



ACTUALITÉ DU CNES

et les effets structurants du spatial

Philippe Maisongrande

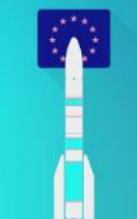
Responsable Programmes Surfaces Continentales

13 octobre 2022

Séminaire Télédétection à l'INRAE / Montpellier, AGROPOLIS International

4 priorités stratégiques

pour répondre aux grands enjeux de la décennie. Nos activités se déploient au service de toutes les politiques publiques qui bénéficient de l'appui du secteur spatial. Ces priorités sont définies dans le contrat signé entre le CNES et l'État pour la période 2022 - 2025 appelé "Nouveaux espaces"



Renforcer notre autonomie stratégique



Soutenir la compétitivité de l'écosystème spatial



Faire rayonner notre excellence scientifique



S'engager pour un monde durable

+100 projets spatiaux

menés actuellement par le CNES dans 5 grandes thématiques.



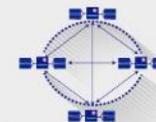
Transport spatial



Sciences



Observation de la Terre



Télécommunications



Défense

45 pays

avec lesquels nous collaborons dans le monde.



2400 salariés

répartis sur 4 centres.

100 thèses

et post-doctorats alloués chaque année à des étudiants français et étrangers.



37 €

C'est l'effort consacré en moyenne par an et par habitant français au secteur spatial, le 2ème budget spatial au monde.



2 566 millions d'euros

de budget annuel en 2022, dont 1184 M€ représentent la contribution de la France à l'ESA.

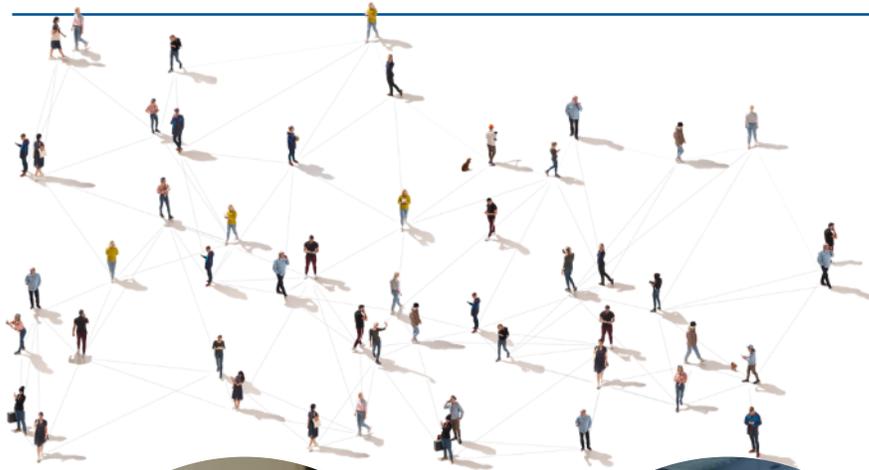
Le CNES en quelques chiffres



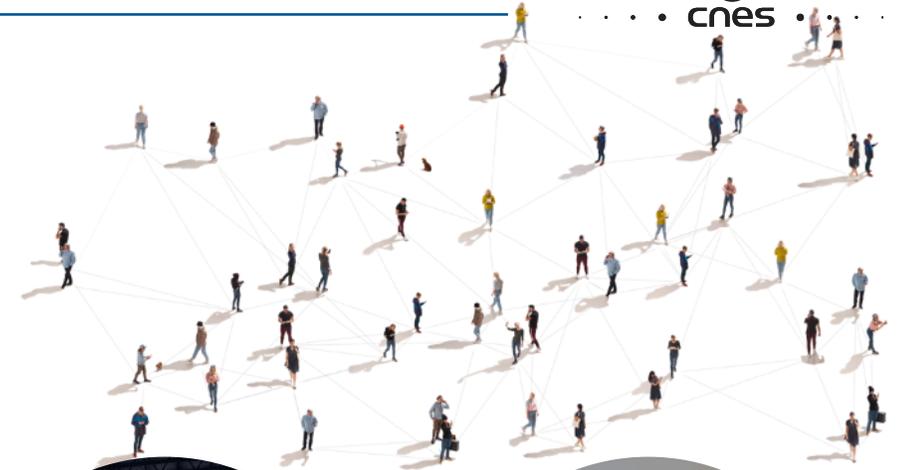
40 entreprises

accompagnées chaque année en moyenne par le CNES, afin de développer et diversifier l'écosystème spatial français et européen. Parmi elles, de nouveaux acteurs émergent dans le secteur spatial, dont des startups.

L'écosystème du spatial français



70 000
PERSONNES



**SECTEUR
ACADÉMIQUE**

54 cursus
100 enseignants
2 400 étudiants/an



**LABORATOIRES
SCIENTIFIQUES**

154 laboratoires
600 équipes
200 doctorants
3 000 personnes



**ORGANISMES
INSTITUTIONNELS**

30 établissements
5 000 personnes



INDUSTRIE

246 établissements
32 445 personnes



SERVICES

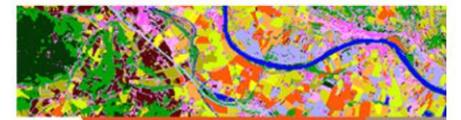
352 établissements
29 449 personnes

- Tutelle du ministère de l'Economie depuis juillet 2020
- Réorganisation du CNES début 2022. Nouveau Président: Philippe Baptiste
- Contrat d'Objectifs et de Performance 2022-2025 : *compétitivité et innovation*
- Préparation interministérielle de novembre 2022 (PMT 2022-2025 contraint)



➤ Un élément structurant : convention-cadre INRAE-CNES

- Signée le 22/07/2019
- Formalise des relations anciennes
- 9 domaines de coopération :
 - Cartographie et suivi des services écosystémiques rendus par les sols
 - Gestion de l'eau pour l'agriculture à l'échelle des territoires
 - Utilisation des informations satellitaires pour l'hydrologie et l'hydraulique continentales
 - Dynamique et gestion durable des écosystèmes forestiers à l'échelle régionale
 - Dynamique et gestion durable des écosystèmes forestiers à l'échelle continentale
 - Dynamique des agroécosystèmes dans un contexte de changements globaux
 - Biodiversité, habitats, paysage, trames vertes et bleues
 - Agriculture numérique
 - Infrastructures de données spatiales pour l'agriculture, l'environnement et les territoires
- Événements communs : SIA 2020 ; CIAg (16/12/20)



Carrefour de l'innovation agronomique
INRAE CNES
Accès à des programmes spatiaux larges et multiples dédiés aux surfaces continentales
14 février 2020

Doctorants et post-doctorants

Un soutien fort aux jeunes chercheurs
plus de 100 allocations de recherche par an

- ❖ Former des jeunes chercheurs et des ingénieurs dans le domaine spatial
- ❖ Assurer un environnement scientifique d'excellence et une forte capacité d'innovation
 - Entretenir un riche vivier de compétences pour l'écosystème spatial national, académique et industriel
 - Fortifier les échanges entre jeunes chercheurs, industrie et laboratoires
- ❖ Soutenir la recherche spatiale dans les domaines :
 - Systèmes de transport spatial (lanceurs, propulsion, etc)
 - systèmes orbitaux (satellite, Navigation, télécom..)
 - Sciences utilisatrices des moyens spatiaux (Univers, Terre, Microgravité)
 - Sciences humaines et sociales (juridique, stratégie, innovation..)
- ❖ Renforcer les liens entre les jeunes chercheurs, le CNES et l'industrie :
 - Organisation de journées d'accueil (JC1)
 - Organisation de journées de rencontres et de présentation des travaux (JC2)
 - Organisation de rencontres avec les industriels sur le SIAE (Salon du Bourget)



