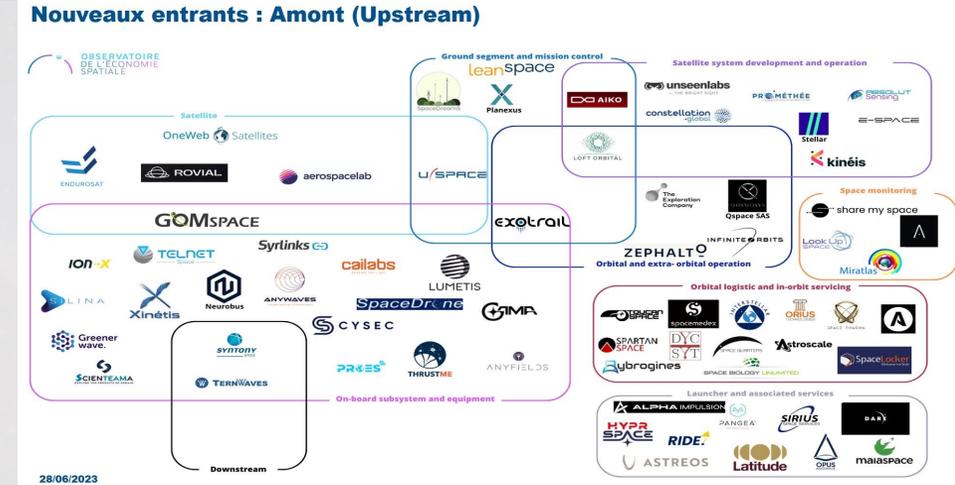
- Financements publics en forte augmentation : 20-30 M€/an en 2010 à 300 M€/an depuis 2021 (France2030)
 - Fléchés pour 2/3 vers les acteurs émergents
 - 10% dédiés aux labos, mais 1.5% en réalité
- Levées de fonds privées : 351 M€ en 2022

