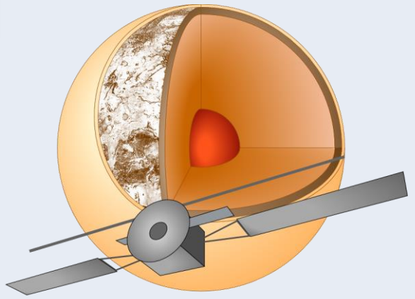
Retour sur la phase A du projet VenSpec-U à bord de la mission ESA EnVision

16 novembre 2021

VenSpec-U / VeSUV

Venus Spectroscopy in UltraViolet



EnVision

Europe's Revolutionary Mission to Venus

Agenda

> La mission EnVision

> L'instrument VenSpec-U

> Le projet en phase A

> Conclusion

La mission EnVision

LATMOS

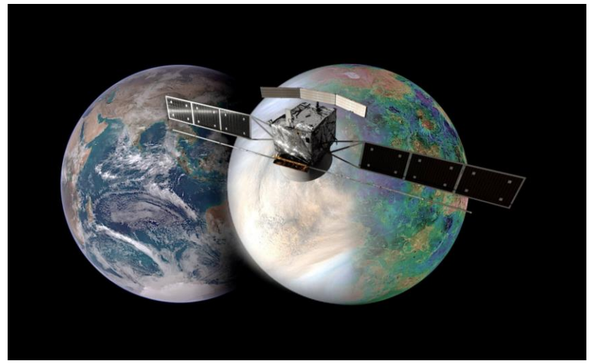
Objectifs de la mission

> Vénus est une planète très semblable à la Terre : distance au soleil, taille, masse…

> MAIS… elle est particulièrement inhospitalière

  > 90 bars et 450°C à la surface

  > Durée du jour : 243 jours terrestres



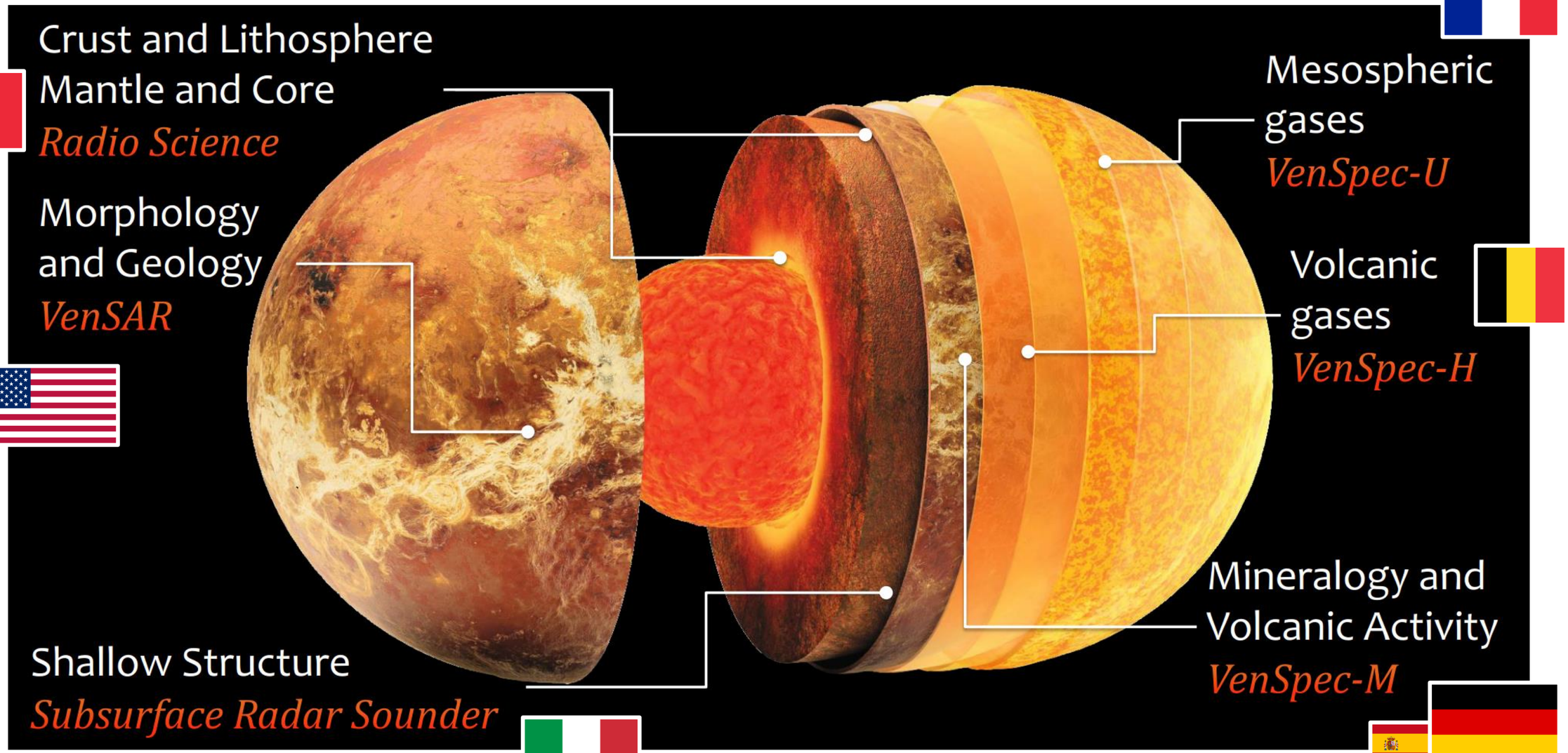
> **Objectif : comprendre pourquoi Vénus est si différente de la Terre**

  > **Histoire :** comment la surface et l'intérieur de la planète ont évolué ?

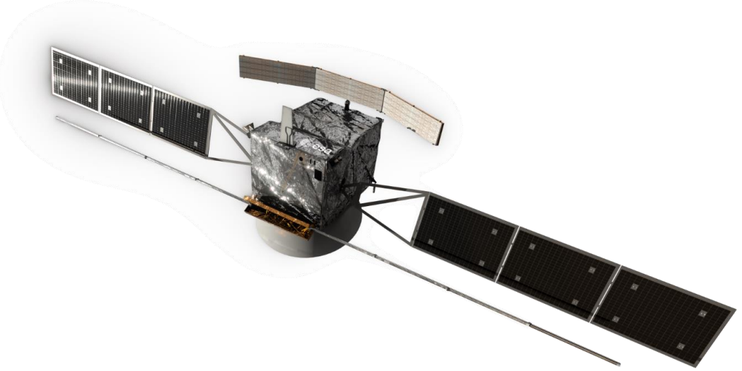
  > **Activité :** comment la planète est-elle géologiquement active aujourd'hui ?