© CNES/DE PRADA Thierry, 2021



Contact : PhD@cnes.fr

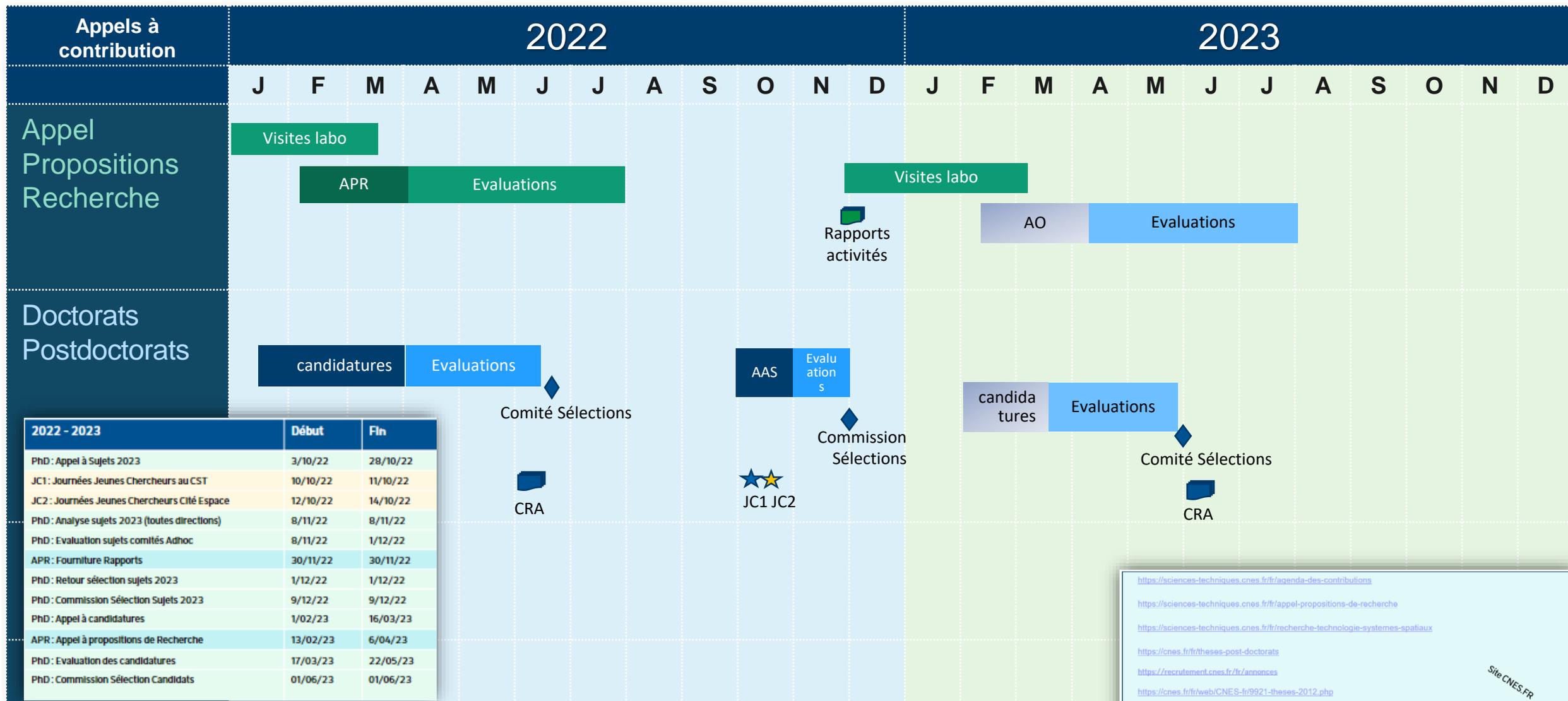
Responsable processus Cécile Vignolles

- **Volumétrie**
 - 17 thématiques **dont 4 dans le TOSCA**
 - environ 900 actions/an
 - environ 16 M€/an
- **Rapports de fin d'année** (30 novembre) en WORD
 - avancement d'étude
 - identification du reliquat financier
 - nécessaire pour finaliser les aspects administratifs (paiements) et préparer le Livre bleu
- **Livre bleu** : valorisation de l'activité APR basé sur l'extraction des données des rapports (nombre d'actions, effort RH, publications, coopérations,...)
 - 1er livre bleu (APR 2018) sortie en 2019
 - <https://sciences-techniques.cnes.fr/fr/search/site/livre%20bleu>
 - 2^{ème} livre bleu en préparation (APR 2019 & APR 2020)

APR 2022 ⇒ près de 900 dossiers déposés

Thématique	Responsable thématique CNES
Accompagnement Exploration	Jean Blouvac
Astronomie et astrophysique	Philippe Laudet
Ballons	Adrien Deschamps
Composition atmosphérique et Climat	Carole Deniel
Cryosphère, côtier, littoral	Anne Lifermann
Exobiologie, protection planétaire et exoplanètes	Christian Mustin
Géophysique interne, géodynamique et géodésie	Felix Perosanz
Océanographie	Annick Sylvestre-Baron
Physique de l'atmosphère, météorologie	Adrien Deschamps
Physique fondamentale	Isabelle Petitbon
Planètes et petits corps du système solaire	Francis Rocard
Sciences Humaines et Sociales	Céline Calleya
Sciences de la matière en micropesanteur	Christophe Delaroche
Sciences de la vie dans l'espace	Guillemette Gauquelin-Koch
Soleil, héliosphère, magnétosphères, météo de l'espace	Kader Amsif
Surfaces, biosphère continentales, hydrologie	Philippe Maisongrande
Télé-épidémiologie, forêt	Mireille Paulin

Dates Clefs des Appel à contributions 2022-2023



2022 - 2023	Début	Fin
PhD : Appel à Sujets 2023	3/10/22	28/10/22
JC1 : Journées Jeunes Chercheurs au CST	10/10/22	11/10/22
JC2 : Journées Jeunes Chercheurs Cité Espace	12/10/22	14/10/22
PhD : Analyse sujets 2023 (toutes directions)	8/11/22	8/11/22
PhD : Evaluation sujets comités Adhoc	8/11/22	1/12/22
APR : Fourniture Rapports	30/11/22	30/11/22
PhD : Retour sélection sujets 2023	1/12/22	1/12/22
PhD : Commission Sélection Sujets 2023	9/12/22	9/12/22
PhD : Appel à candidatures	1/02/23	16/03/23
APR : Appel à propositions de Recherche	13/02/23	6/04/23
PhD : Evaluation des candidatures	17/03/23	22/05/23
PhD : Commission Sélection Candidats	01/06/23	01/06/23

- <https://sciences-techniques.cnes.fr/fr/agenda-des-contributions>
- <https://sciences-techniques.cnes.fr/fr/appele-propositions-de-recherche>
- <https://sciences-techniques.cnes.fr/fr/recherche-technologie-systemes-spatiaux>
- <https://cnes.fr/fr/theses-post-doctorats>
- <https://recrutement.cnes.fr/fr/annonces>
- <https://cnes.fr/fr/web/CNES-fr/9921-theses-2012.php>
- <https://cnes.fr/fr/web/CNES-fr/9926-st-post-doctorats.php>
- <https://cnes.fr/fr/web/CNES-fr/10591-st-journees-cnes-jeunes-chercheurs-jc2.php>

