



# Workshop NEOSTARS

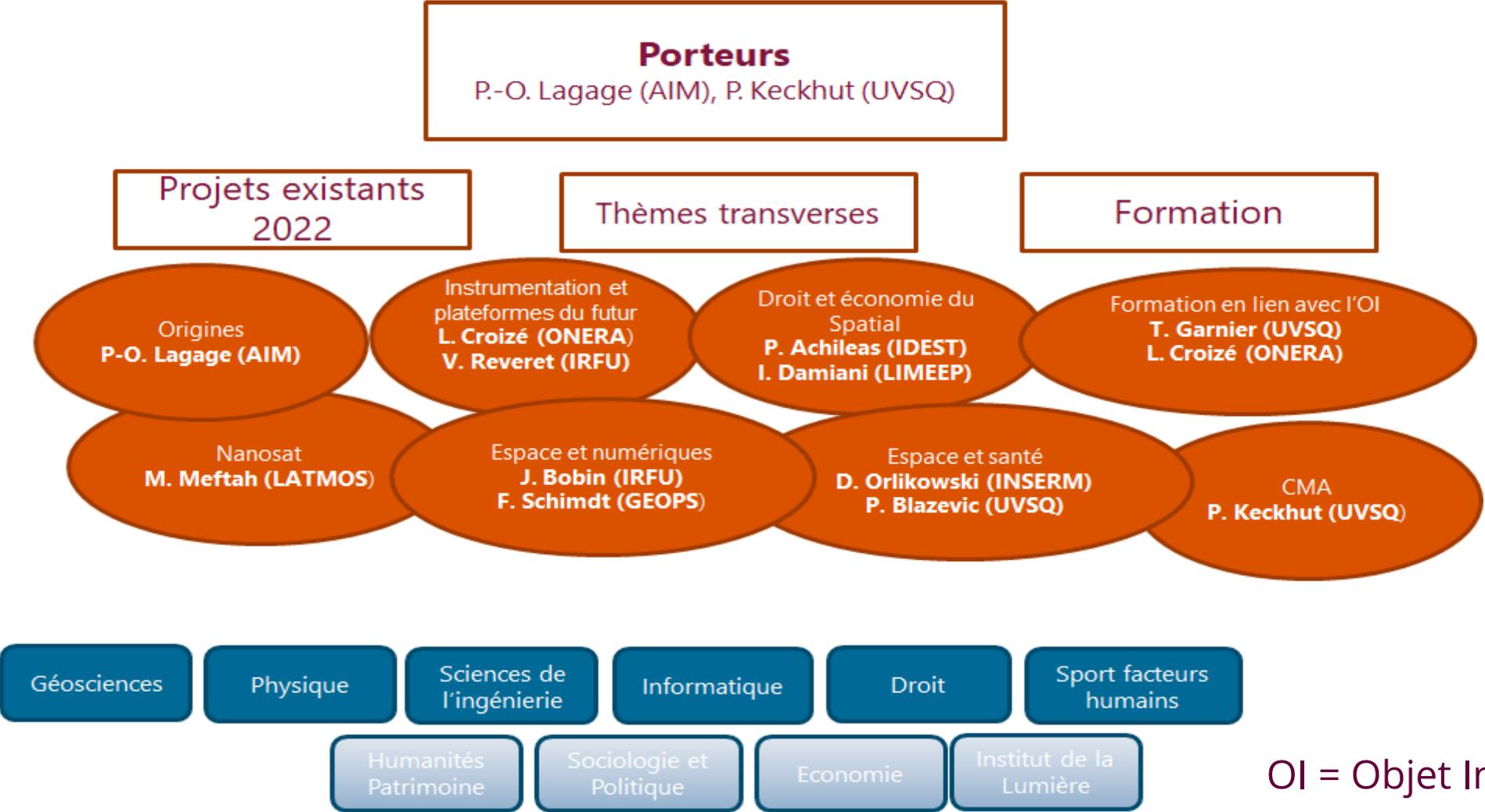
14 novembre 2023, L. Croizé et V. Revéret

# Présentons nous !

<https://www.menti.com/a13fndvw5r2y>



# OI CPS3 - Centre Paris-Saclay des Sciences Spatiales



OI = Objet Interdisciplinaire

# Objectifs d'animation du thème transverse Instrumentation et plateformes du futur

- Proposer des séminaires au fil de l'eau
- Proposer une animation scientifique centrée autour d'un thème d'animation (2022-2024: Un laboratoire volant pour l'observation de la terre et de l'espace? )
- Construire une plaquette de description de l'instrumentation spatiale à CPS3 (et des formations qui y sont liées?)

# Séminaires au fil de l'eau

- Thierry Fusco, « Optique Adaptative et Télescopes Géants : une révolution pour l'astronomie moderne », 14 mars 2023, 14h, Salle Galilée, Département d'Astrophysique, Bâtiment 709, Orme des Merisiers, Gif -Sur-Yvette
- Géosciences -> en discussion avec le LATMOS, septembre 2024 ?
- Exoplanètes avec le JWST en 2024
- Ne pas hésiter à proposer d'autres séminaires

# Appel à sujet de stage CPS3

## Appel d'offre financement de stage de Master 2024

Stage pluri-disciplinaire concernant la recherche spatiale

L'Objet Interdisciplinaire CPS3 (Centre Paris-Saclay des Sciences spatiales) de l'Université Paris Saclay, portant sur les observations de la Terre et de l'Univers avec une dimension transverse inter-disciplinaire, propose de financer des gratifications de stage de Master dans le domaine du spatial.