  > **Climat :** comment les processus géologiques jouent sur son atmosphère et son climat ?

Charge utile



Concept de la mission



> **Lancement :** entre mai 2031 et mai 2032

> **Arrivée autour de Vénus :** T0 + 15 mois

> **Phase d'aérofreinage :** 15 mois

> **Début des observations scientifiques :** T0 + 30 mois

  > **Orbite polaire de période :** 94' **et d'altitude :** 220-527 km

> **Durée nominale de la mission scientifique :** 6 cycles vénusiens (~4 années terrestres)

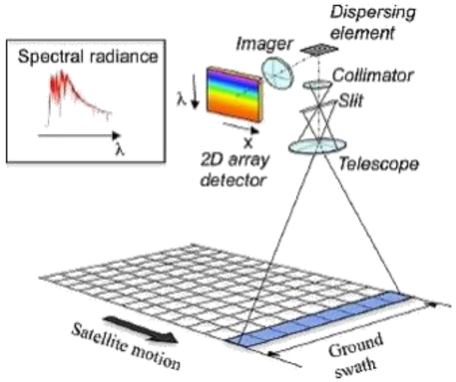
L'instrument VenSpec-U (alias VeSUV)

LATMOS

Objectifs scientifiques

- **Rechercher des effets atmosphériques de l'activité géologique de Vénus**
  - Quantification de l'émission de SO et SO2 depuis la surface
  - Etude du couplage entre la chimie atmosphérique, la géochimie de surface / sous-surface et l'érosion
- **Comprendre la variabilité de la composition mésosphérique en SO et SO2 et la manière dont elle est reliée aux processus géologiques et, le cas échéant, volcaniques (détection de panaches)**
  - Cartographie de SO et SO2 dans la mésosphère (entre 65 et 75 km d'altitude)
  - Cartographie des propriétés des nuages supérieurs et leurs variations
- **<u>Type de mesure :</u> spectrographie de la lumière solaire rétro-diffusée par l'atmosphère**

Mesure & Concept opérationnel

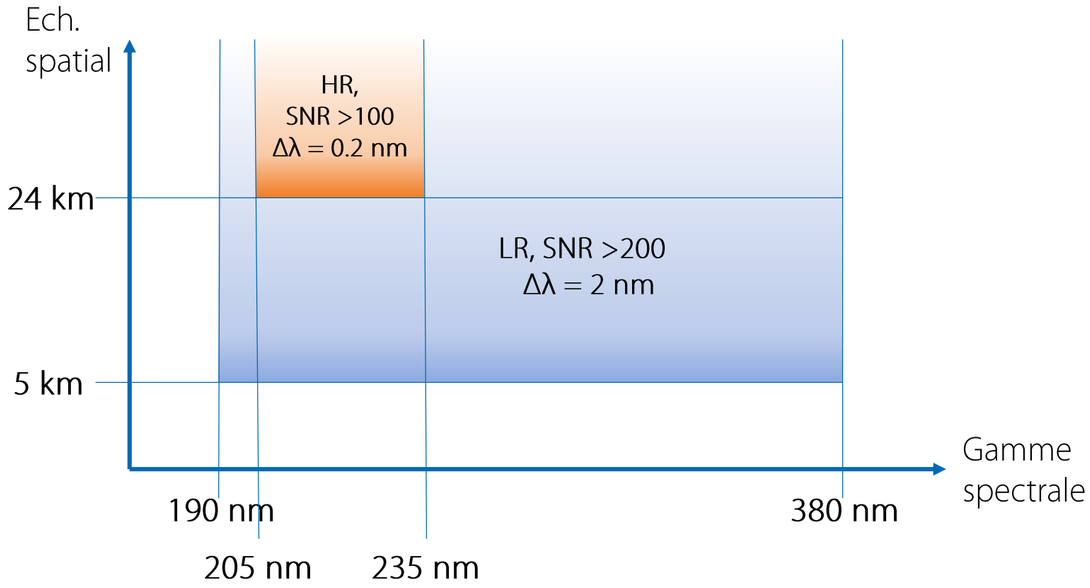


> **Double spectromètre-imageur UV**

à détecteur partagé

> **Canal « HR »** à haute résolution spectrale

> **Canal « LR »** à basse résolution spectrale



> Fonctionnement **« pushbroom »**

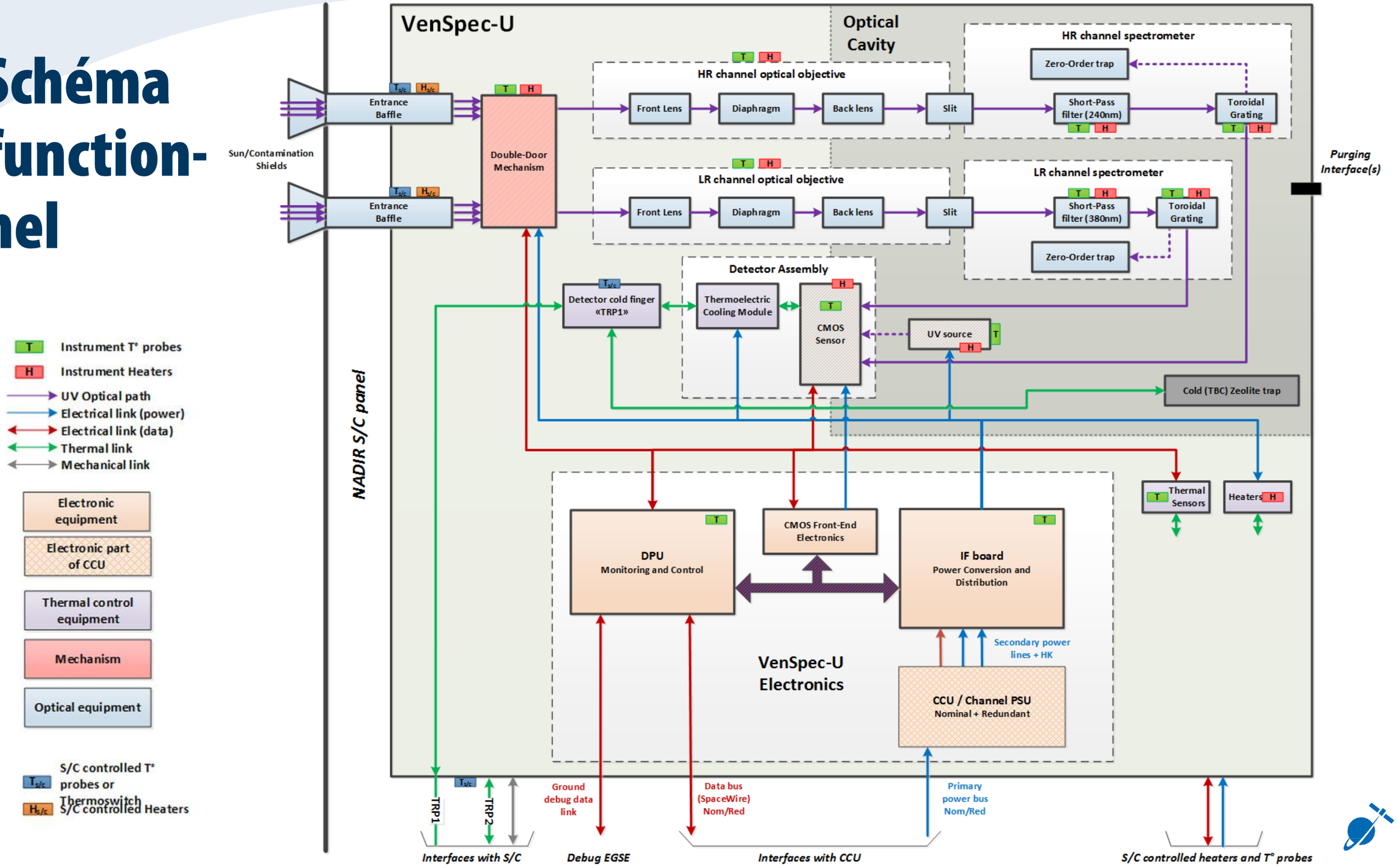
> Observation au **nadir**, **côté jour**, sur au moins **4 observations consécutives** sur la même plage de latitude