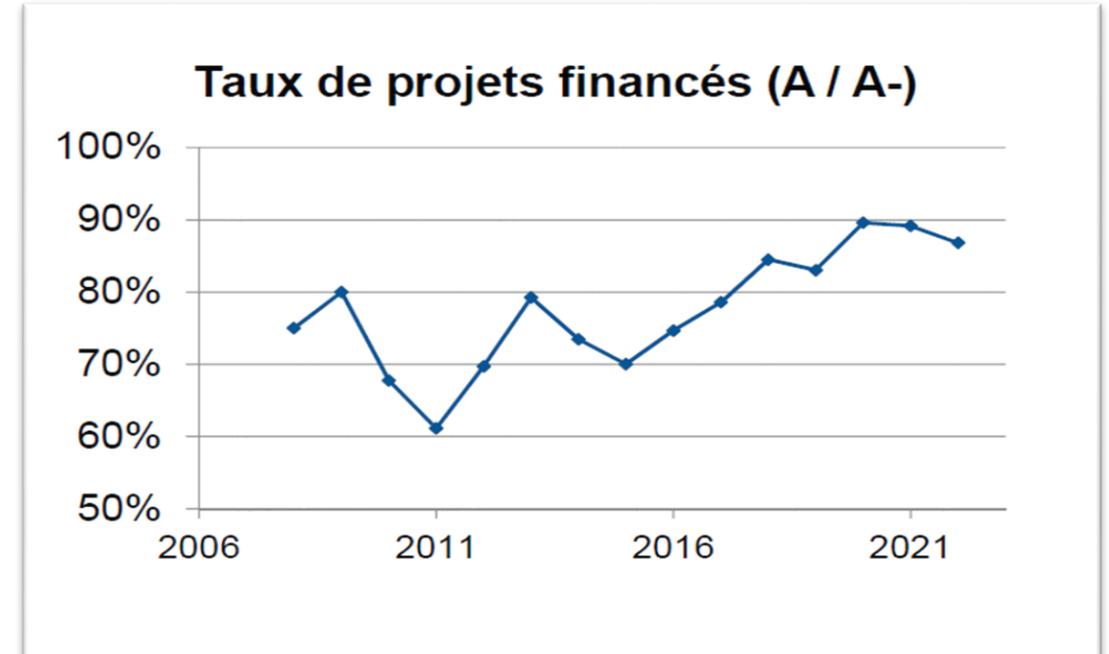
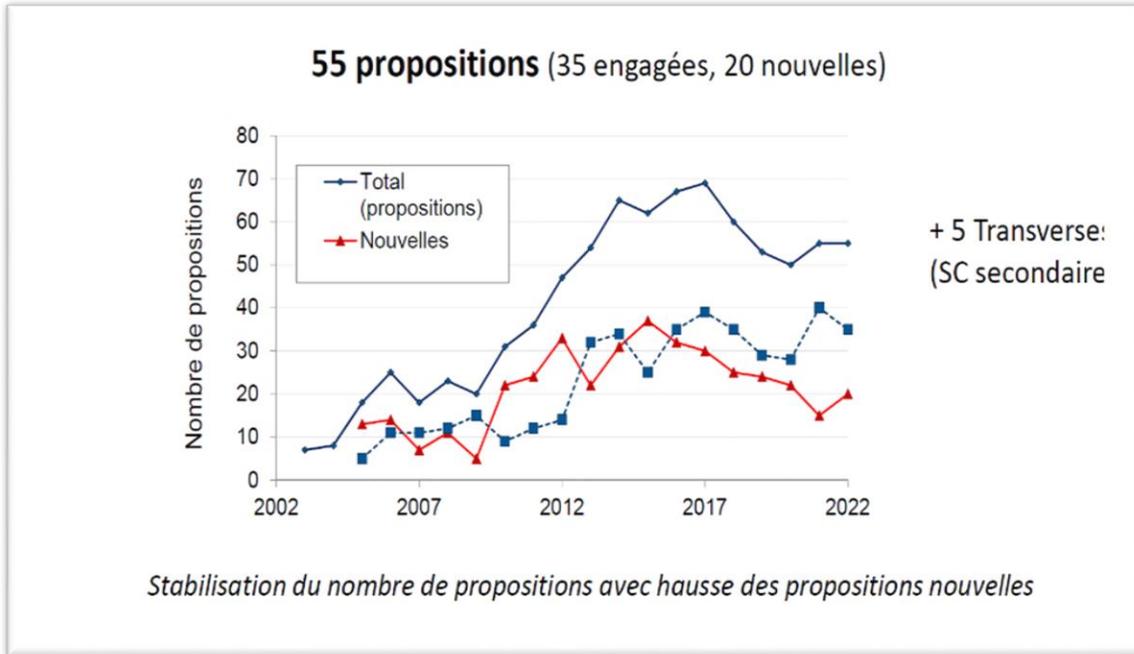
Evènement
 Décisions, Comités, commission...
 Documents

Site CNES.FR

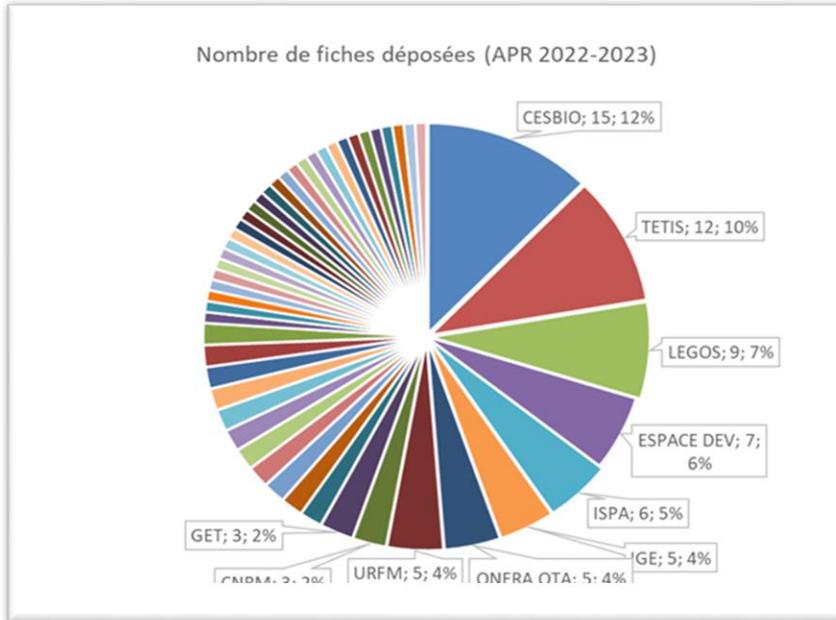
Le groupe Surfaces Continentales Présidé par Agnes Bégué (CIRAD)



- Représentation de l'ensemble des grands organismes de recherche impliqués sur les Surfaces Continentales (CNRS, IRD, INRAE, CIRAD, CEA, Universités...)
- Groupe d'évaluation et projets soumis avant arbitrages sur répartition d'un budget annuel d'environ 2.5 M€/an
- Chaque année: 50 à 60 projets, 120 propositions, ~100 publications (livre bleu)