L'objectif de cet AO est d'initier des collaborations entre des chercheurs de deux Graduate-Schools de l'université de Paris-Saclay ou éventuellement de deux laboratoires. Il peut s'agir de stage de M1, M2, ou d'écoles d'ingénieur niveau BAC+4 ou BAC+5.

Les domaines thématiques concernent la physique et l'astronomie, l'observation de la Terre, la météorologie et le climat, les géosciences, l'ensemble des sciences de l'ingénieur, le numérique, la santé et le médical, la biologie, la chimie (et l'exobiologie) mais également le juridique, l'économie, le patrimoine, l'histoire, La Géopolitique et probablement d'autres disciplines.

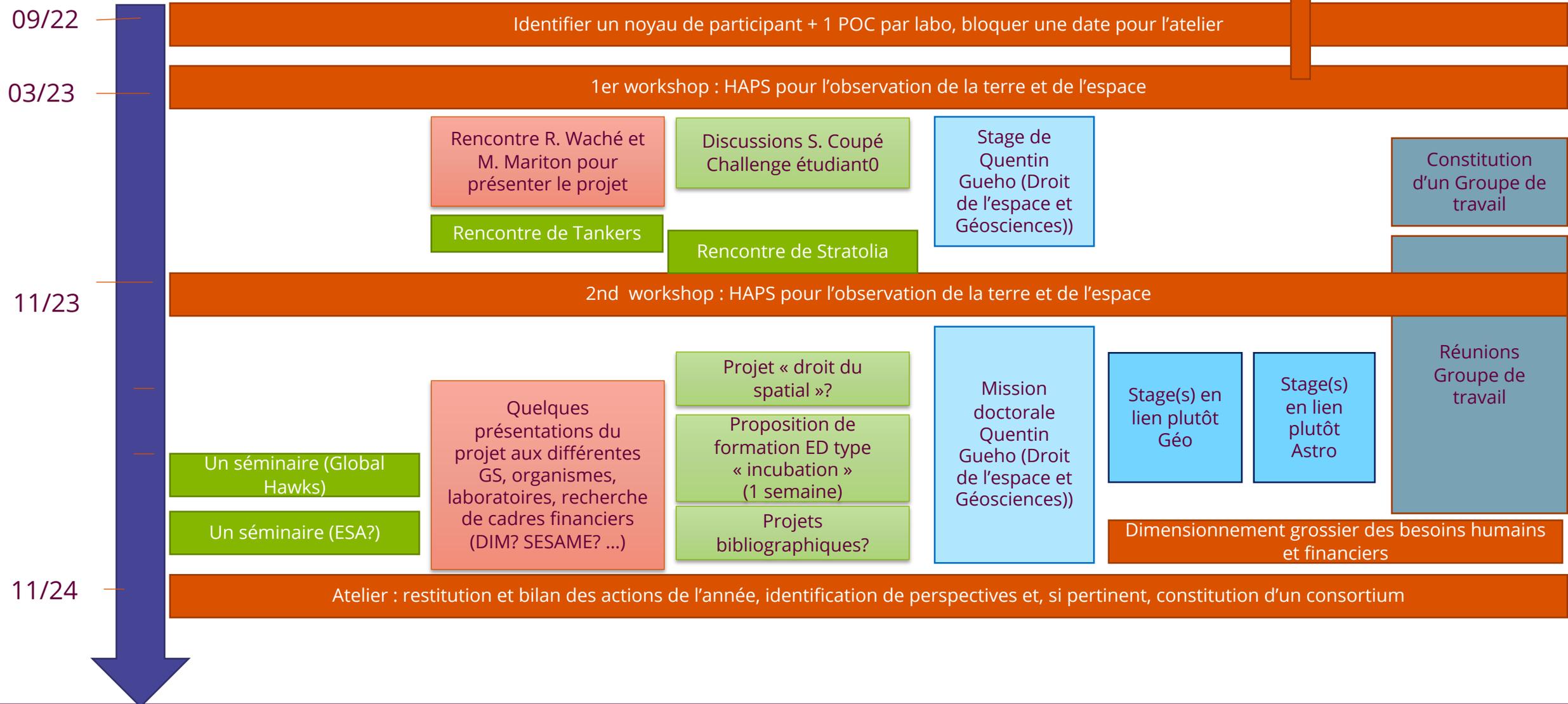
Dossier à transmettre avant le 10 Novembre à : [philippe.keckhut@latmos.ipsl.fr](mailto:philippe.keckhut@latmos.ipsl.fr)



- <https://www.universite-paris-saclay.fr/objets-interdisciplinaires/centre-paris-saclay-des-sciences-spatiales-cps3>

# NEOSTARS

Lien pour télécharger les présentations



# Thème d'animation 2022-2024

## Un laboratoire volant pour l'observation de la terre et de l'espace?

- Idée:

se concentrer sur un axe thématique qui nous semble fédérateur et qui pourrait devenir emblématique pour Paris-Saclay

IRS SPACEOBS: les HAPS présentent un potentiel fort pour l'observation de la terre et de l'espace. Un premier tour d'horizon démontre qu'un tel laboratoire volant serait porteur d'avancées significatives dans de nombreux domaines.