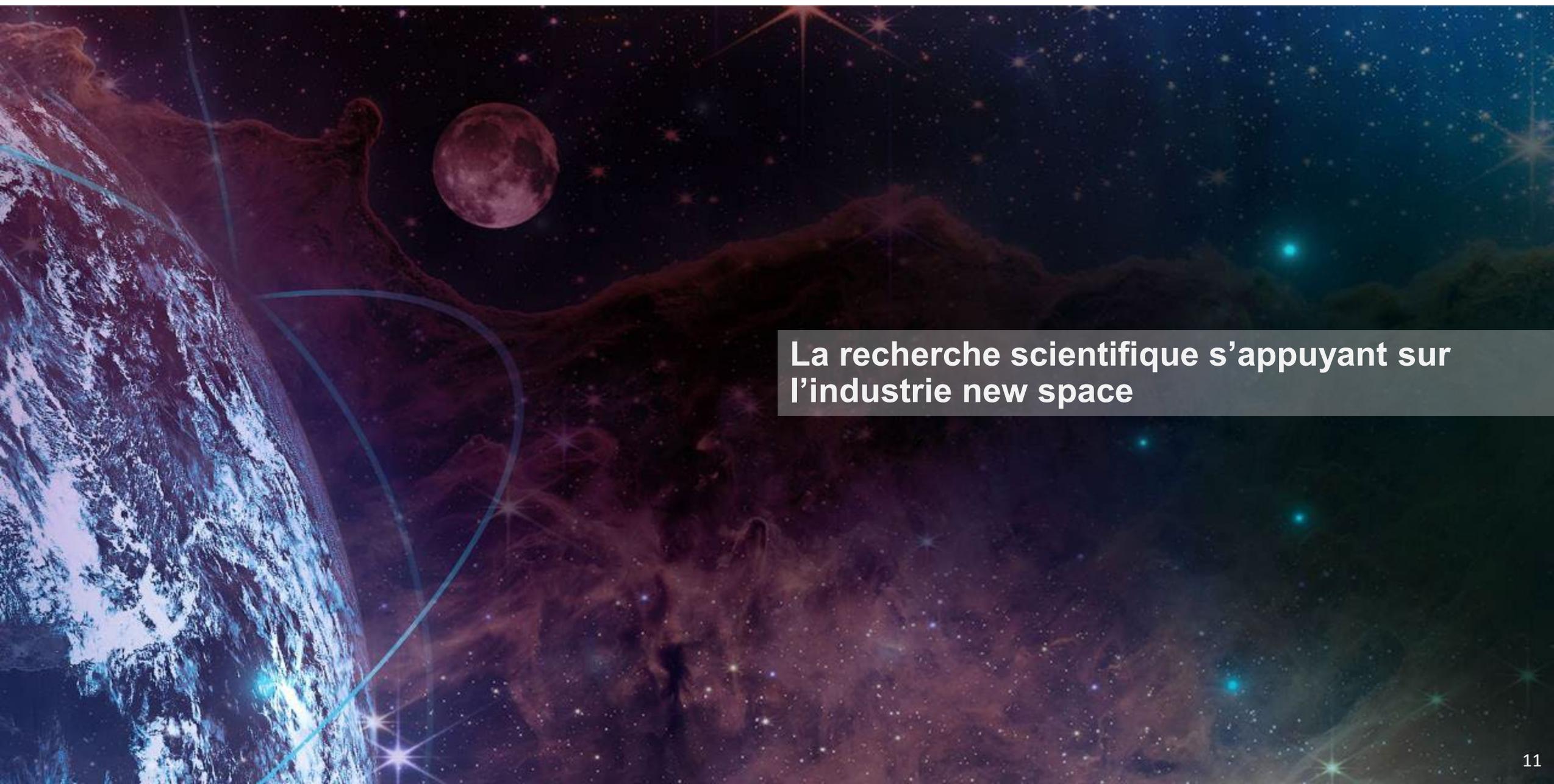
→ Le financement du new space est à part égale privé / public

→ Finance principalement des entreprises offrant des fonctions supports (plateforme, lancement, segment sol...), mais utiles pour la science

Cartographie du new space Français

- Publié par « L'observatoire de l'économie spatiale »
- Liste tous les acteurs amont (satellite, instrument, lanceur, segment sol...) et aval (données traitées pour environnement, intelligence, ressources...)





La recherche scientifique s'appuyant sur
l'industrie new space

Les différentes démarches new space portées par les labos / univ

1) Développement d'un instrument scientifique adapté aux plateformes new space

→ Cas le plus commun, mais manque de financement pour plateforme, lancement et opérations

2) Utilisation des données satellitaires issues d'entreprises new space

→ Rare pour plusieurs raisons : 1) pas familiers de cette démarche, 2) l'achat de données est peu centralisé, 3) peu d'acteurs nationaux ou européens proposent ces services, 4) quelle qualité réelle ?

→ Ces données peuvent avoir un fort intérêt pour les SHS (gestion de risque, archéologie, démographie, exploration et géographie) mais restent sous-utilisées par manque de connaissance.

3) Développement d'une mission scientifique complète (instruments, plateforme et opérations)

→ Cas rare car nécessite de maîtriser l'ensemble de la chaîne d'une mission spatiale

→ Succès des missions INSPIRE-Sat portées par le LATMOS à noter

4) Commande passée auprès d'un industriel pour qu'il fournisse un service ou des données à objectif scientifique

→ Pas ou peu réalisé en Europe. Les indus sont utilisés comme fournisseurs d'ingénierie (plateforme, lancement...)

