

Groupe Thématique Soleil Héliosphère Magnétosphères (SHM)

PRIORITES DE LA PROSPECTIVE 2024

Kretzschmar Matthieu (président), Kader Amsif (thématicien), Elvira Astafyeva, Frédéric Auchère, Frédéric Baudin, Matthieu Berthomier, Sébastien Célestin, Vincent Génot, Lina Hadid, Karine Issautier, Dimitra Koutroumpa, Vincent Maget, Antoine Strugarek

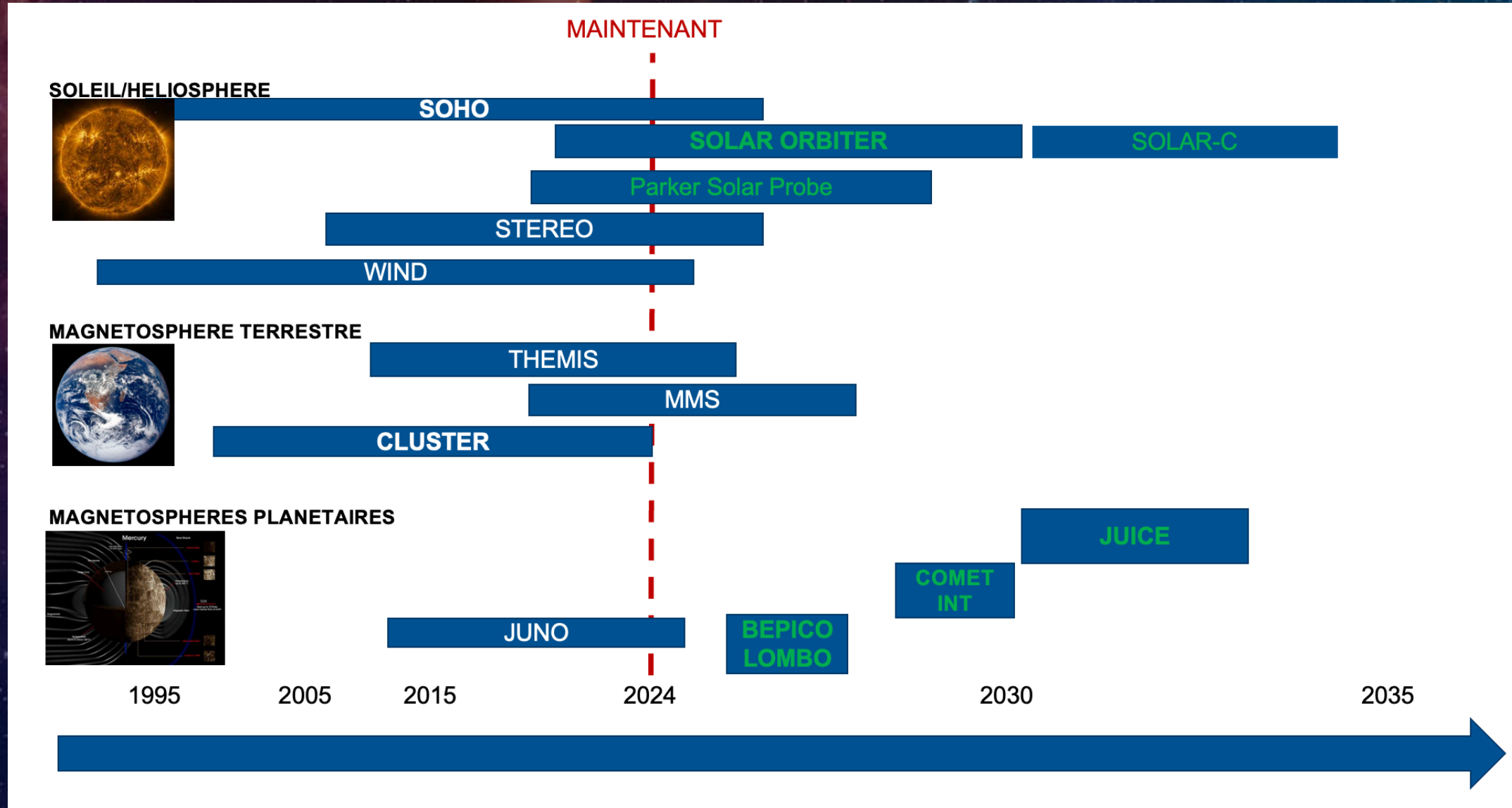
Question fondamentale : *Fonctionnement du système Soleil-Planètes*