~~HAPS@Paris-Saclay~~

NEOSTARS

NewEarth and universe ObserVation from STratospheric

plaTfoRmS



# Objectifs du workshop

- Présenter une synthèse de nos avancées par rapport au workshop de mars 2023
- Présenter de nouveaux acteurs et opportunités
- Faire un focus sur les aspects relatifs au droit
- Avancer le volet formation
- Poursuivre l'évaluation de la faisabilité, de la pertinence et de la temporalité

## **Livrables :**

- Mise à jour de la liste de personnes intéressées, renforcement du groupe de travail
- Préparation de 2024
- Émergence d'un ou deux sujets de stages pour 2024

# Zephyr

## Airbus AALTO

(spin-off – Farneborough, UK) développe et commercialise la plateforme **ZEPHYR**.

Envergure 25m – 75kg dont 5kg de payload (>50W permanent).

Altitude 18-22km pendant plusieurs mois – 64 jours en 2022

Record de durée en stratosphère plus lourd que l'air depuis 2010

Durée de nuit (latitude/saison): contrainte modulable en fonction de la charge utile embarquée et de la durée de mission.

Lancement : nécessite une colonne d'air calme et un espace aérien libre (montée ~5h). Actuellement en Arizona, perspectives en Europe.

Missions prévues : **connectivité** et **observation de la Terre**  
Complémentarité avec les ballons : capacité de persistance supérieure, mais plus haute sensibilité à la durée de la nuit.



# Dirigeables

- **Principe**

- La résistance au vent augmente au carré de la taille
- La masse emportée et donc la puissance augmentent au cube

→ Impose de très grandes dimensions

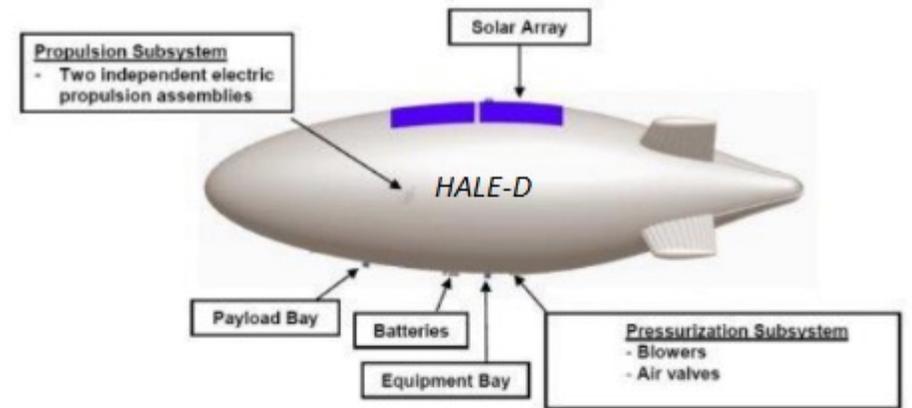
→ Missions de haute puissance (e.g. bulle Telecom)

- **HALE-D** (Lockheed Martin) 2003-2011

- Longueur **73m**, diamètre 21m, 1700kg (démonstrateur)
- Payload 36kg / 150W
- Programme arrêté après crash lors du 1<sup>er</sup> vol (gel d'une valve en montée)

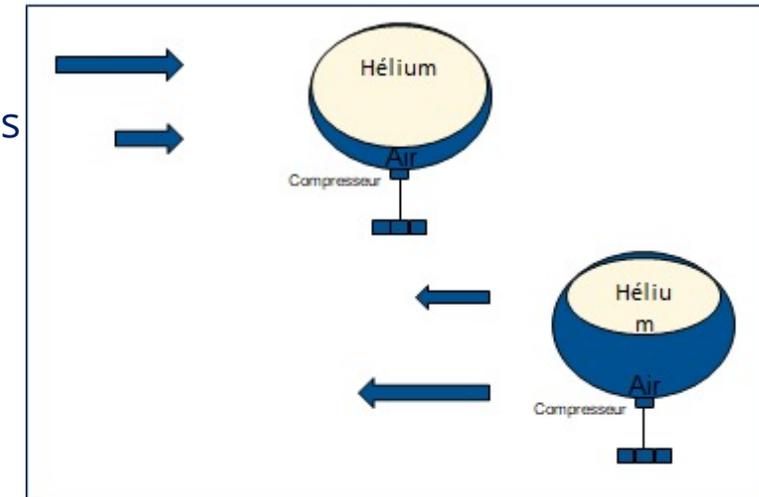
- **Stratobus** (Thales Alenia Space) depuis 2016

- Longueur 100m, diamètre 33m, 5000kg
- Payload 250kg / 5000W
- Reprise au sein de EuroHAPS (2022) : annonce d'un prototype de 60m



# Balman (Ballon Manœuvrant)

- **HEMERIA Airship et CNES** ( Plan France Relance et ligne duale CNES-DGA)
- **Principe**: Ballon qui va d'un point A à un point B, et peut rester au-dessus d'une zone C. Héritage de Google-LOON, un ballonnet d'hélium dans un ballon lobé pressurisé d'air (lest variable): capable d'excursions d'altitude commandées pour utiliser les veines de vents de différentes directions dans la basse stratosphère
- **Dimensions**: Diamètre 20 m – 190 kg et 20 à 50 kg de charge utile (> 50W AC).
- **Altitude** Mission à environ 20 km, excursions de 16 à 22 km  
Certains ballons de Loon ont duré 1 an.
- **Lancement** : Gonflage par le haut. Procédure de lâcher spécifique, utilisée par RAVEN AEROSTAR (USA). En cours de mise au point au CNES. Pas de criticité, ballon de taille modeste.
- **Missions prévues** : Observation de la Terre (imagerie et science), surveillance, sécurité.
- 1<sup>er</sup> vol mise au plafond 2024. Démonstration actuation 2025