→ La multiplication des offres de service (Blue Skies Space) de données satellitaires changera probablement la dynamique

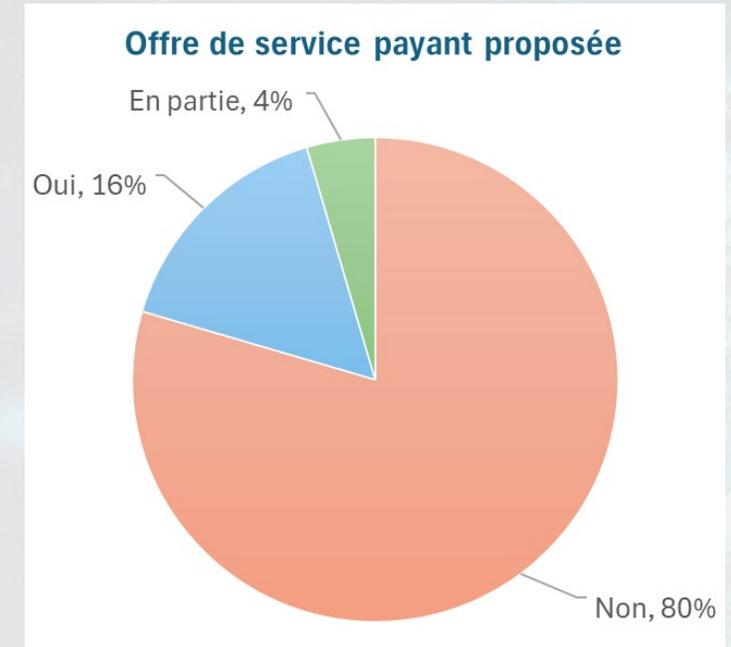
Etude statistique des missions scientifiques Françaises s'appuyant sur le new space

88 missions scientifiques issues du new space, incluant celles :

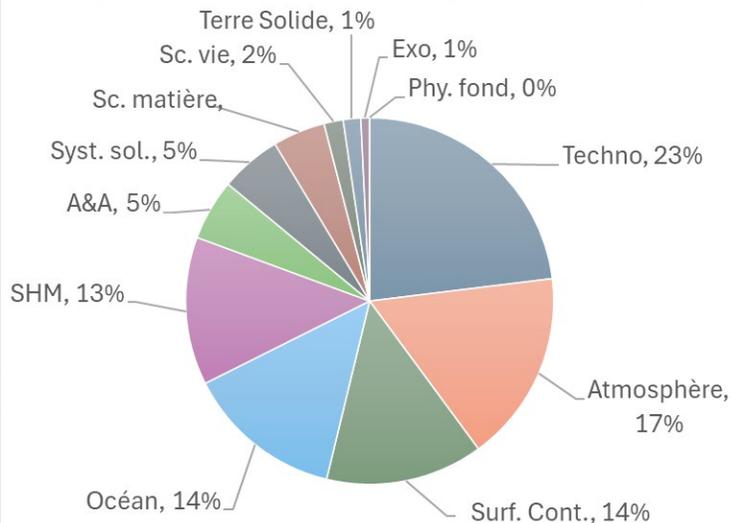
- portées par une entité Française (Cnes, CNRS, Univ, entreprises, CSU)
- dont les données sont utilisées à des fins scientifiques
- relevant d'une des 3 premières catégories listées

Offre de service :

- 20 % des missions proposent une offre de service payant
- 80 % sont des missions relevant du domaine public



Représentation des thématiques scientifiques



Thèmes scientifiques représentés :

- Forte représentation (47%) des thèmes scientifiques du **TOSCA** (observation de la Terre), dû à la capacité des instruments et aux offres COTS
- Thèmes scientifiques du **CERES** : 30 % des missions
- Validation de **techno** : 23%

Les missions scientifiques Françaises s'appuyant sur le new space

Les 75 missions françaises (13 portées par un service étranger)

- 13 ont déjà volé / mission terminée
- 6 sont en vol, dont 3 portées par des acteurs publics
- 50% des missions en phase 0 ou A

→ **Souligne la difficulté des labos à financer la phase de vol (FM, lancement...)**