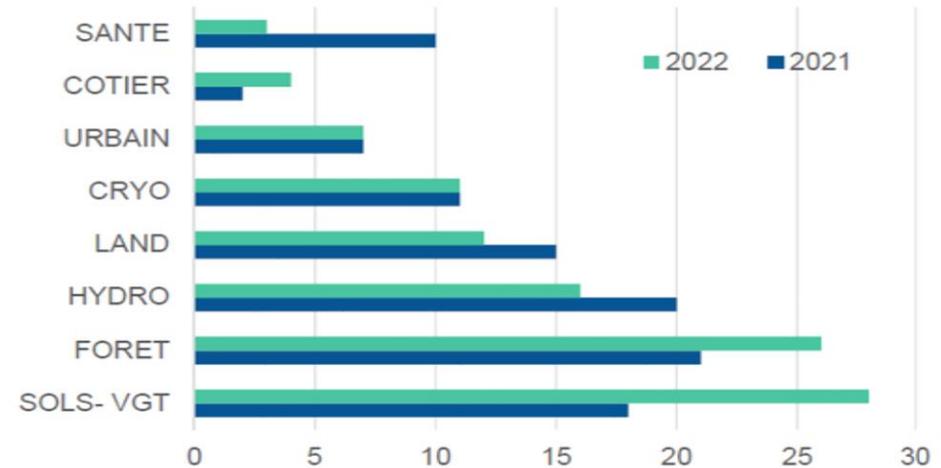


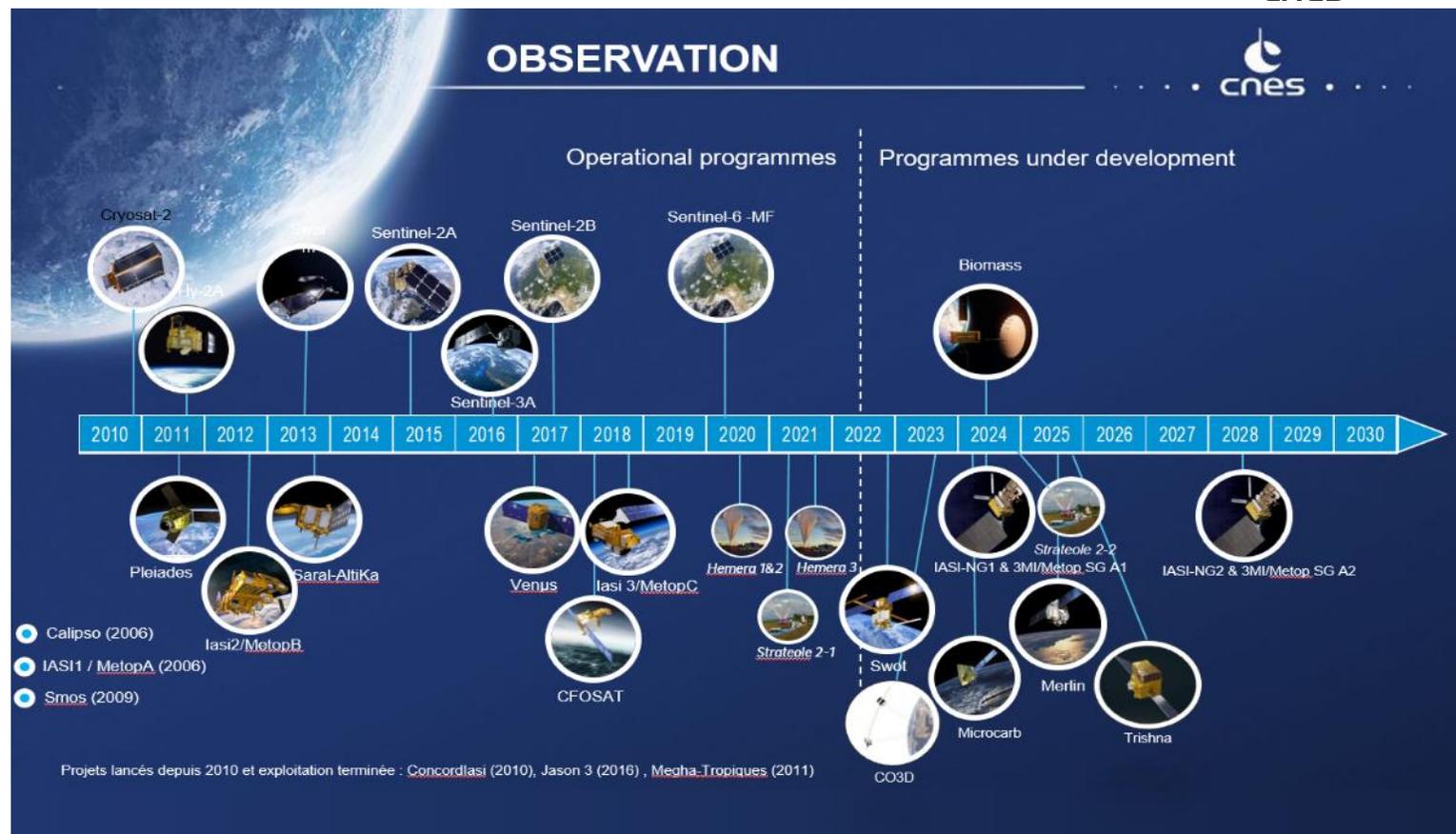
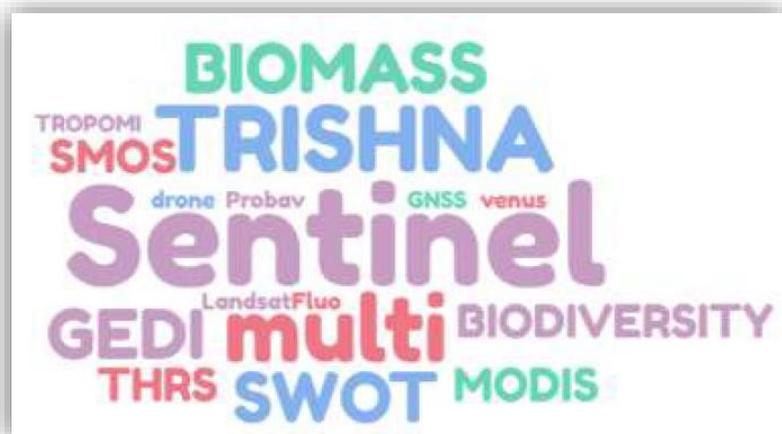
- Stabilisation du nombre de projets,
- Remotée récente du taux de nouvelles propositions.
- Fort taux de réussite.
- Granulométrie variée selon laboratoires, missions spatiales, nouveautés...



Thématiques (nombre de Fiches)

- Recul du thème Santé
- Boost du thème Forêt
- **Très peu de proposition Agriculture**





- **Les incontournables S1, S2, S3, SMOS,..**
- **Les outsiders GEDI, GNSS-R, THRS**
- **Une structuration forte autour des futures grosses missions: SWOT, TRISHNA, BIOMASS**
- **du potentiel: FLEX,..**

Programme multi-latéral CNES

Programmes ESA

Programmes EUMETSAT

Programme Copernicus (UE)



Venus 2017 – 2023

Phases 0 :

Sentinel HR
SMASH

Phases A :

SMOS-HR -> mi-2022 (pas de suites programmatiques pour l'instant)

Phase B: **TRISHNA (2025)**

Phases D-E: **SWOT Nov 2022**



EE2 : SMOS Extension 2025

EE7: BIOMASS 2023

EE8: FLEX 2024

Copernicus :

Conférence Ministérielle
2022, 2025



JASON
METOP
Meteosat

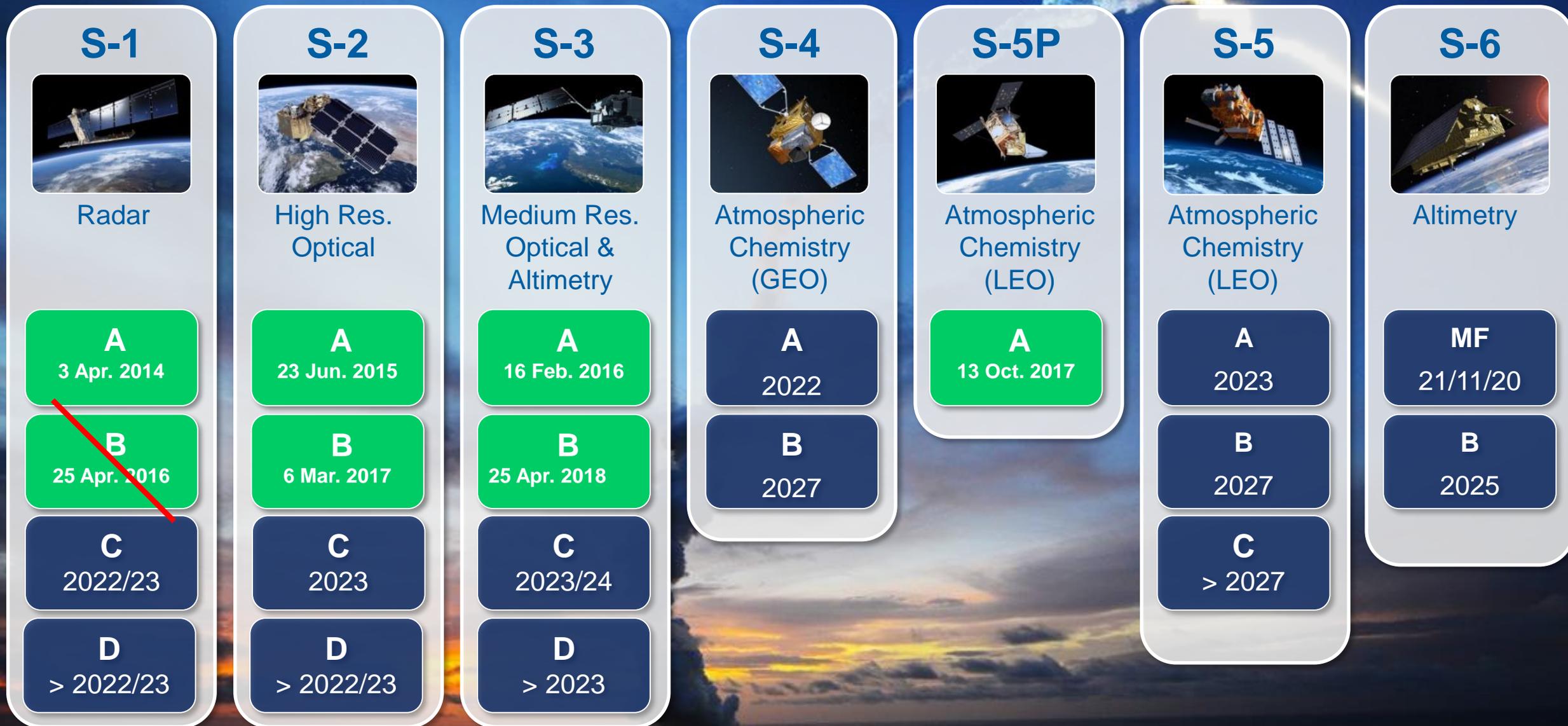


S3NG Topo : forte implication Fr dans MAG, trade-off imposé entre constellation large fauchée et constellation 12 «mini Altika. CNES en support ESA pour performance