# Tankers

- Objectif : Faciliter le développement de solutions d'ultra longue durée d'observation du ciel et de la terre (jusqu'à 3 ans à 20 km d'altitude).
- Travaux issus du monde de la recherche.
- Autonomie en énergie 24h sur 24, sans aucun ravitaillement ni recharge, et affichant une très faible empreinte carbone.
- TRL6: 1<sup>er</sup> démonstrateur en juin 2023 de 4m de diamètre, 5 kg de charge utile, 10 cellules solaires souples assurent une puissance moyenne de 50W sur 48h testées à l'INRAE.
- Data: Enregistrement via 5G (amélioration possible) sur serveurs Tankers et accès au data au format CSV 24h sur 24.
- Missions : Observation de la Terre et du ciel (imagerie et science), surveillance, sécurité, télécom régionale.
- Principe: Même principe que Google-LOON, at tous les 3 ans pour changement des batteries (opérateurs assurent l'opérabilité 24h sur 24)  
<https://www.inrae.fr/operation-solar-cloth>  
<https://www.inrae.fr/publication-partenaire-solar-cloth-activity-7092868198198386689-ewy1/>



# Stratolia

- Très jeune entreprise d'un an
- Fondateur et dirigeant : Louis Hart-Davis
- Objectif : fournir un service d'observation à haute résolution de la terre à partir d'une flotte de ballons stratosphériques



# Sortie du 1er workshop

- ✓ Fédérer une communauté initiée par Paris-Saclay autour des HAPS, et définir quel échelle on souhaite pour cette communauté (Université, Région, nation, Europe, Monde)

- ✓ Evaluer l'intérêt d'un projet IPa

Sonder l'intérêt des Graduate-Schools pour ces plateformes.

- ✓ Prendre en compte la richesse/pluridisciplinarité de l'université pour avancer de manière holistique

**En cours** : Évaluer la faisabilité, la pertinence et la temporalité

A initier : Inclure un volet formation et une participation des étudiants

Satellites



Balons stratosphériques



Mesures  
aéroportées



Mesures drone



Mesures sol



# Quel apport des HAPS pour les sciences de Paris- Saclay ?



Observations planétaire  
GEOPS

Mesure de l'activité magnétique et la rotation des  
étoiles  
IAS

Observations astrophysiques  
AIM



Ballons stratosphériques

Une étude de cas: la colonisation d'un  
nouveau commun  
De nouvelles représentation sociales  
CEARC

HAPS et droit  
IDEST

Conflits fonciers  
CEARC

Suivi multi-échelle des émissions  
de GES  
LSCE ONERA LATMOS  
Startup MEOS

Observation du nightglow  
ONERA, LATMOS



Mesures  
Stratobus  
aériennes

Zephyr

Mesurer la pollution lumineuse,  
inventaire de éclairages urbains  
ONERA

Inondation congestions  
CEARC

Fluctuations de luminance  
atmosphérique d'origine  
thermique en visée au limbe  
ONERA



Hautes latitudes  
GEOPS, CEARC

Observation de la qualité de l'air  
à l'échelle régionale  
LATMOS-ONERA

Observer les nuages et les zones convectives  
LATMOS, ONERA

Suivi de agro-écosystème  
INRAE/ECOSYS  
Mesures drone

Echantillonnage de  
l'atmosphère urbaine  
LATMOS

Vulcanologie  
GEOPS, LATMOS

Détection de plastique  
dans les océans  
CEARC

Mesures sol

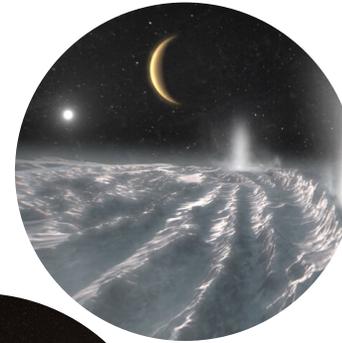


# Les défis de l'Astrophysique moderne

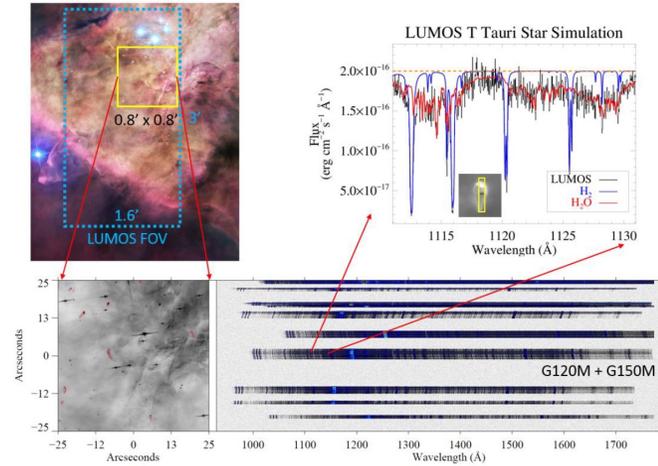
Le programme **Voyage 2050** de l'ESA définit les grands thèmes pour les prochaines décennies :