Les grandes questions scientifiques actuelles

- *Comment le Soleil fonctionne et contrôle l'héliosphère ?*
- *Comment se créent et varient les environnements terrestres et planétaires ?*
- *Quel est l'impact de la variabilité solaire sur nos activités ?*



Contexte programmatique

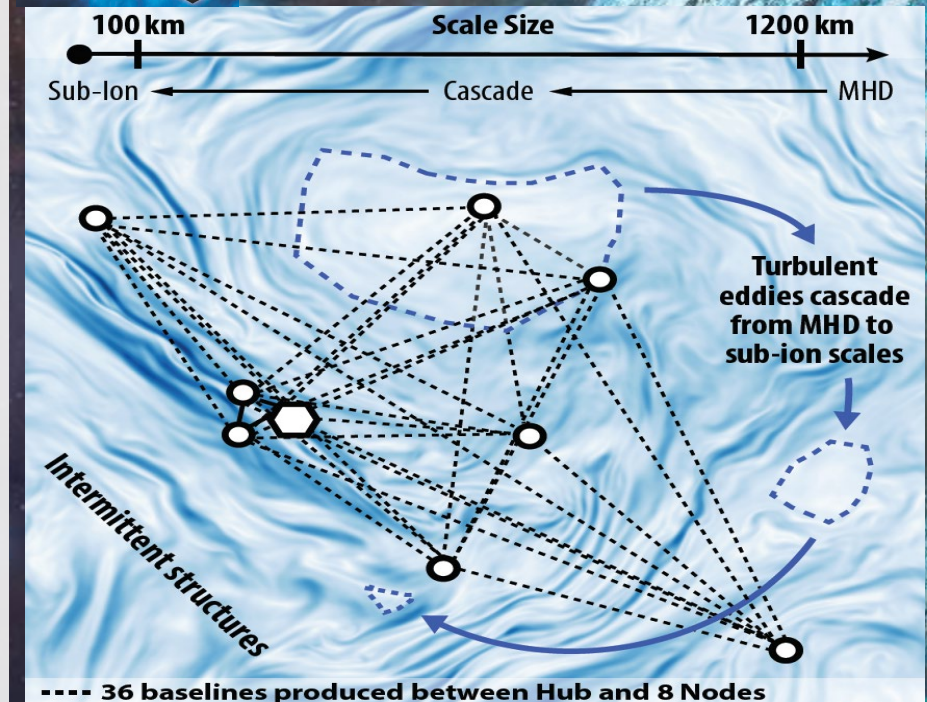
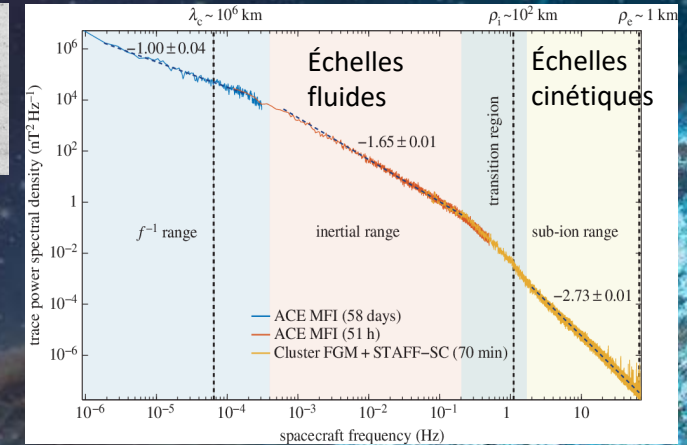
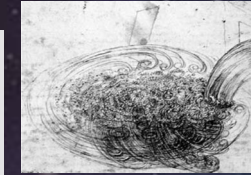


1- Physique du Soleil et de l'héliosphère

Comment le Soleil fonctionne et contrôle l'héliosphère ?