S6NG , S2NG, S3NG

CRISTAL, CIMR, LSTM

Copernicus: Calendrier des Sentinelles actuelles



- **Programmation** à la demande et données payantes

- **SPOT6/7 2012-14 Privé**

- Résolution : 1,5 m en panchro
- Emprise image : 60 km x 60 km

- **PLEIADES 1A/1B 2011-2025 DSP**

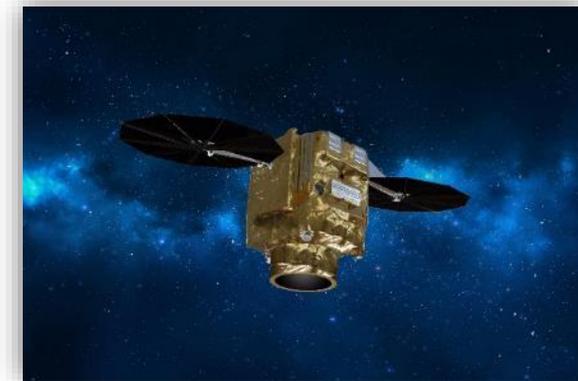
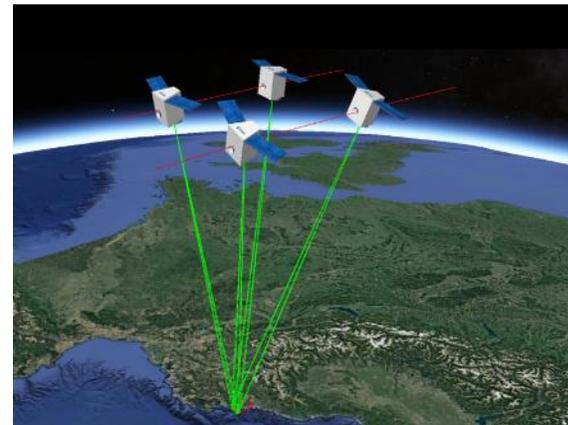
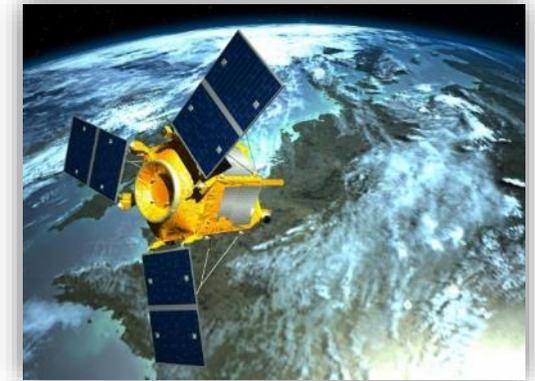
- Résolution : 70 cm en panchro
- Fauchée : 20 km

- **PLEIADES-NEO (2+2 satellites) 2021 Privé**

- Résolution : 30cm en panchro
- Fauchée : 14 km

- **CO3D (4 satellites) 2024 PPP**

- Résolution : 50cm R/V/B/PIR
- Précision hauteur: 1m
- Fauchée <10km



Missions « P0 »

- ❖ **TRISHNA en phase B/C/D: mars 2020 (ISRO)**
- ❖ **SKIM => STREAM EE1=>ODYSEA phase A NASA**
- ❖ **AOS: phase A en cours (NASA/JAXA)**
- ❖ **MARVEL: phase 0 en cours (ESA/NASA)**
- ❖ ~~C3IEL: phase A (ISA)~~
- ❖ ~~ULID / SMOS-Next: phase A (Chine)~~
- ❖ **Nanomagsat => phase A SCOUT (ESA)?**

Autres missions « SPS »

- ❖ **SMASH (phase A CNES) (FR2030?)**
- ❖ **WISA (phase A CNES/ESA) => **S3NGTOPO****
- ❖ ~~QSAT (lidar vapeur d'eau, candidat EE11 à ESA)~~
- ❖ **Phases A (hyperspectral, Sentinel HR)?**



Un rendez-vous de fréquence quinquennale avec la Science

SÉMINAIRE DE PROSPECTIVE SCIENTIFIQUE
www.sps2019.com

Appel à idées **225**

15 groupes de travail

300 participants

1 séminaire de restitution

1 rapport de prospective scientifique

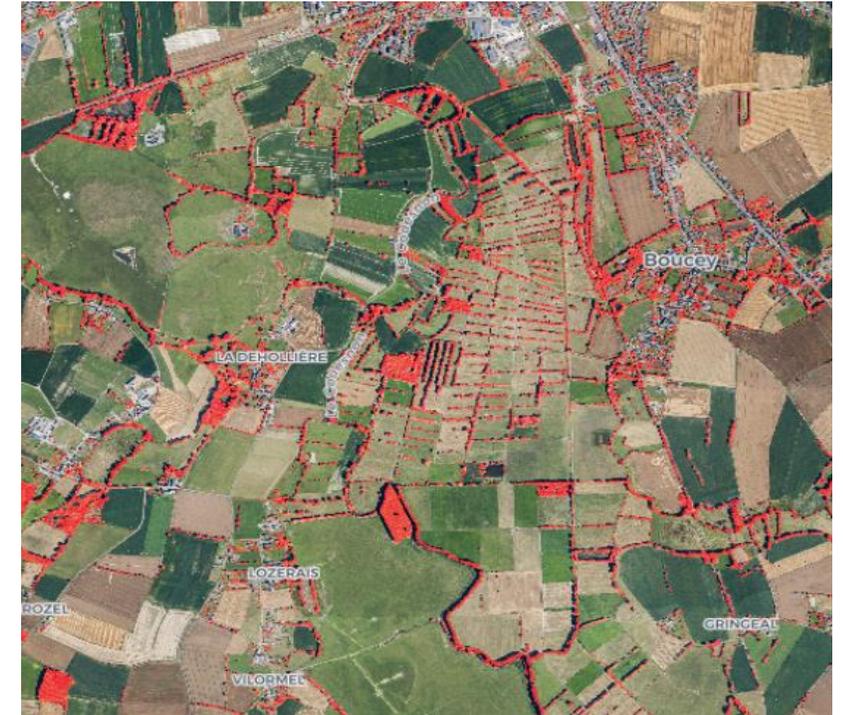
Le Havre, 8 > 10 octobre 2019

Copernicus

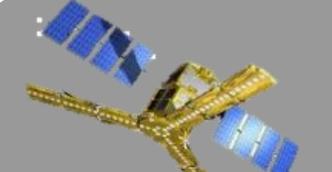
- ❖ Position française à l'ESA (CMIN 11/2022)

Sentinel-HR: caractéristiques proposées (Olivier.Hagolle)

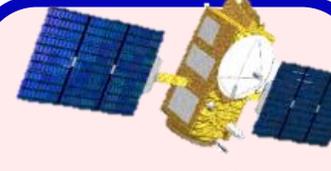
- Résolution : 1 m à 2.5 m
- Revisite : ~ 20j avec angles constants
 - à combiner avec Sentinel-2 pour une meilleure revisite
- Couverture : systématique et mondiale (terres émergées et côtes, 5.9 M km² / jour)
- Bandes : 4 bandes minimum
- Stéréoscopie : précision < 4 m dans 90% des cas (CE90)
 - Détection de coupes forestières
 - Nouveaux bâtiments d'un étage
 - Variation de hauteur des glaciers en pluri-annuel
- Durée de vie: long terme (7 ans ou plus)
- Données : libres et gratuites
- Produits : Niveau ARD similaire à S2
 - tuilage sur grille commune, corrections atmosphériques, nuages
- Synergies : Fusion/Hybridation avec S2 (Faisabilité à partir de CO3D)
 - pour bénéficier de la revisite fréquente ET de la haute résolution



Le bilan hydrique et ses observables satellitaires



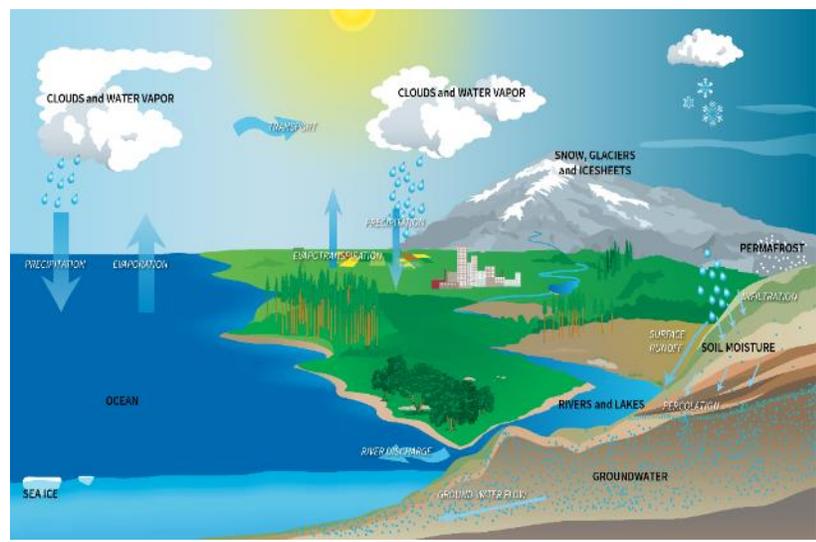
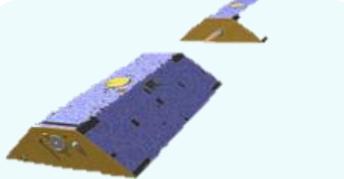
SMOS, SMAP,
AMSR-E, SSMI