> **Couverture > 60 %**

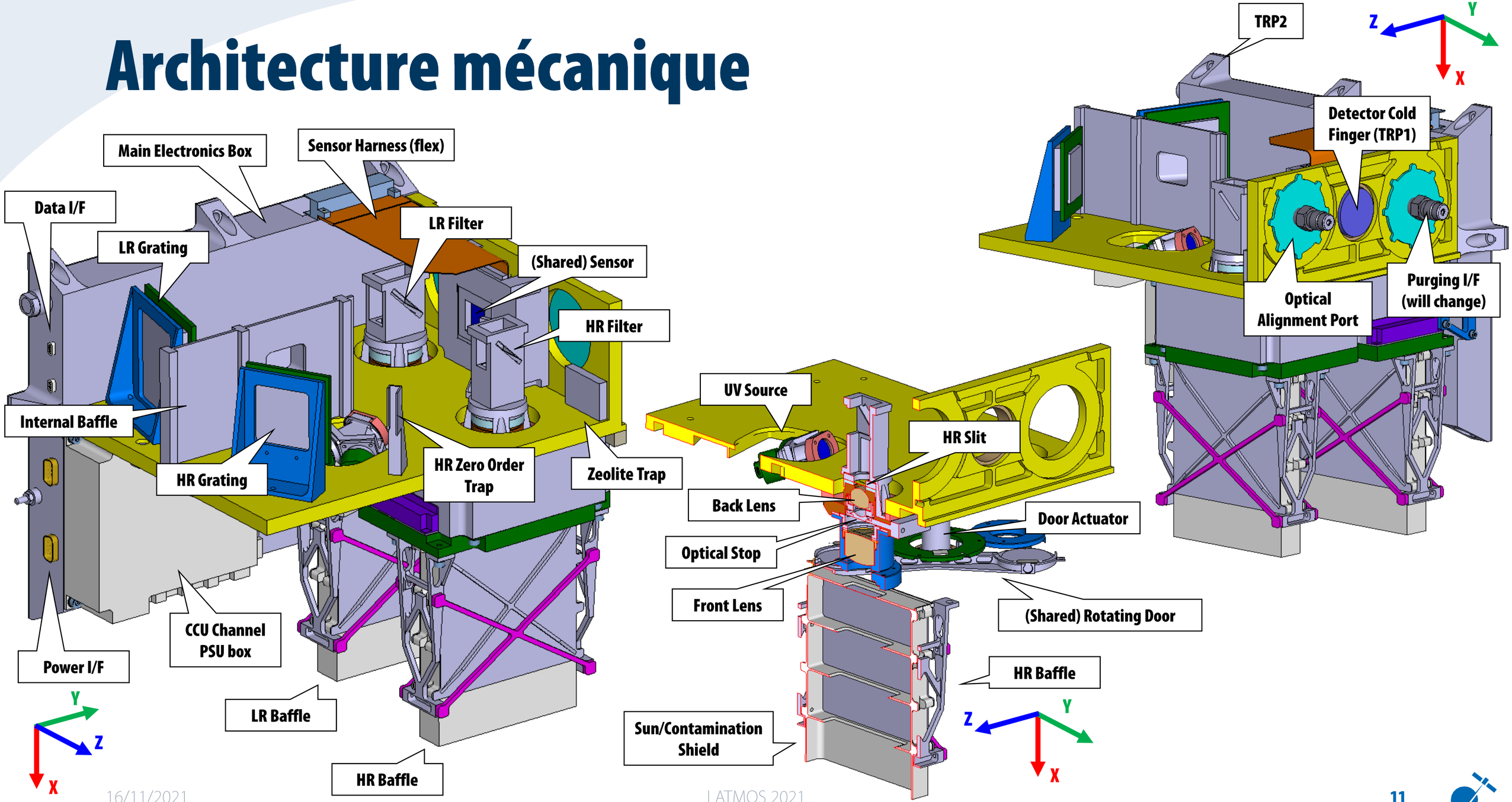
> Ligne de visée et champs de vue identique pour les deux canaux de **22,5°**

> **Fonctionnement simultané des deux canaux**

Schéma function-nel



Architecture mécanique



Budgets techniques

> Masse

- > CBE = 5567 g
- > CBE = 6710 g avec marge = 20%
- > Allocation : 6817 g

> Volume

- > CBE = 300 x 304 x 247
- > Allocation : 300 x 305 x 276

> Puissance

- > Observation de Venus
  - > CBE = 10 W,
  - > CBE = 12W avec marge 20%
  - > Allocation : 16 W en moyenne

> Télémétrie

- > Observation en haute résolution :