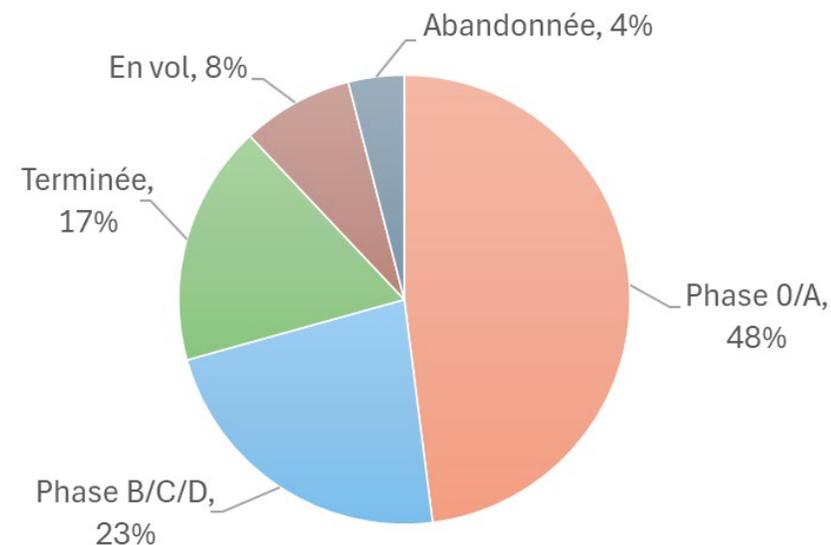
Les « offres de service » new space utilisés par les scientifiques

- Données de constellations privées d'observation de la Terre
- Résolution spatiale (10aine de cm) et haute freq de revisite (x/jour)
- IR Data Terra met à disposition des chercheurs des produits satellitaires

→ **Démarche IR Data Terra plébiscitée par les acteurs scientifiques**

→ **Mutualisation de moyens et de données pour optimiser l'utilisation des satellites**

Status des missions spatiales new space Françaises (lead)





L'entrepreneuriat new space s'appuyant sur la recherche scientifique

Échanges avec les labos et besoins des industriels

Plusieurs technos ont été transférées vers les industriels (ION-X, Exotrail, Thrust-me, Share my space, LeoBlue, HELSA, Aldoria, Absolut System / Sensing ...)

- Intérêt des SATT pour accompagner la transformation de la techno en un produit commercialisable ou une spin-off
- Difficulté de maîtrise de la PI et du partage/accès des données scientifiques générées

Moyens expérimentaux de pointe mis à disposition des industriels

- Exemple concluant de l'IR PARADISE : répartie entre 6 sites, 10 % du temps d'utilisation dédié à l'industrie
- Ces mises à disposition de moyens publics auprès des industriels sont une recommandation du GT « Recherche et Transfert » du COSPACE





Science et entrepreneuriat new space : une cause commune

Nouveaux sujets scientifiques new space

Technos et sujets d'intérêt relevés, à développer conjointement privé / public :

- Plateformes et lanceurs vers l'orbite très basse (VLEO, 250-450 km) pour des missions haute résolution ;
- Contrôle d'attitude et d'orbite pour la mobilité orbitale, le vol en formation, docking, l'assemblage en orbite via logiciel (algorithmes) et matériel (propulsion), la désorbitation ;
- Station spatiale et capsule embarquant des expériences de microgravité permettant le retour d'échantillons sur Terre (matériaux, pharma/biotech) ;
- Télécommunications : optiques, sat-to-sat, quantique ;
- Caméras (panchromatique, multispectrale, hyperspectral, infrarouge), instrument optique intégré (freeform) et traitement de données pour l'observation de la Terre (surveillance, climat, analyse) ;
- Automatisation des traitements de données embarqués par IA avec envoi direct des résultats aux utilisateurs finaux ;
- Réseau de stations sol souverain pour le recueil des données ;
- Technologie de refroidissement d'instruments new space ;
- Composants et matériaux résistant aux radiations (FPGA, processeurs, composants pour l'IA embarquée...)
- Validation indépendante des résultats obtenus par les technologies du new space ;
- Aide à la spatialisation de technologies de labo (design + IOV) : imageur, propulsion, carte électronique.