Jason, S3
Saral Altika
SWOT, S1

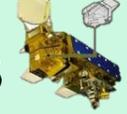
Ground
water

$$\frac{dS_{SM}}{dt} + \frac{dS_{SW}}{dt} + \frac{dS_{GW}}{dt} = P - E - Q$$

GRACE,
GRACE-FO
Marvel

GPM,
Megha-Tropiques
AOS



S2/S3
Landsat, Venüs
TRISHNA
2025



Jason, S3
Saral Altika
SWOT
2022



Mission CNES/ISA lancée le 01/08/2017

Monitoring de la végétation VM1 (720km, 5m, 2 j)

depuis mars 2022 VM5 (560km, 4m, 1j)

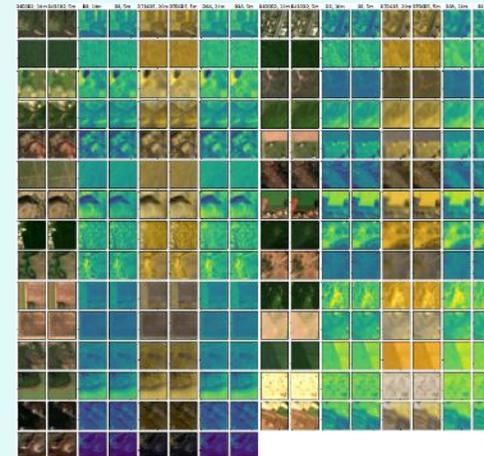
Diffusion des premiers niveaux d'ici fin septembre 2022

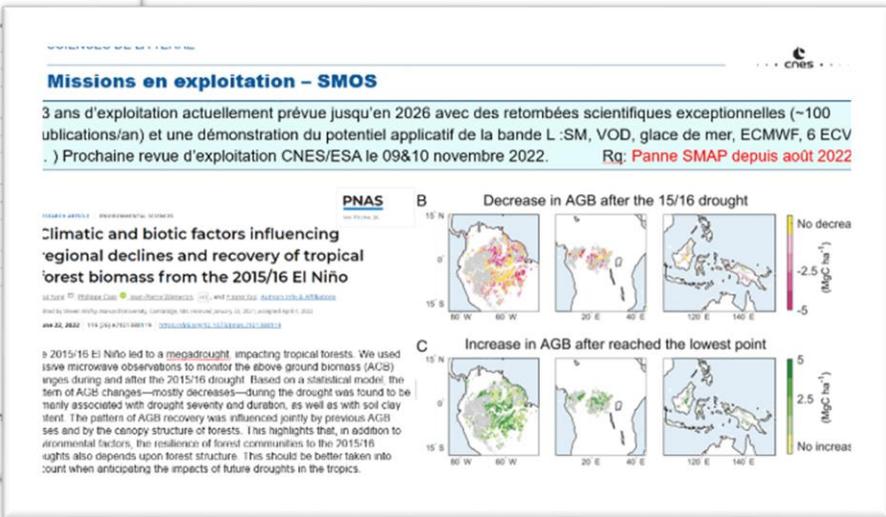
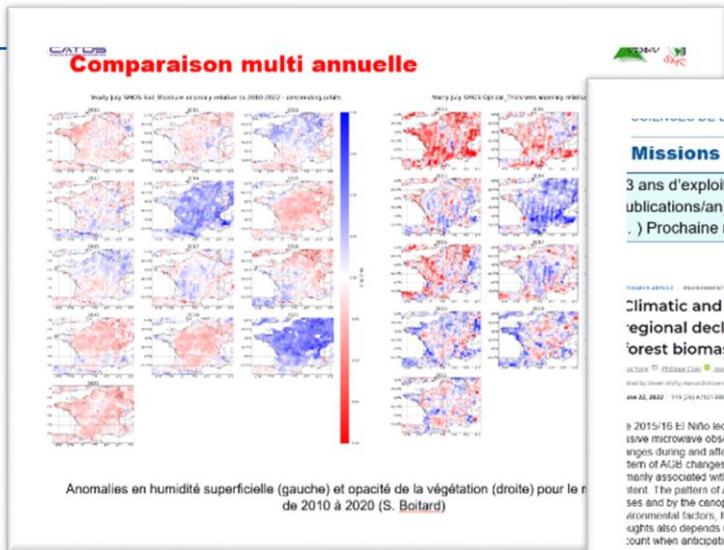
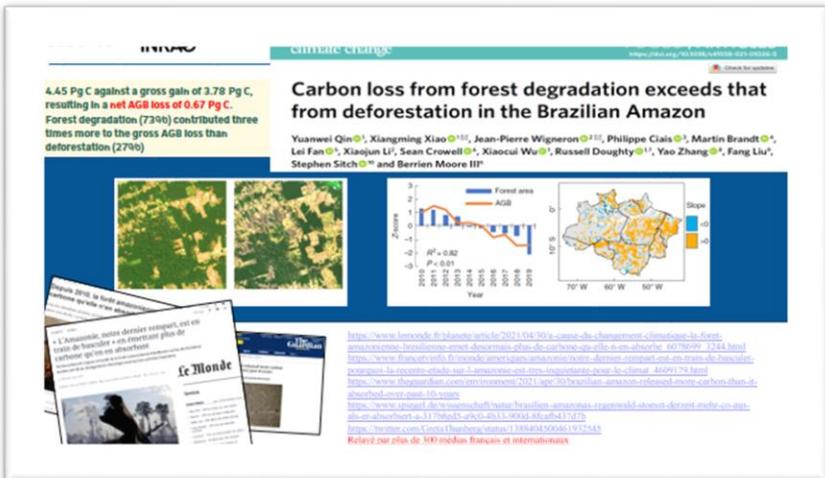
ITT VM5: 105 sites retenus en VM5 dont 25 côtiers



Transformation des données S2 à 5m par combinaison avec des données Venus. SEN2VENµS, a dataset for the training of Sentinel-2 super-resolution algorithms (1.0.0) Julien Michel, Juan Vinasco-Salinas, Jordi Inglada, & Olivier Hagolle. (2022).

Data 2022, 7, 96. <https://doi.org/10.3390/data7070096>
[Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6514159>



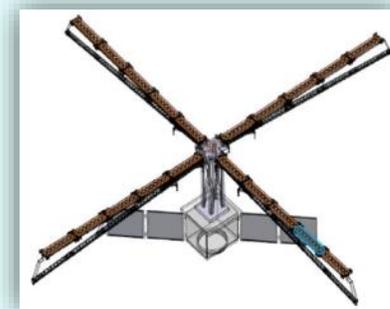


• Juillet 2022: **Revue de fin de phase A SMOS HR** de résolution 10-15 km avec perfo radiom. équivalente à SMOS, traitement RFI à bord.

- ADS/CNES/CESBIO conclu à la faisabilité du concept à
- Résolution ~5km envisageable avec concept multi satellites (pas nano)
- Recommandations internes de poursuivre:

- étude de l'implantation des antennes sur un segment de bras, avec réalisation d'une maquette (dans un cadre phase A déjà prévu initialement),

- Accompagnement Scientifique ~continue jusqu'en 2026, suites (EE12, LI open 02/22, LI soumission fin 05/22, choix esa fin 2023, selec PB EO 02/24...)