  1354 Mbit (incl. 30% marge), sans compression
- > Allocation : maximum 936 Mbit par orbite

Retour sur le projet en phase A

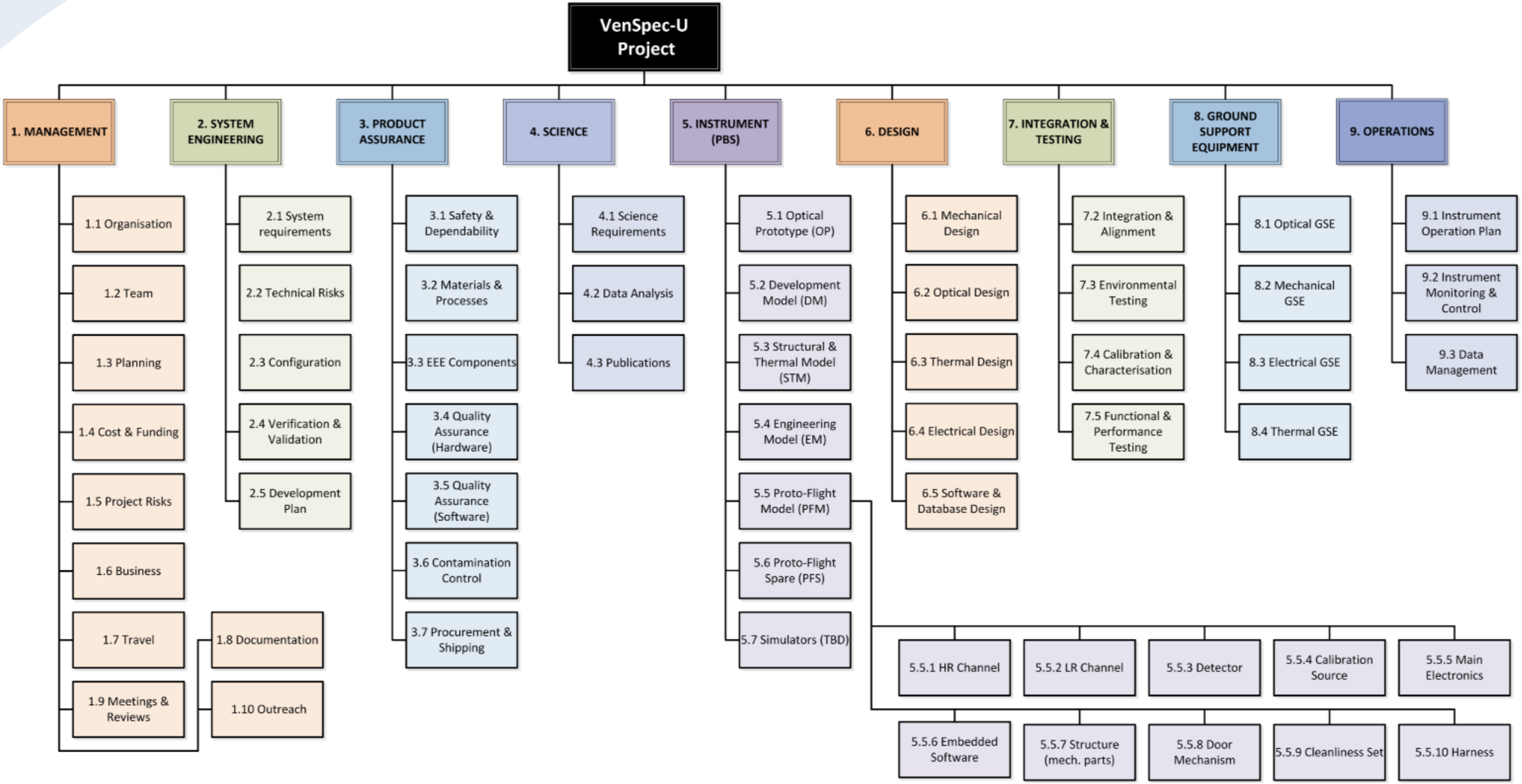
Contexte général de la phase A

> **Appel d'offre ESA pour la cinquième mission de classe M (~500 M€)**
  > **2016 :** Dépôt d'une douzaine de missions candidates
  > **Mai 2018 :** Pré-sélection des missions THESEUS, SPICA et EnVision
  > **2019-2020 :** Analyse de faisabilité pour chaque mission
  > **Mars-Avril 2020 :** Revue (ESA) de consolidation de chaque mission (MCR)
  > **Février-Avril 2021 :** Revue (ESA) de sélection de chaque mission (MSR)