- **Quels sont les processus de dissipation dans les plasmas spatiaux ?**
 - Quelle est la structure spatio-temporelle de la turbulence et comment les ions sont-ils chauffés dans le vent solaire ?
 - Réaliser les première mesures *in situ* multi-échelles dans le vent solaire → **HelioSWARM (NASA, 2029)**
- Quels sont les processus de dissipation aux échelles électroniques ?
 - Mesures multi-échelles incluant les échelles électroniques
- Champ magnétique dans l'atmosphère solaire
- Processus de chauffage de l'atmosphère solaire grâce à la résolution spatiale et temporelle de **Solar-C**.

En rouge les missions identifiées



1- Physique du Soleil et de l'héliosphère

Comment le Soleil fonctionne et contrôle l'héliosphère ?

- **Quelle est la variabilité de l'héliosphère et quelle est son origine ?**
 - Quel est le rôle des pôles dans la dynamo et le cycle solaire ?
 - *Observation des pôles du Soleil et mesures in situ au dessus des pôles → **Flagship decadal helio ?***
 - Quelle est la structure de l'héliosphère externe et du milieu interstellaire proche
 - *Traverser puis sortir de l'héliosphère → **Flagship decadal helio ?***
 - Comment les événements énergétiques affectent l'héliosphère ?
 - *Nouveaux points de vue et missions meso-échelles → **Flagship decadal helio ?, VIGIL (ESA/S2P)***



2- Environnements terrestre et planétaires

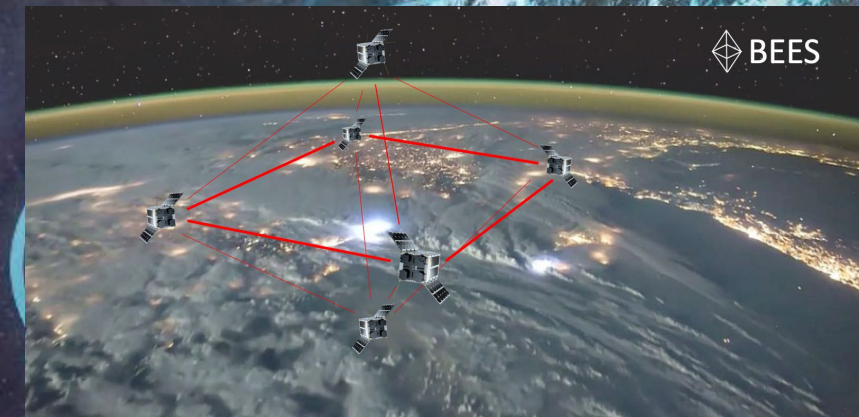
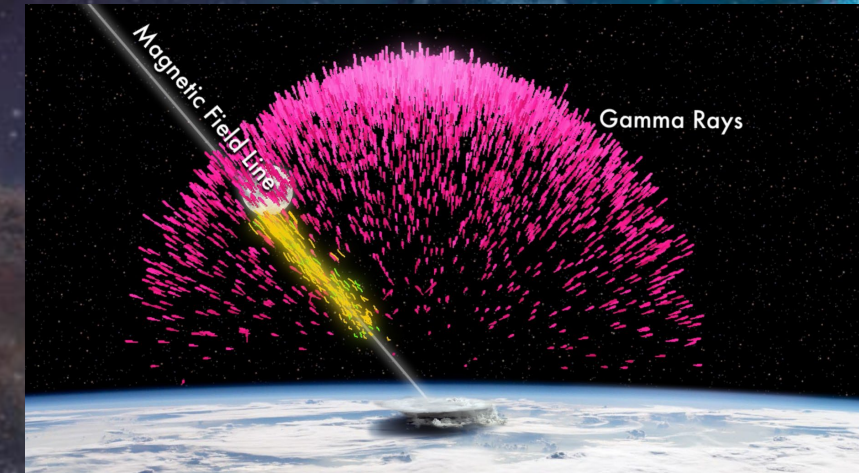
Comment se créent et varient les environnements terrestres et planétaires ?