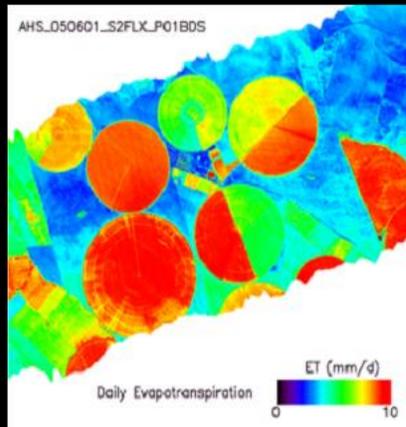
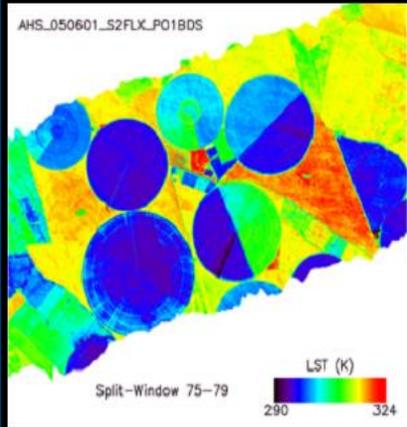


Artist's impression of the Trishna satellite - © CNES/ISRO

Thermal infrared Imaging Satellite for High resolution Natural resource Assessment

Mission objectives :
Science and applications

Ground surface temperature and daily evapotranspiration



**Launch scheduled
2025**



2 principal thematic issues

Agriculture & Coastal Hydrology

+ Urban, Cryosphere, Atmospher, Solid Earth



- **Global TIR. Optical imagery @ 57 m resolution for continental and coastal areas.**
- **3 Global acquisitions per 8 days period**

- Indo-French^(*) science mission group, synergies Under development with **SBG (NASA)**, **LSTM (ESA)** science & application teams, + other European contributors
- **Scientifique meeting 2022 Toulouse & CIO Q1 2023**



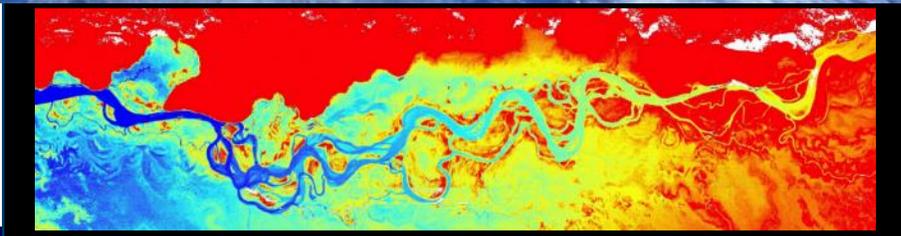
SWOT



Surface Water Ocean Topography



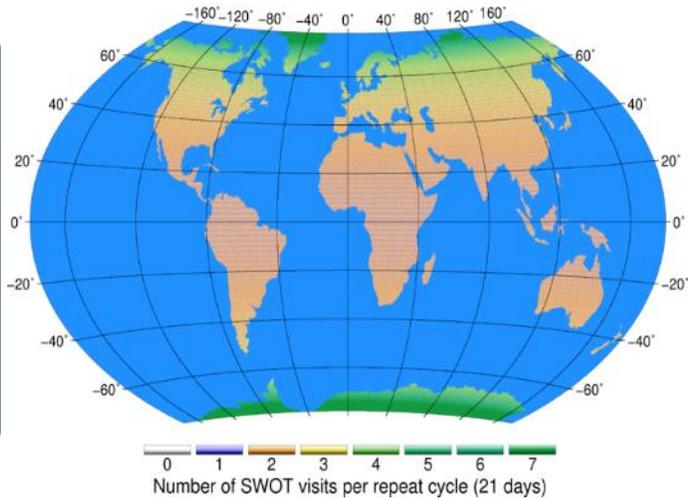
Lancement prévu
5-15 décembre 2022



1er inventaire global des surfaces en eau /continents

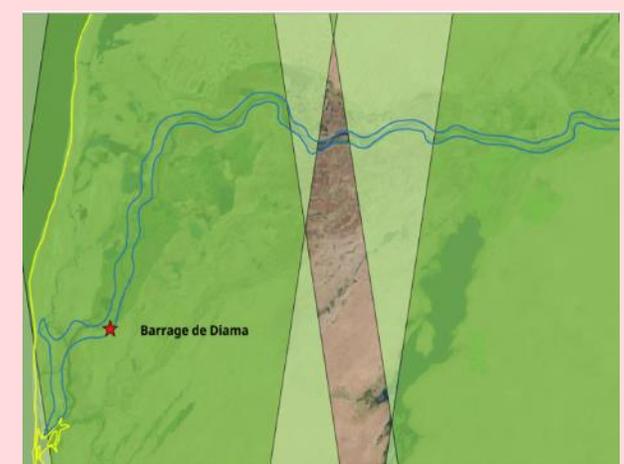
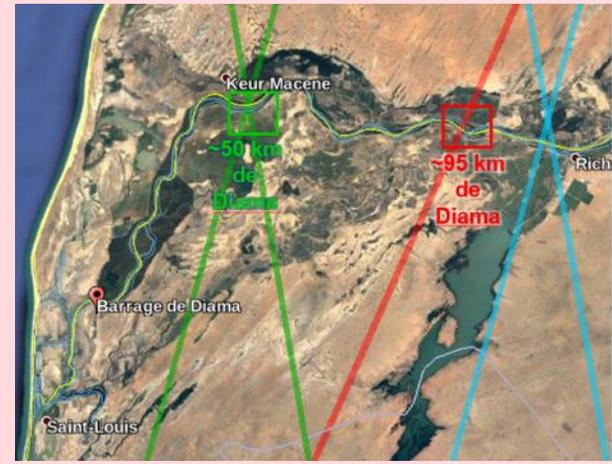
Rivières >100m & Lacs >250m

- ➔ Stock Global & regional (10cm de précision)
- ➔ Débits des rivières Global & reg.