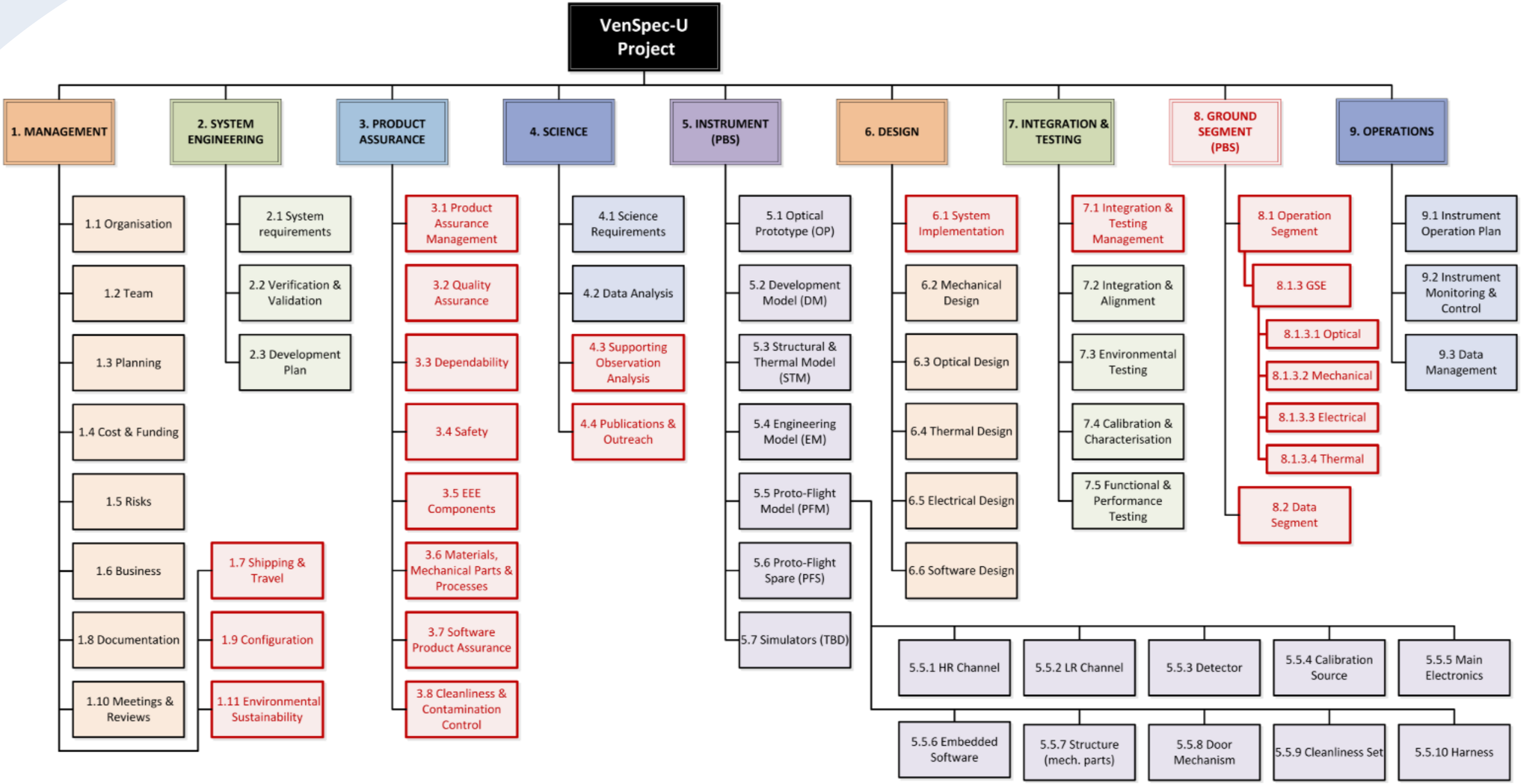
> **Objectif « TRL 4-5 à la MSR »**

> **Objectifs pour le laboratoire**
  1. Développer des compétences
  2. Maturer des technologies
  3. Faire sélectionner le projet

Structuration en lots de taches (Phase A)



Structuration en lots de taches (Phase B)



Organigramme (1/2)

Steering Commitee

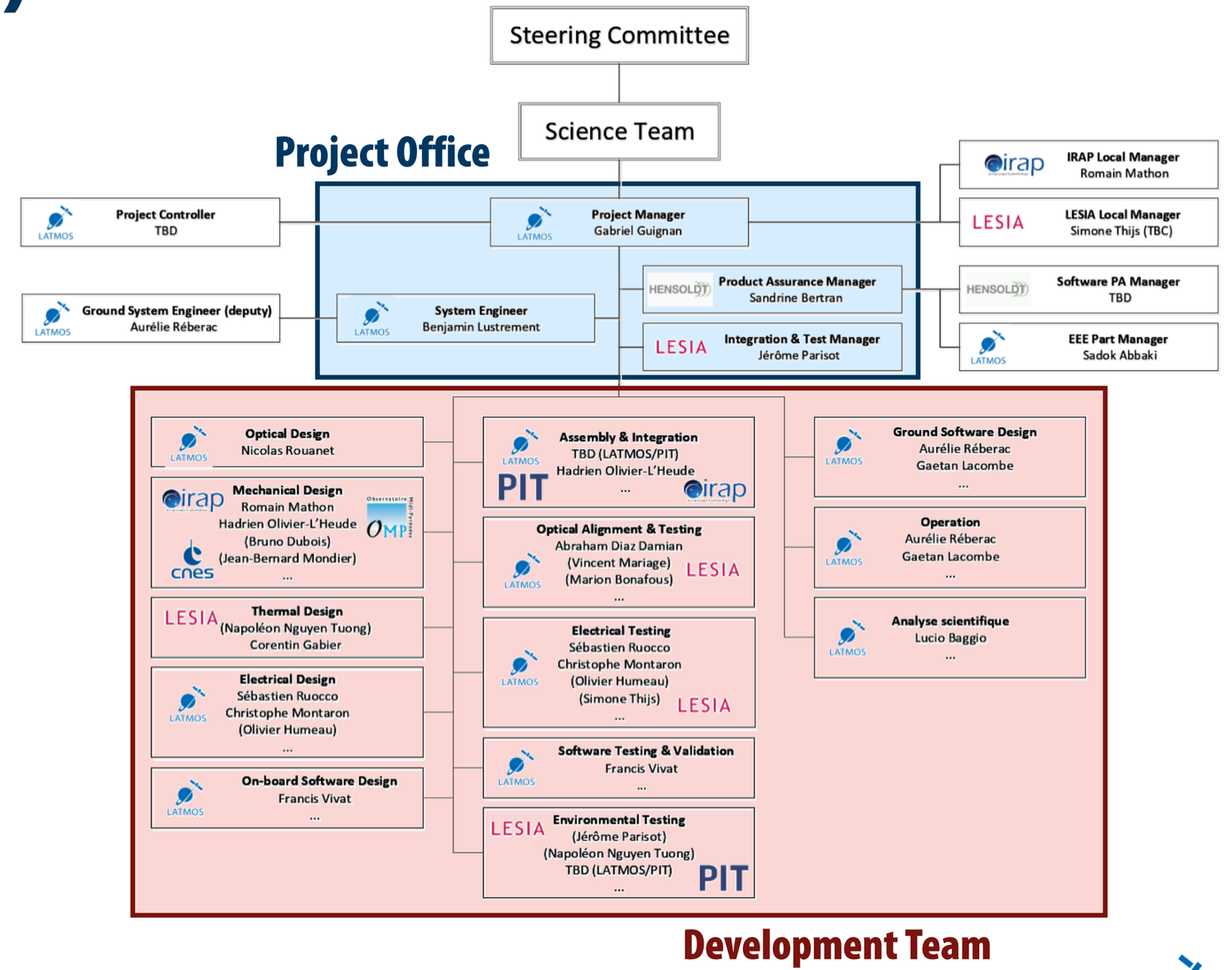
- **LATMOS Head** — François Ravetta
- **CNES EnVision Project Manager** — TBD
- **IRAP Head** — Philippe Louarn
- **LESIA Head** — Vincent Coudé du Foresto
- **Principal Investigator (rapporteur)** — Emmanuel Marcq
- **Project Manager (rapporteur)** — Gabriel Guignan

Science Team

- **Principal Investigator** — Emmanuel Marcq
- **Co-Principal Investigators** — Jérémie Lasue, Sandrine Vinatier
- **Instrument Scientist** — Franck Montmessin
- **Co-Investigators** (definition in progress, refer to Emmanuel's presentation)

Project Office

Development Team



Organigramme (2/2)