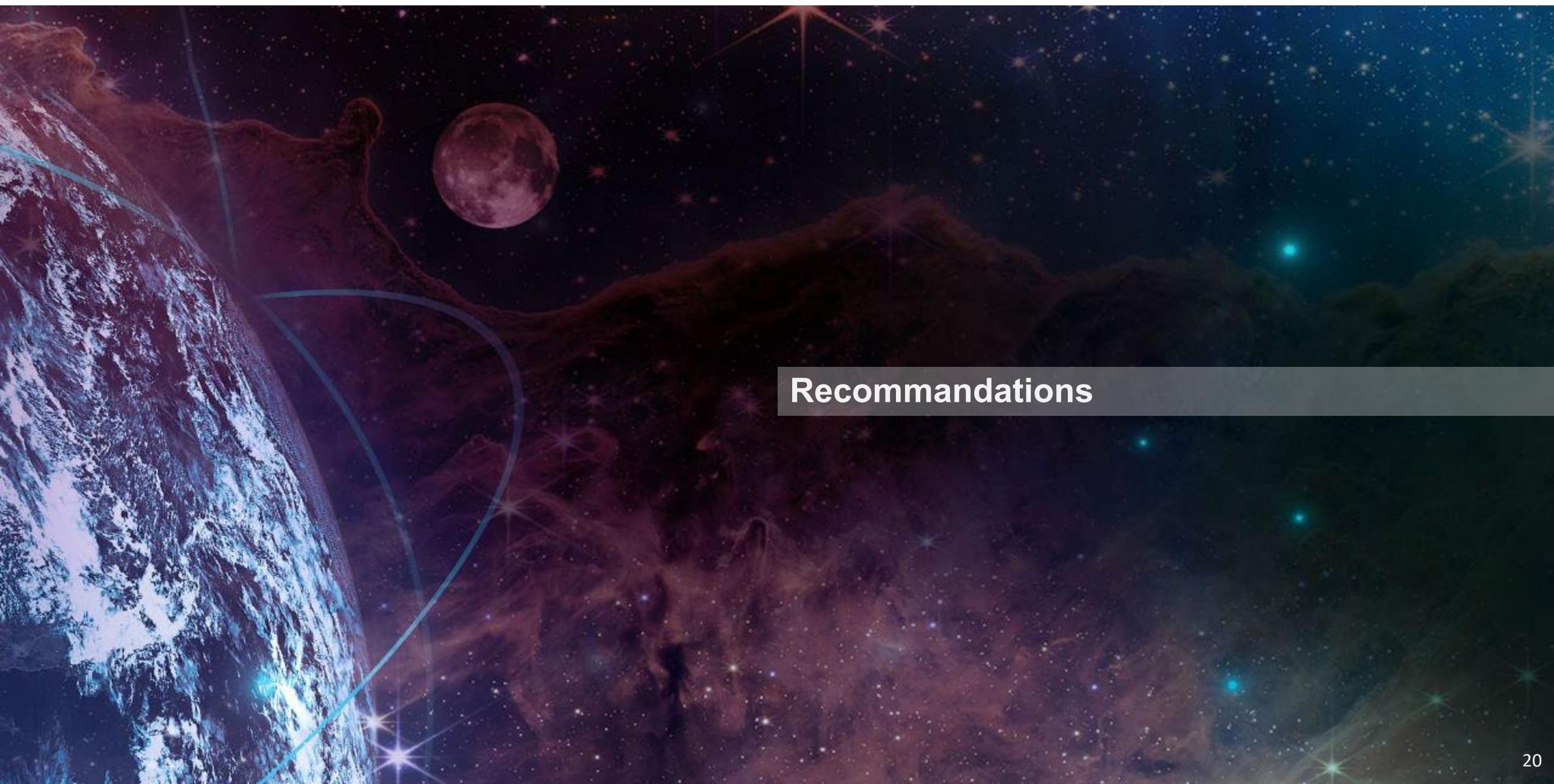
Le new space au cœur des enjeux sociétaux