- Lunes des planètes géantes

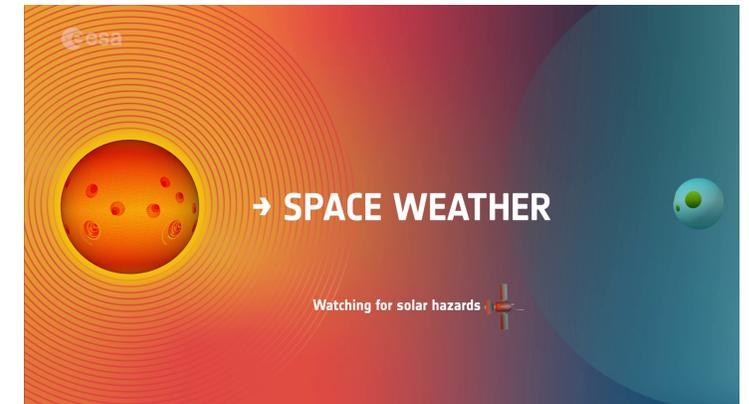


- Exoplanètes tempérées et l'histoire de notre galaxie



détection de bio-signatures dans les exoplanètes

- Univers primordial via le Fond Diffus Cosmologique et les ondes gravitationnelles



suivi des activités solaires

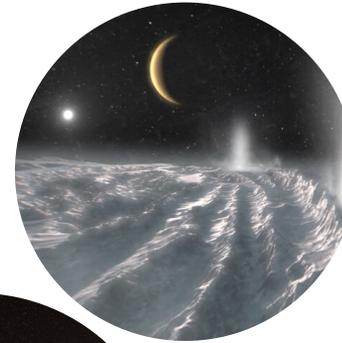
*Les thèmes du NASA Decadal Survey sont assez proches*

# Les défis de l'Astrophysique moderne

Le programme **Voyage 2050** de l'ESA définit les grands thèmes pour les prochaines décennies :



• Lunes des planètes géantes

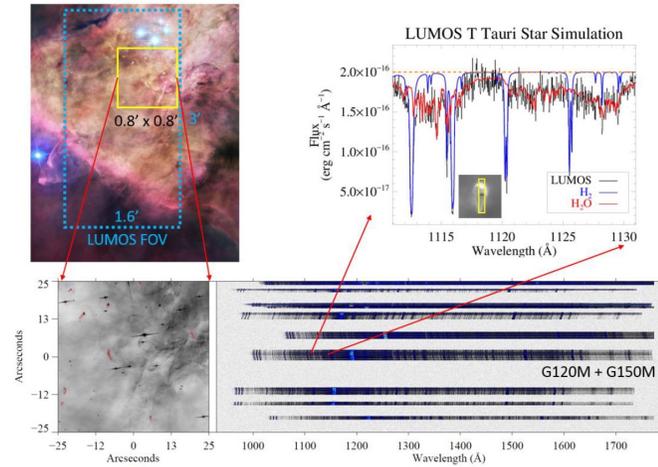


• Exoplanètes tempérées et **l'histoire de notre galaxie**

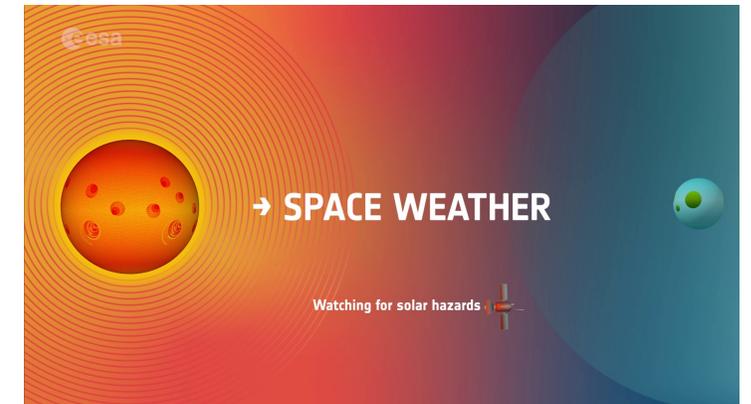


**Infrarouge / Infrarouge Lointain**

• Univers primordial via **le Fond Diffus Cosmologique** et les ondes gravitationnelles



**UV** détection de bio-signatures dans les exoplanètes

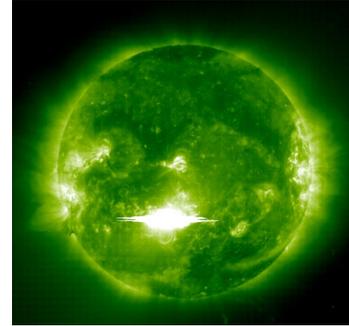


**Rayons X** suivi des activités solaires

*Les thèmes du NASA Decadal Survey sont assez proches*

# Les HAPS pour l'Astro, concrètement

- **Rayons X (Physique Solaire) :**
  - Observer en continu (pic des éruptions en X)
  - payload <10 kg possible, 20 km = limite basse



- **UV : Potentiels démonstrateurs pour futures missions spatiales? (NASA LUVOIR)**

- Petit télescope. Masse de quelques dizaines de kg?