> **Taille de l'équipe :** 12 personne.an réparties entre mi-2018 et fin 2020

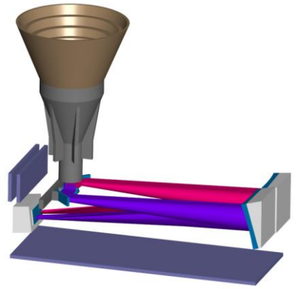
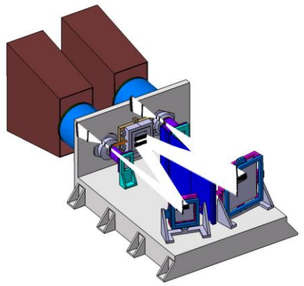
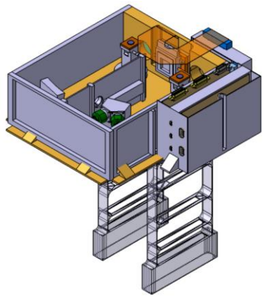
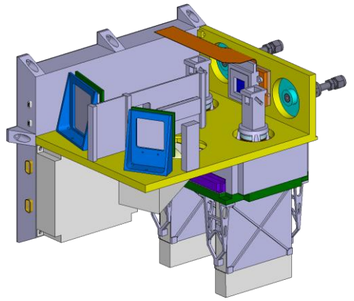
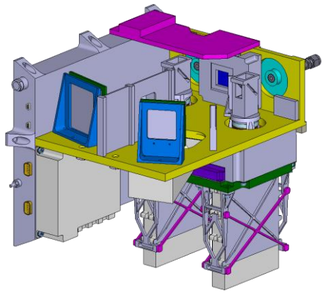
> **Nomination d'« architectes-métiers » (responsable de lot de tâches)**

  > Définir et coordonner les activités de son domaine (réalisation en interne, gestion des prestataires, etc.)

  > Coordonner la documentation des activités menées

> **En phase A :** manque de délégation de responsabilité aux architectes-métiers

Evolution du concept instrumental (1/3)

	« FM-0 » @ MDR (Nov. 2018)	« FM-A1 » (May 2019)	« FM-A2 » @ MCR (Nov. 2019)	« FM-A3 » (July 2020)	« FM-A4 » @ MSR (Feb. 2021)
					
Instrument type	Double UV spectral imager	Double UV spectral imager	Double UV spectral imager	Double UV spectral imager	Double UV spectral imager
HR channel	210 – 240 nm @ 0.2 nm SNR > 100	**190** – 240 nm @ 0.2 nm SNR > 100	190 – 240 nm @ 0.2 nm SNR > 100	**205 – 235** nm @ 0.2 nm SNR > 100	205 – 235 nm @ 0.2 nm SNR > 100
LR channel	190 – 380 nm @ 1.5 nm SNR > 200	190 – 380 nm @ **2** nm SNR > 200	190 – 380 nm @ 2 nm SNR > 200	190 – 380 nm @ 2 nm SNR > 200	190 – 380 nm @ 2 nm SNR > 200
Spatial resolution	12 (HR) / 3 (LR) km	12 (HR) / 3 (LR) km	12 (HR) / 3 (LR) km	**12-24** (HR) / **3-5** (LR) km	12-24 (HR) / 3-5 (LR) km
Field of view	22.5°	22.5°	22.5°	22.5°	22.5°
Mass	5.2 kg	**6.7** kg	**6.8** kg	6.8 kg	6.8 kg
Power	4.8 - 14.4 W	4.8 - 14.4 W	4.8 - 14.4 W	**6.5 - 16.3** W	**7.4 – 17.4** W
Data volume	~0.5 Gbit/orbite	~0.5 Gbit/orbite	**~0,7** Gbit/orbite	~0,7 Gbit/orbite	~0,7 Gbit/orbite
Architecture (main facts)	Shared sensor and objective 3D optical configuration	Shared sensor **Separated objectives** **Plane** optical configuration	Shared sensor Separated objectives **L-shaped** optical configuration	No optical layout change **Mechanical/Thermal P/F interface change** **CCU implementation**	**Design global consolidation** **Structure stiffening**

Mass budgets incl. 20% to 30% margin (depending on the configuration), Power budgets incl. 20% margin, Data volume budget not really comparable here (hypotheses change)

Evolution du concept instrumental (2/3)

> **Utilisation au quotidien du principe des “configurations”**

> **Qu’est-ce qu’une « configuration » ?**

Un ensemble de spécifications instrumentales correspondant à un modèle (STM, FM…)

+ une solution cohérente globalement

+ la documentation associée (définition, fabrication, etc.)

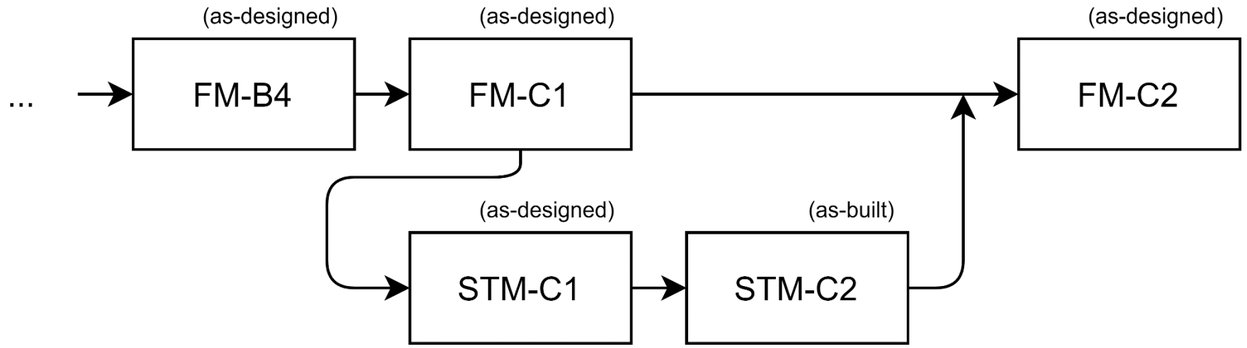
> Nommage explicite des configurations subalternes dans la philosophie de modèle et liens entre configurations

> **Exemples**

> **En phase A**

Quatre configurations (as-designed) FM-A1 à FM-A4 + une configuration (as-built) OP-A1 + une configuration (as-built) DM-A1

> **En phase C**



Evolution du concept instrumental (3/3)

- **Avantages**
  - Meilleure structuration du plan de développement (tant pour les configurations « as-designed » que « as-built »)
  - Bonne réception par l'équipe
  - Motivation des personnes qui voient des « produits finis » intermédiaires
  - Meilleure capacité à communiquer
  - Répartition du travail de documentation sur la durée
- **Inconvénients**
  - Travail supplémentaire pour établir formellement chaque configuration
  - Risque de « se retrouver dans l'itératif » quand il faut approfondir
  - Pas toujours simple de phaser le rythme de sortie des configurations avec les besoins aux interfaces (ESA/Prime)

Activités de maturation (1/2)

> Caractériser optiquement un détecteur envisageable pour l'instrument

> Faire développer un détecteur sur mesure pour gagner en performance

> Caractériser optiquement des filtres possibles pour la réjection de la lumière visible et réaliser un benchmark de performance entre deux fournisseurs

> Réaliser l'objectif d'entrée, le caractériser et valider ses performances

> Réaliser des essais d'environnement sur les traitements optiques des filtres et des lentilles

> Réaliser la source interne d'étalonnage et maturer le principe d'étalonnage associé