La société civile s'interroge sur de nombreux sujets « new space » pouvant avoir un impact sur nos vies :

- Pollutions : terrestre, atmosphérique, spatiale (encombrement des orbites), radio et lumineuse ;
- Privatisation du spatial et des données produites ;
- Inégalité d'accès aux technologies / données entre pays riches et pays pauvres ;
- Course à l'espace et multiplication des acteurs ;
- Exploitation des ressources spatiales, forage d'astéroïdes ;
- Colonisation ;
- Compétition entre États et enjeux de souveraineté.

→ L'impact environnemental est un sujet majeur :

- **la multiplication des missions new space va à l'encontre d'une modération nécessaire de notre industrie. MAIS facilite l'observation de la Terre et l'analyse de notre impact**
- **Produire un new space scientifique durable : éco-conception, raisonné (toutes les initiatives sont-elles d'intérêt public ?), fin de vie de la mission**
- **La mutualisation des données scientifiques (constellations partagées) réduit l'impact environnemental**



Recommandations

Recommandations – 1/2

R1 : DÉVELOPPER UNE STRATÉGIE SCIENTIFIQUE INTÉGRANT LES OPPORTUNITÉS OFFERTES PAR LE NEW SPACE AU CNES

- Soutien aux missions scientifiques pilotées par les labos et soutenues par les acteurs du new space
- Promeut l'investissement dans le new space scientifique afin d'accéder à des missions d'intérêt dans le futur
- Encourage les acteurs scientifiques et entreprises à collaborer
- Prend en compte les enjeux climatiques, sociétaux et de souveraineté
- portée par un institut « new space » au Cnes (voir R2).

R2 : CRÉER UN INSTITUT « NEW SPACE » AU CNES

- Favorise l'écosystème new space scientifique et entrepreneurial ;
- Financement d'instruments, de missions et de lancements via des appels d'offre
 - Budget de 3 à 5 M€ / an proposé par la Fédération nanosat CNRS/INSU
- Prise en compte de l'impact sociétal des missions (pertinence sociétale, bilan carbone...)
- Support technique et expertise des équipes du Cnes
- incluant le soutien aux opérations en permettant l'utilisation du segment sol Cnes.