- **IR lointain / millimétrique : pas de projet spatial avant 15 ans...**

- Télescopes de 1 à 3m (voire plus)
- Détecteurs refroidis (<1K) → Cryogénie
- 500 kg / quelques tonnes, quelques kW (tubes pulsés)



Observatoire SOFIA  
**Arrêté en 2022**



Télescope européen APEX.  
**Fin 2025**



Observatoire SPICA (ESA,  
JAXA), **arrêté fin 2020**



Projet DLR ESBO :  
un télescope FIR de  
5m sous un ballon  
stratosphérique



# Exemple du cycle de l'eau

**Objectifs scientifiques** : Lien entre dynamique et microphysique glacée

**Instruments** : radar Doppler BASTA (95 GHz), déjà existant+microlidar, puis ROXI (10 GHz) > 2026.

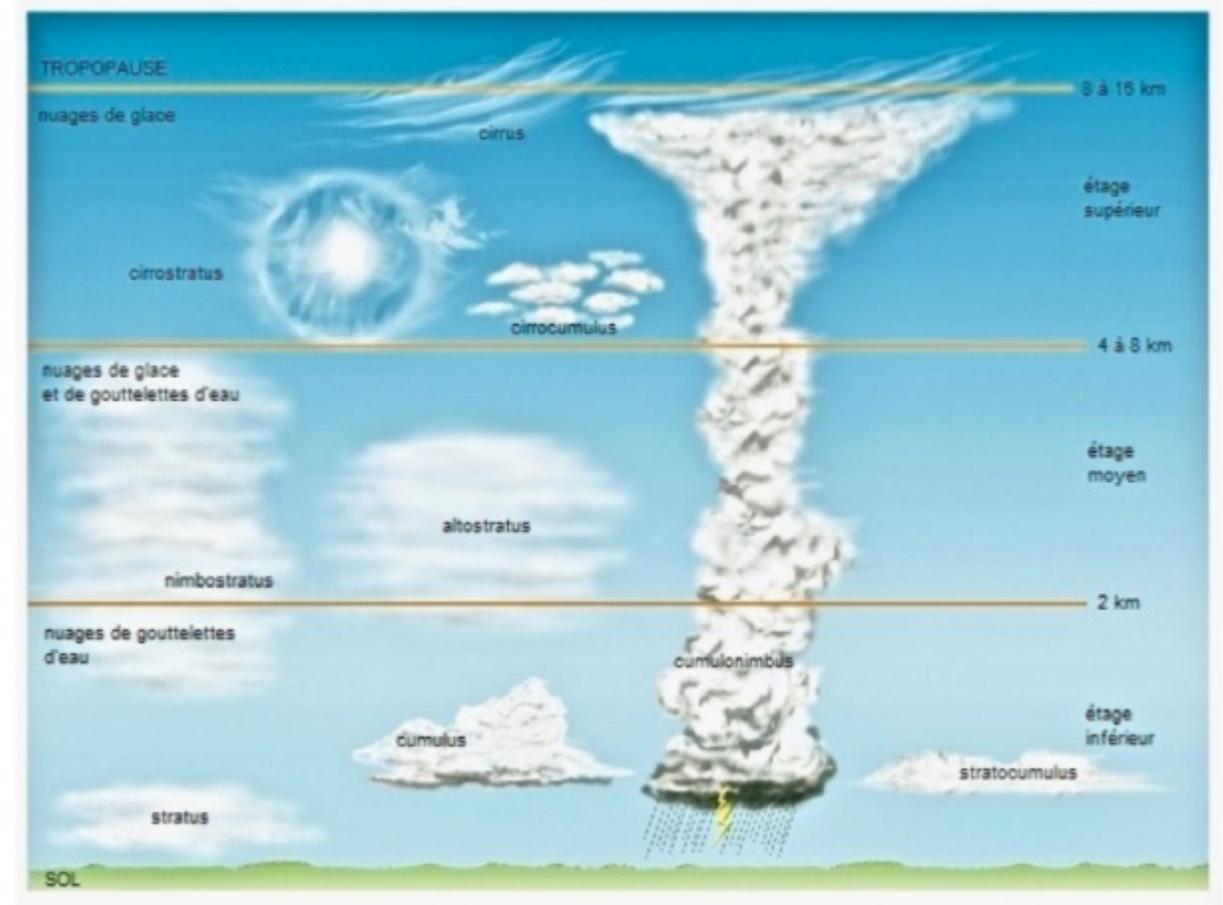
**Ballons stratosphériques:**

- observation "depuis le haut"= moins d'atténuation, moins d'échos de sol
- validation satellite, zones de relief, régions océaniques...

-dérivants: ok, dirigeables: idéal

Vol de démo sur BSO CNES en 2024.

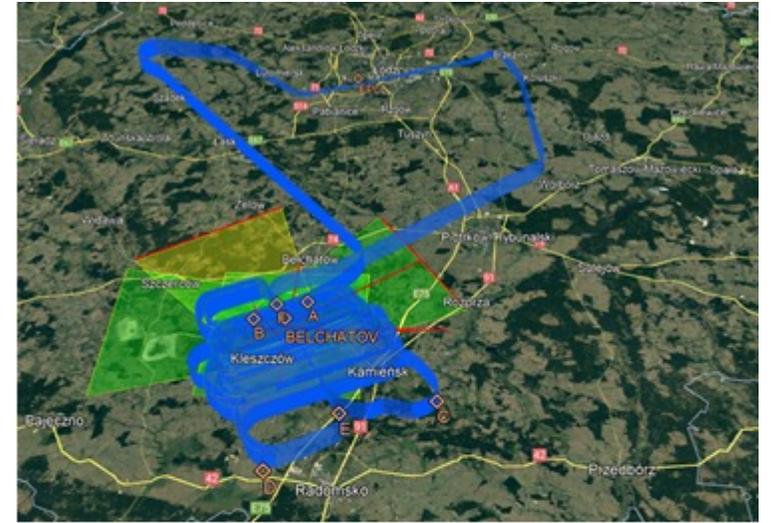
POC :Nicolas Viltard(LATMOS)