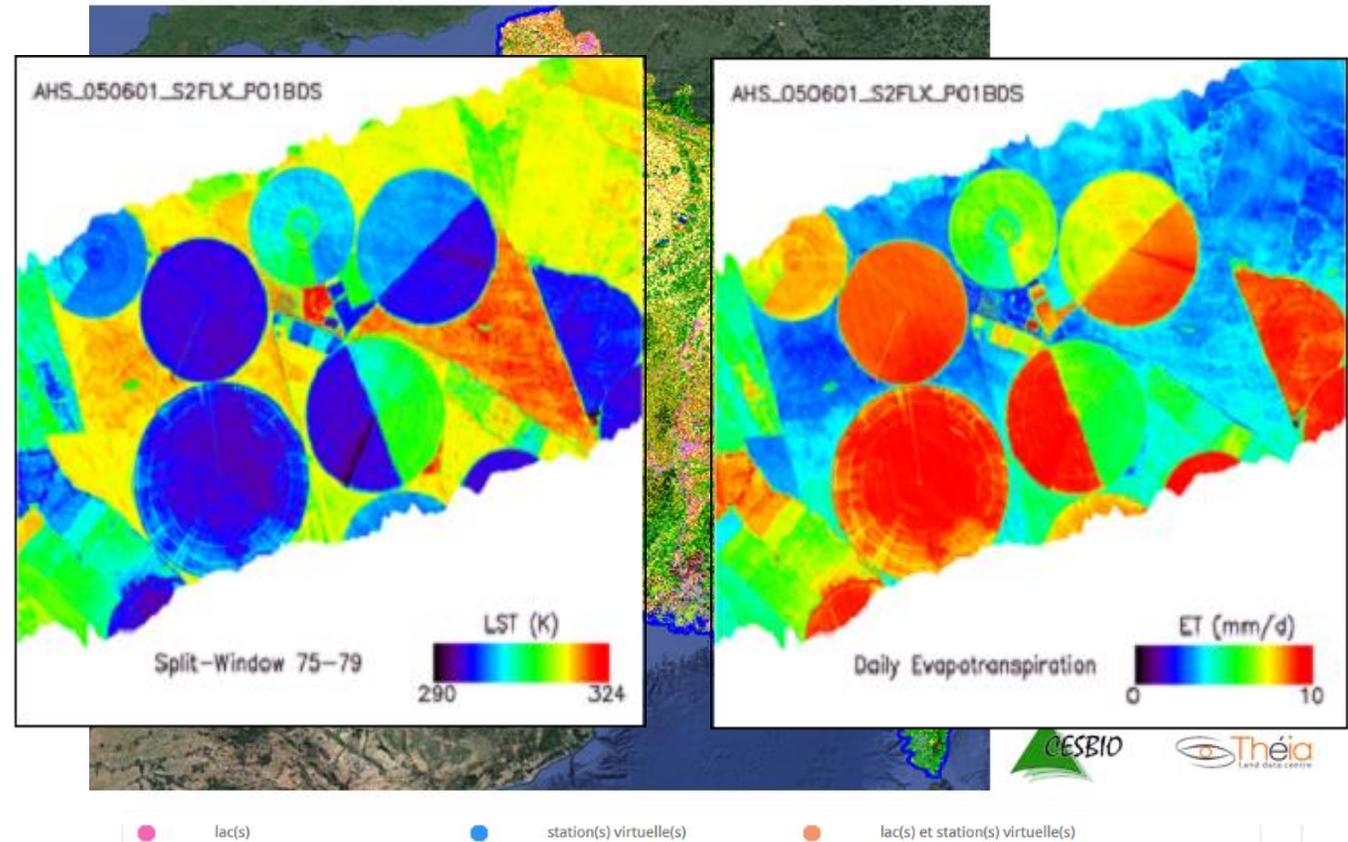
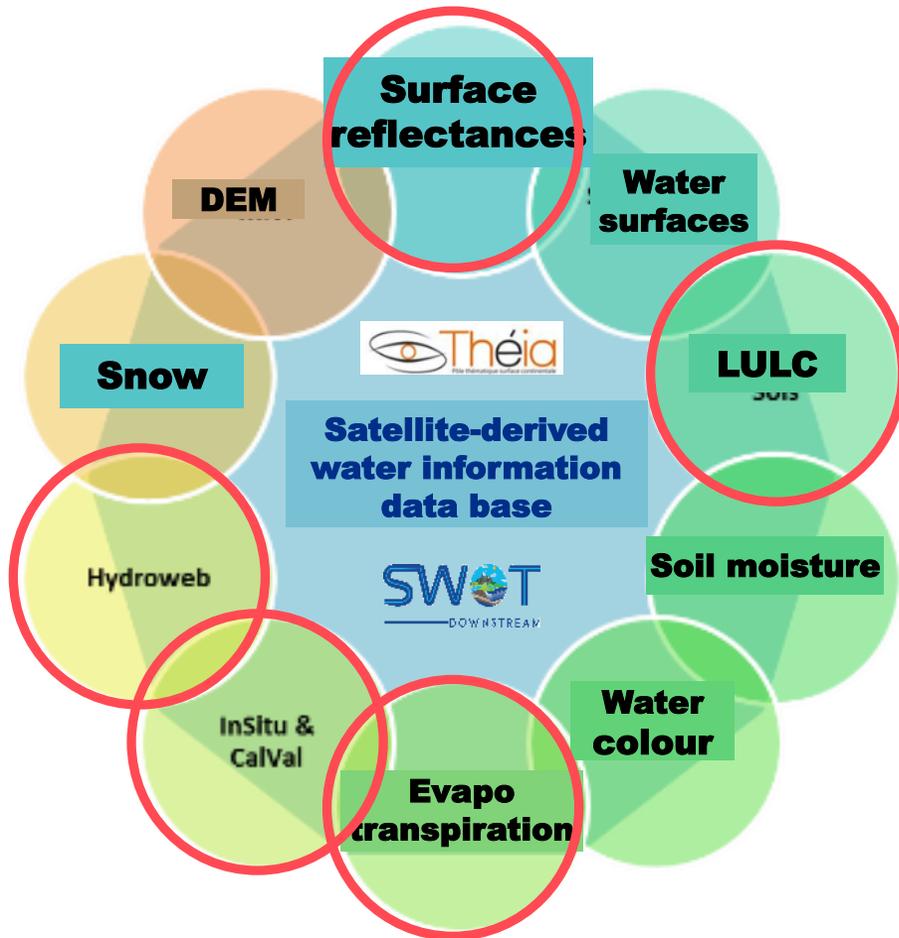


Sénégal avec Jason3 & S3 A/B

SWOT avec 2 obs ou 1 obs / 21jours



- ❑ Infrastructures for Data and Services (IDS) : CNES, GEOSUD, IGN
- ❑ More than 20 Scientific Expertise Centers (SEC)
- ❑ Regional network coordination between SEC and stakeholders



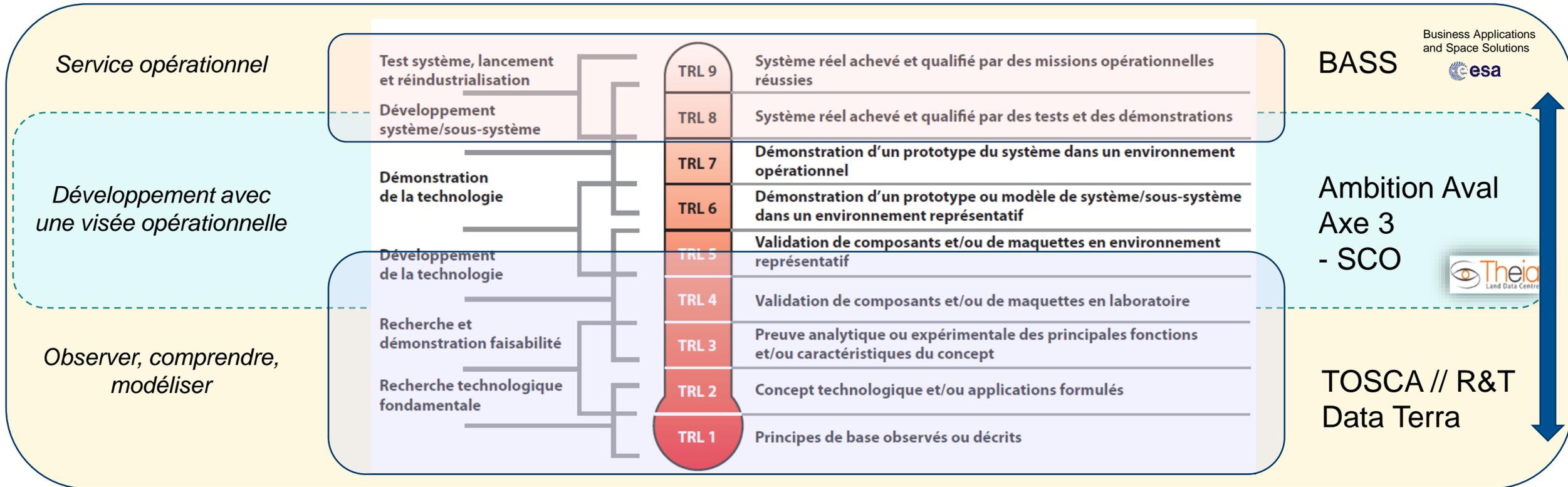
TOSCA : enrichir la connaissance scientifique (programme scientifique)

R&T : développer des briques technologiques (programme technologique)

BASS : accompagner une application de la démonstration à l'opérationnel, business model associé (programme orienté Business)

Ambition Aval - Axe #3 : faire émerger des applications scientifiques et technologiques basées sur de la donnée spatiale à visée opérationnelle

SCO : accompagner des projets d'application pour étudier et anticiper les impacts du changement climatique à l'échelle locale



- **Rôle structurant de Theia et dataterra**
- CNES un partenaire avec stratégie dépendant **comme Theia**
 - des Infrastructures Spatiales et sol
 - de la Recherche
 - du transfert vers les usages
- Quelques outils Structurants
 - APR TOSCA est un des outils disponibles.
remarque **Peu de propositions sur l'Agriculture** (idem sur Vénus).
 - Financements Thèses (~3/ans) et cofinancement postdoc (~3/an)
 - Les projets plus en aval (TRISHNA AVAL, SCO, ...) sont normalement dédiés aux TRL élevés.
- INRAE est très impliquée sur les futures missions SWOT et TRISHNA, très structurantes pour la recherche et les applications qui en découlent . (Theia, Joint Science Teams, CIO,...)





Merci

CNES.FR



2022 - 2023	Début	Fin
PhD : Appel à Sujets 2023	3/10/22	28/10/22
JC1 : Journées Jeunes Chercheurs au CST	10/10/22	11/10/22
JC2 : Journées Jeunes Chercheurs Cité Espace	12/10/22	14/10/22
PhD : Analyse sujets 2023 (toutes directions)	8/11/22	8/11/22
PhD : Evaluation sujets comités Adhoc	8/11/22	1/12/22
APR : Fourniture Rapports	30/11/22	30/11/22
PhD : Retour sélection sujets 2023	1/12/22	1/12/22
PhD : Commission Sélection Sujets 2023	9/12/22	9/12/22
PhD : Appel à candidatures	1/02/23	16/03/23
APR : Appel à propositions de Recherche	13/02/23	6/04/23
PhD : Evaluation des candidatures	17/03/23	22/05/23
PhD : Commission Sélection Candidats	01/06/23	01/06/23