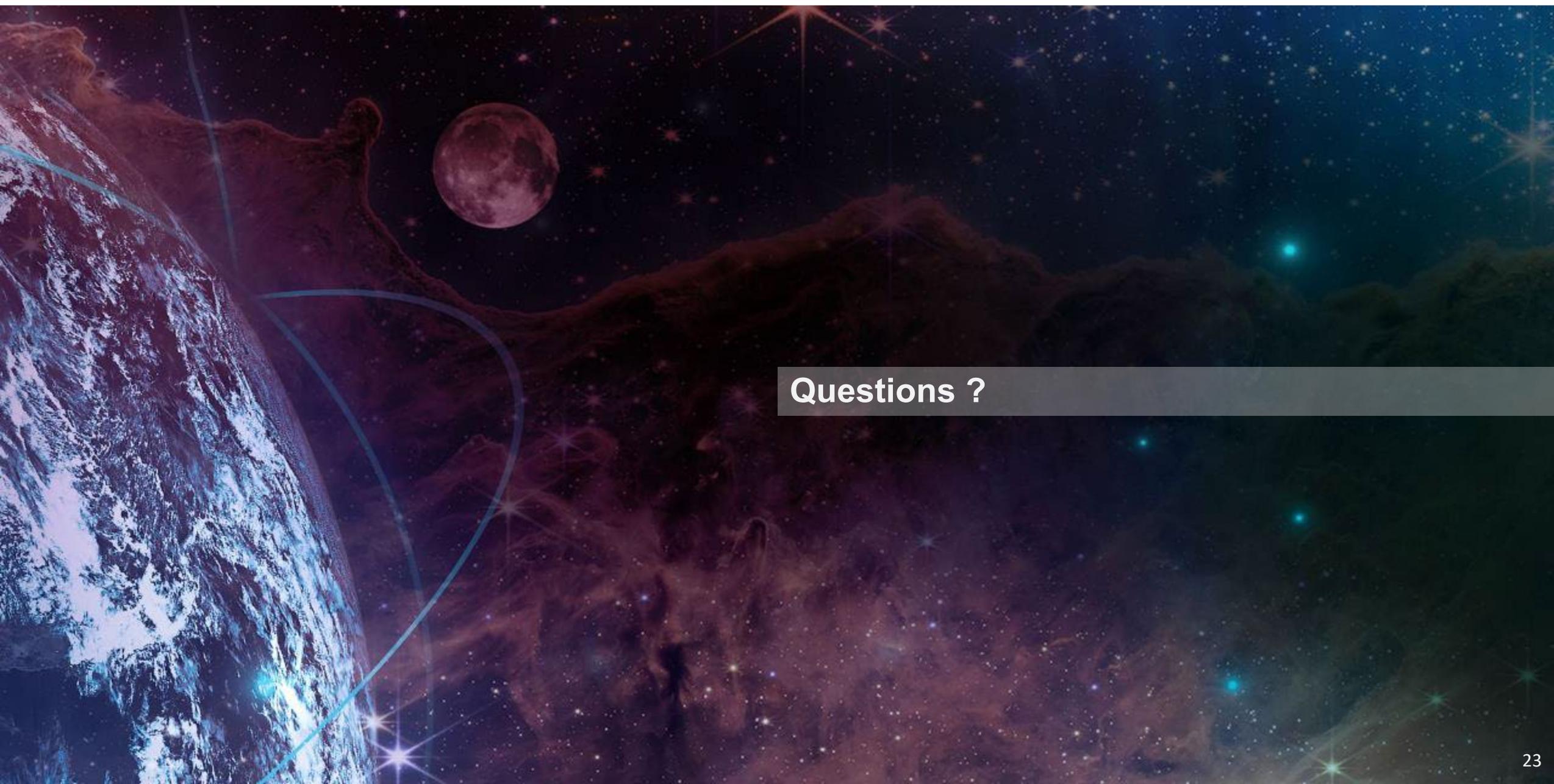
Recommandations – 2/2

R3 : CONDUIRE DES MISSIONS SCIENTIFIQUES EN S'APPUYANT SUR LE NEW SPACE

- Achat et mise à disposition de données scientifiques new space groupées via l'IR Data Terra
- Appels d'offre pour l'achat d'instruments, services, constellations et missions scientifiques issus du new space afin d'être le premier client des entreprises new space et ainsi favoriser l'émergence de nouvelles technologies
- Inclure des scientifiques dans l'orientation des appels d'offre et la sélection des missions

R4 : RENFORCER L'ESPACE D'ÉCHANGE ENTRE SCIENTIFIQUES ET ACTEURS NEW SPACE

- Développer une connaissance mutuelle entre laboratoires et entreprises intégrés au new space scientifique en s'appuyant sur Connect by Cnes ;
- Mettre à disposition une liste de laboratoires, entreprises, moyens et technologies utiles au new space scientifique ;
- Créer une passerelle entre les labos et l'industrie afin de faciliter les échanges de RH dans les deux sens ;
- Utiliser les conférences / salons existants pour faire se rencontrer les acteurs industriels et scientifiques (inviter les entrepreneurs au SPS et les scientifiques aux assises du new space).



Questions ?