# Exemple du cycle du carbone

- Objectif scientifique :  
Suivi des émissions de CO<sub>2</sub> et/ou de CH<sub>4</sub>
- Instrument = Nanocarb, spectro-  
imageur, lidar  
Avantage des HAPS:
  - Bien meilleure fréquence temporelle de mesure
  - Meilleure résolution spatiale
  - Possibilité de maintenance

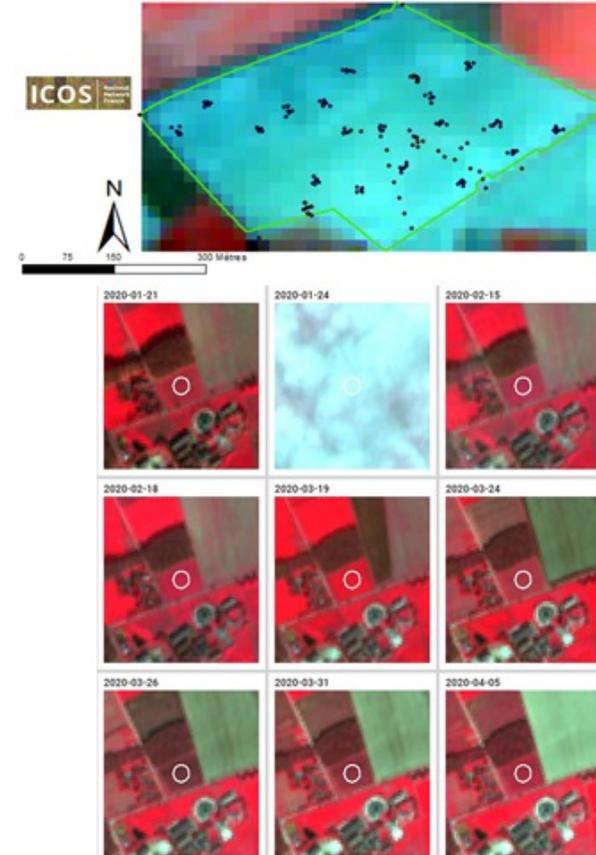
POC : Isabelle PISON LSCE, Laurence Croizé (ONERA/DOTA)



# Exemple du suivi des agroécosystèmes

- Objectif scientifique :
- suivi de l'état de « santé » des sols, (dont C) + pratiques agricoles/gestion du sol, favorisant le stockage de C dans les sols
- Instruments = spectro-imageur, + lidar ? + radar ? + thermique ?
- Avantage des HAPS:
  - fréquence temporelle de mesure inédite
  - résolutions spatiale/spectrale accrues
  - multicapteurs ?

POC : Emmanuelle Vaudour (ECOSYS)



# Point de vue juridique

- Importance du volet juridique, déterminant pour évaluer la faisabilité du projet  
=> stage financé par l'OI CPS3 (Quentin Guého).



Poursuite dans le cadre d'une mission doctorale : dimensionner l'infrastructure juridique du projet Neostars

POC : Quentin Gueho (Doctorant IDEST)

# Workshop HASP NEOSTARS

14 novembre 2023

## Plateforme d'Intégration et de Tests

Soutien au développements instrumentaux : lidars, radars, mesures d'aérosol ou de gaz à effet de s

### **Halle «ballon» dédiée intégration nacelles stratosphériques :**

- Infrastructure adaptée et modulable pour les opérations d'assemblage, de validation puis de logistique (palan, répéteur GPS/ Iridium, zone de stockage...)
- Actuellement utilisée pour le projet CNES Stratéole 2

### **Moyens d'essais environnementaux**

3 enceintes climatique ou d'altitude :

- Conditions stratosphériques : jusqu'à  $-70^{\circ}\text{C}$  et vide jusqu'à 10 mbar
- A pression atmosphérique, hygrométrie réglable de 10 à 98% et  $-80^{\circ}\text{C}/180^{\circ}\text{C}$
- Spécimen 80x80x80 cm, 200 Kg



# Mise en place d'un groupe de travail

## Objectifs

- Emergence et/ou consolidation d'applications scientifiques (lien avec un projet Pascal)
- Faisabilité technique
- Identification de cadres collaboratifs et leviers de financement
- Droit
- Volet formation

## Premières séances :

- Le 12/09/2023 Initiation des discussions
- Le 26/10/2023 Capacité des HAPS vs charge utiles

## Liste des participants actuels

Laurence Croizé (ONERA/DOTA)

Séverine Coupé (ASTech)

Pierre-Luc Georgy (ADS)

Quentin Gueho (IDEST)

Sébastien Payan (LATMOS)

Isabelle Pison (LSCE)

Vincent Revéret (CEA Paris-

Saclay / Astrophysics)

Emmanuelle Vaudour (ECOSYS)

Nicolas Viltard (LATMOS)

Prochaine réunion : le 7 décembre à 14h,  
lien Zoom Approfondissement de l'analyse  
de quelques missions

# Le challenge étudiant CMA nouveaux espaces

- **Alignement des planètes :**
  - Rencontre des besoins de l'OI CPS3 sur les HAPS et le projet de challenge étudiant proposé dans le cadre du CMA « académie spatiale Ile-de-France »
  - Discussion autour de la structuration du projet Neostars
  - Rencontre avec Tankers



# Volet formation (suite)

- Possibilité de financer des stages de niveau M
- Stage « d'incubation » pour les doctorants ?
- Challenge étudiant (CMA Nouveaux espaces, POC S. Coupé)
- Projets bibliographiques ?