> Développer un banc d'interface pour évaluer la capacité d'un FPGA NanoXplore à piloter le détecteur de l'instrument

> Réaliser un des baffles de l'instrument et valider ses performances

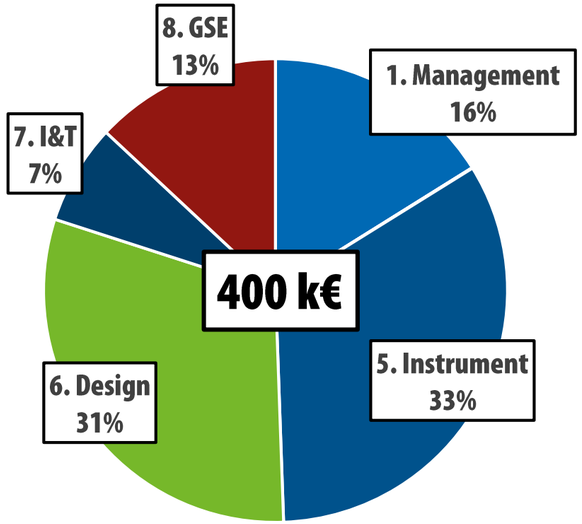
Activités de maturation (1/2)

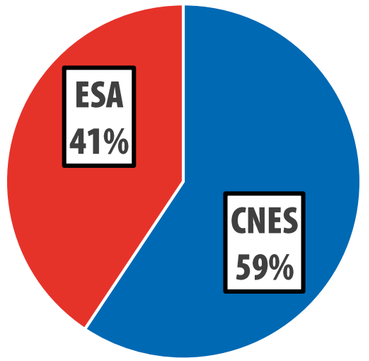
- Caractériser optiquement un détecteur envisageable pour l'instrument
- Faire développer un détecteur sur mesure pour gagner en performance
- Caractériser optiquement des filtres possibles pour la réjection de la lumière visible et réaliser un benchmark de performance entre deux fournisseurs
- Réaliser l'objectif d'entrée, le caractériser et valider ses performances
- Réaliser des essais d'environnement sur les traitements optiques des filtres et des lentilles
- Réaliser la source interne d'étalonnage et maturer le principe d'étalonnage associé
- Développer un banc d'interface pour évaluer la capacité d'un FPGA NanoXplore à piloter le détecteur de l'instrument
- Réaliser un des baffles de l'instrument et valider ses performances

Activités de maturation (2/2)

- **Plan de développement revu à la baisse** au fil du temps (et d'autant plus avec l'effet covid)
  - **Ne pas prévoir trop de choses !**
- **Attention au niveau d'activité induit par les interactions avec l'ESA :** exigence de maturité technologique (TRL 4-5 à la MSR), définition des exigences d'interfaces très en amont
  - **Ne pas oublier qu'on développe un instrument pour répondre au besoin de la communauté scientifique, pas pour qualifier une technologie ni pour développer la plus optimisée des plateformes satellites…**

Financements & Contractualisation (1/2)





> **Budget de phase A :** ~400 k€

> **Deux sources de financement**

> **Contractualisation du CNRS avec le CNES**

> Marché n°180027/00

> Lot n° 6000028876 « Activités préparatoires et activités de développement et d'exploitation des projets scientifiques spatiaux conjoints qui ne font pas l'objet d'une décision unique de programme de phases B-C-D ou C-D »

> **Contractualisation du CNRS avec l'ESA**

> Contrat basé sur une procédure ESA « EXPRO+ » sans mise en concurrence

> **Supports techniques du CNES et de l'ESA**

Financements (2/2)

> Changement de paradigme : **contribution de l'ESA au financement des instruments spatiaux** et en particulier lors des phase A, que les agences nationales sont toujours un peu réticentes à financer vu qu'elles sont compétitives

/!\ Prise en compte des frais de gestion du CNRS sur ces demandes de financement

> CNES : +8%

> ESA : +20,25% (procédure EXPRO+)

> Arrivée très tardive des financements d'où un début de phase A très compliqué

> **Ne pas hésiter à demander, pour la phase N, un budget couvrant la phase N + le début de la phase N+1**

> **Difficile de gérer un projet avec des sources de financement multiple…**

> Le mieux est (bien sûr) de dépenser administrativement l'argent d'un financement dans ce qu'il est censé financer mais ce n'est pas toujours bien possible en pratique… d'où parfois des nœuds au cerveau…

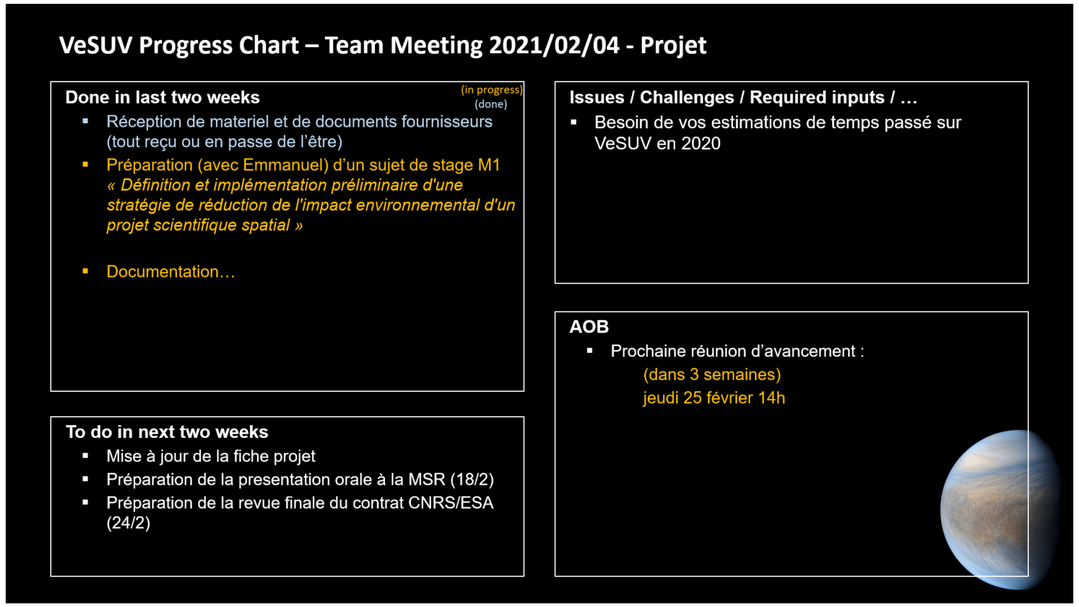
Fonctionnement du projet

> **Points "métier"** toutes les 1 à 3 semaines

> **Réunions d'avancement** toutes les 2 semaines

Avec 1 planche unique et synthétique par personne

- Activités menées et à mener
- Résultats obtenus
- Points durs et besoins

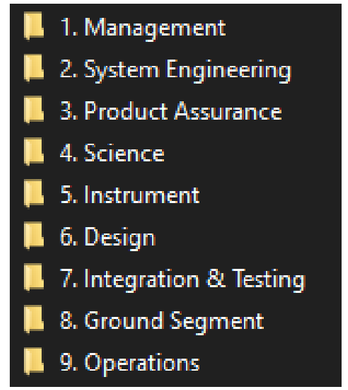


> **Coworking**

Deux jours de travail collaboratif pour :