# Un projet Pascal ?

- promeut des programmes thématiques pour rassembler les communautés scientifiques et les aider à explorer des idées pionnières et établir de nouvelles collaborations.
  - tous les domaines scientifiques Paris-Saclay, théoriques ou expérimentaux.
- => facilitation et accélération des projets sélectionnés en
- Financement de l'hébergement, de la restauration sur place et d'une partie des frais de déplacement
  - Mise à disposition de salles et d'espaces de réunions et de 26 bureaux pour accueillir jusqu'à 60 visiteurs dans d'excellentes conditions
  - Proposer l'accompagnement logistique
  - programmes de longue durée (généralement 2-3 semaines, jusqu'à un trimestre)



# Futures actions

- Poursuivre le travail avec le GT HAPS
- Présentation de notre projet au workshop HAPS4ESA
- Mettre en place le volet formation
- Proposer un projet Pascal (avril 2024 pour 2026 ?)
- Préparer le prochain évènement

**3rd HAPS4ESA Workshop** is taking place from **12-14 February 2024** in **Leiden, Netherlands**.

Please save the following details:

- Date: 12-14 February 2024
- Location: Leiden, Netherlands
- Venue: Scheltema

The 3rd HAPS4ESA Workshop organising committee

# Vos attentes par rapport au workshop

<https://www.menti.com/alzbnndb1i9q>

Code à ajouter la veille



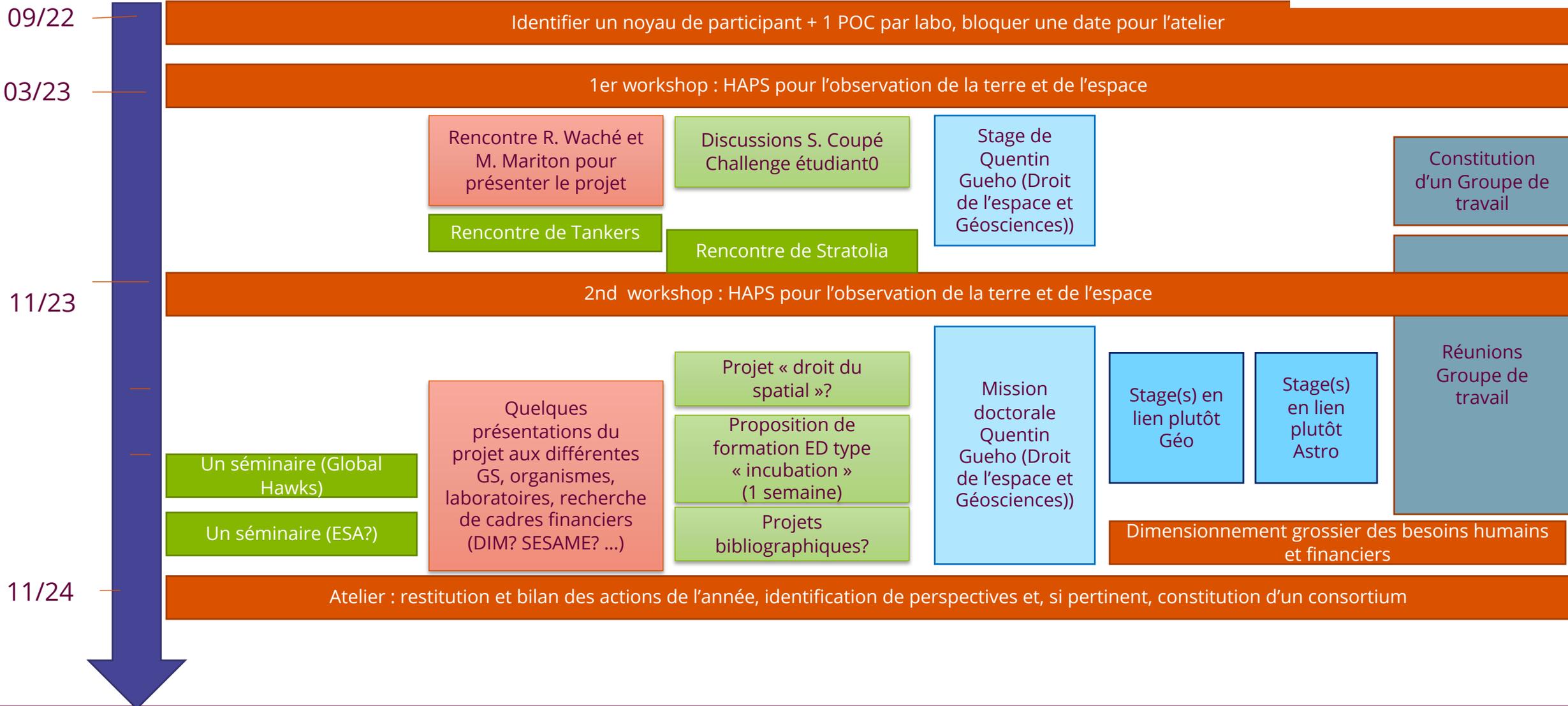
# **Workshop NEOSTARS**

## **Moment d'échange**

# Vos attentes par rapport au workshop



# NEOSTARS



# Vos attentes pour la suite ?

**Objectif :** Poursuivre l'évaluation de la faisabilité, de la pertinence et de la temporalité



Or use QR code

Merci à tous les  
participants, et RDV à  
la prochaine édition !!!