> Favoriser le travail en commun et l'échange décentralisé
> S'ouvrir aux activités des autres et s'entraider
> Changer de rythme

Gestion de la documentation



- **Documentation livrable abondante mais relativement gérable**
  - Liste de la documentation livrable en phase A en annexe
- **Nomenclature :**

  {Project Name}-{Document Type}-{Company Code}-{Number starting with 0001}-{Versioning} {Title}
- **Utilisation d'un serveur sur le réseau local** du LATMOS accessible avec identification depuis l'extérieur
- Organisation selon la structuration du projet en lots de tâches
- **Utilisation de GitLab (IN2P3)** pour la gestion des codes (peu utilisé en phase A)
- **Vérification & approbation :** très chronophage → utilisation d'un logiciel dédié comme DocuSign. Feedback ?
- Gestion documentaire pour la phase B :
  - ATRIUM pour la documentation approuvée et livrable
  - Serveur local pour le reste des documents
  - GitLab pour les codes

Outils de gestion

	Phase A	Phase B
Gestion des spécifications	TestLink **(inadapté)**	IDEO by CNES (JIRA/Confluence) Solution gratuite miracle ? On verra…
Gestion des activités AIT	OneNote **(trop « propriétaire »)**	
Gestion documentaire	CHRONO by LATMOS **(OK)**	
Compte-rendu de réunion	Word **(trop lourd)**	
Gestion des actions	Kanboard @ LATMOS **(OK)**	
Gestion des faits techniques	JIRA @ LATMOS **(OK)**	
Gestion des PVCE	JIRA @ LATMOS **(OK)**	
Gestion des risques	Excel **(OK)**	
Calendrier	CalDAV by LATMOS **(OK)**	CalDAV by LATMOS
Salons de discussion	XMPP by LATMOS, Tixeo testés mais existe aussi Rocket.chat @ IN2P3, Mattermost, …	Pas de solution…
Edition de documents en ligne	(pas utilisé)	MyCore (pas si pratique ?) ou IDEO (à confirmer ?)

> Comptes LATMOS et CNES pour tous les intervenants dans le projet

Impact environnemental

> **Accueil au S1-2021 d'un stagiaire (UVSQ) en Master 1 – Gestion de l'Environnement, RSE**

« Définition et implémentation préliminaire d'une stratégie de réduction de l'impact environnemental d'un projet scientifique spatial »

> **Principaux axes de réduction de l'impact environnemental du projet**

1) Agir sur nos déplacements

2) Agir sur notre consommation de services informatiques : stockage de donnée, calcul, courriels, matériels

3) Agir sur les fournisseurs en profitant du renouveau du contexte réglementaire

> **Prochaine étape :** Analyse détaillée du Cycle de Vie du projet (sous-traitance industrielle)

> **Ne pas hésiter à inclure ce sujet dans les demandes de financement (plusieurs 10 k€) : ça passe !**

> **Séminaire MAPI dédié ?** (co-présentation IRAP/LATMOS/CNES ?)

Conclusion

Derniers mots…

> Bien communiquer avec sa direction est essentiel : **fiche projet !**

> **Importance du travail des personnels administratifs en support à nos activités**

> Pas toujours évident d'identifier la manière dont nos DR sont organisées et fonctionnent

> **Identifier LA personne à la DR qui pourra guider nos pas et l'associer systématiquement à nos démarches**

> **Faire des kick-off administratifs**

> **Inviter le personnel administratif à participer aux réunions du projet**

> **Et le COVID dans tout ça ?**

> Effets sur le personnel très divers selon les situations personnelles

> Retards importants sur un calendrier resté inchangé au niveau mission

Merci !

LATMOS

Annexes

Liste des documents livrables pour la phase A

SYSTEM ENGINEERING
Instrument Operation Concept
Calibration Plan
Technical Requirement Specification (incl. justification and traceability)
Subsystem Technical Requirement (incl. mechanism, harness, software)
Experiment Interface Doc. - Part B
Cleanliness Requirement Specification
Interface Control Document
Specification Tree
Function Tree
Verification Plan
Model Philosophy
Qualification Status List
Verification Control Document
Technology Plan
Technology Matrix
System Engineering Plan

SCIENCE
Inputs for Science Requirements Document (Yellow Book)

DESIGN
Design Definition File (including harness, mechanism)
Design Justification File (incl. trade-off and other technical analysis)
Performance Analysis
Technical Budgets
CAD Model
Structural Mathematical Model (FEM)
Optical Model (incl. straylight)
Thermal Geometrical Model
Thermal Model
EMC Control Plan

MANAGEMENT
Project Management Plan
Work Breakdown Structure
Work Package description
Project Schedule
Cost Estimate
Cost & Funding Plan
Risk Management Plan
Risk Assessment Report
Procurement Plan
Configuration Management Plan
Product Tree

PRODUCT ASSURANCE
Reliability Prediction Report
FMEA Report
Product Assurance & Safety Plan
Cleanliness & Contamination Control Plan

Fiche-projet

Document
rosoft Word 97 - 2

LATMOS

(nom)

(reference)
vNrM

JJ/MM/AAAA

Contexte
Mission : Instrument :

Objet du projet	Intérêt des laboratoires

Consortium			
Partenaire	Contribution	Responsable scientifique	Responsable technique

Engagements contractuels	Livrables

Calendrier		
Jalon	Date réelle	Date estimée
		-
		-
		-
	-	
	-	
	-	
	-	

Budget (k€)				
Année	Réel (sauf RH perm.)	Estimé (sauf RH perm.)	Source(s) de financement	RH perm. chargées + environnées
< 2019				+
2020				+
2021				+
2022				+
>2023				+

Charge en ressources humaines techniques (% ETP.an) (écart à l'estimé)													
Année	CdP	Sys	AP	Opt	Mec	The	Elec	Info	AIT	Ope	Data	Totale réelle	Totale estimée
< 2019													-
2020													-
2021												-	
2022												-	
>2023												-	

Institut #1 Institut #2 Institut #3

Besoin en ressources matérielles	
Moyen	Période d'utilisation
- Moyen #1 - Moyen #2	

Principaux Risques & Difficultés techniques

Historique
< 2019
2020
2021