➤ Comprendre les couplages Atmosphère-Ionosphère-Magnétosphère

- Améliorer l'observation de l'ionosphère
 - Réaliser des mesures multi-points à grande ou méso échelle, mesures à très basses altitudes, mesures des vents thermosphériques et tomographie aurorale
- Comprendre les couplages électromagnétiques entre les nuages d'orage dans la troposphère et l'ionosphère
 - Caractériser les rayonnements gamma et radio des événements transitoires lié à l'activité électrique → Vols Ballons, phase 0 Bees

➤ Interaction vent solaire - surface

- Interaction vent solaire - régolithe lunaire



3- *Météorologie de l'espace (ME)*

Quel est l'impact de la variabilité solaire sur nos activités ?

- **Améliorer la continuité spatio-temporelle des observations à vocation météorologie de l'espace**
 - Développement & miniaturisation d'instruments
 - Réaliser des mesures distribuées grâce à des constellations dédiées (micro/nano sat) ou de l'instrumentation embarquée sur des missions non dédiées

- **De la physique fondamentale à l'impact sociétal (vers une météorologie de l'espace opérationnelle)**
 - Développer l'assimilation de données et les techniques IA
 - Développement de prototype de modèle opérationnel

Les priorités du GT SHM

MAJEURE

Objectif scientifique	Types de mesures/observables	Cadre de réalisation
Elucider les processus de dissipation dans le vent solaire et les plasmas spatiaux	Mesures multi-échelles des plasmas spatiaux	<ul style="list-style-type: none"> • HelioSWARM (NASA, 2029, phase B1) • Echelles électroniques (sans cadre identifié)
Comprendre l'énergisation et la dynamique dans les environnements terrestre et planétaires	Mesures <i>in situ</i> multi-points et multi-échelles dans les ionosphères et magnétosphères	<ul style="list-style-type: none"> • Plasma Observatory, M-Matise (CALL ESA/M7, Phase A compétitive en cours, 2036)

Les priorités du GT SHM

MAJEURE

SUBSTANTIELLE

Objectif scientifique	Types de mesures/observables	Cadre de réalisation
Elucider les processus de dissipation dans le vent solaire et les plasmas spatiaux	Mesures multi-échelles des plasmas spatiaux	<ul style="list-style-type: none"> • HelioSWARM (NASA, 2029, phase B1) • Echelles électroniques (sans cadre identifié)
Comprendre l'énergisation et la dynamique dans les environnements terrestre et planétaires	Mesures <i>in situ</i> multi-points et multi-échelles dans les ionosphères et magnétosphères	<ul style="list-style-type: none"> • Plasma Observatory, M-Matisse (CALL ESA/M7, Phase A compétitive en cours, 2036)
Explorer de nouveaux points de vue et nouvelles régions de l'héliosphère	Observations héliosphère externe/LISM, pôles solaires, éruptions, magnétosphère Uranus	<ul style="list-style-type: none"> • US Decadal helio, Uranus Orbiter and Probe • Vigil (ESA/S2P)
Comprendre le couplage Atmosphère-Ionosphère-Magnétosphère	Mesures <i>in situ</i> des espèces neutres et ionisées et mesure <i>remote sensing</i> des régions source	<ul style="list-style-type: none"> • BEES (phase 0 CNES), Mesures Ballons • Missions d'opportunité (GDC, Daedalus/ENLoTIS)

Les priorités du GT SHM

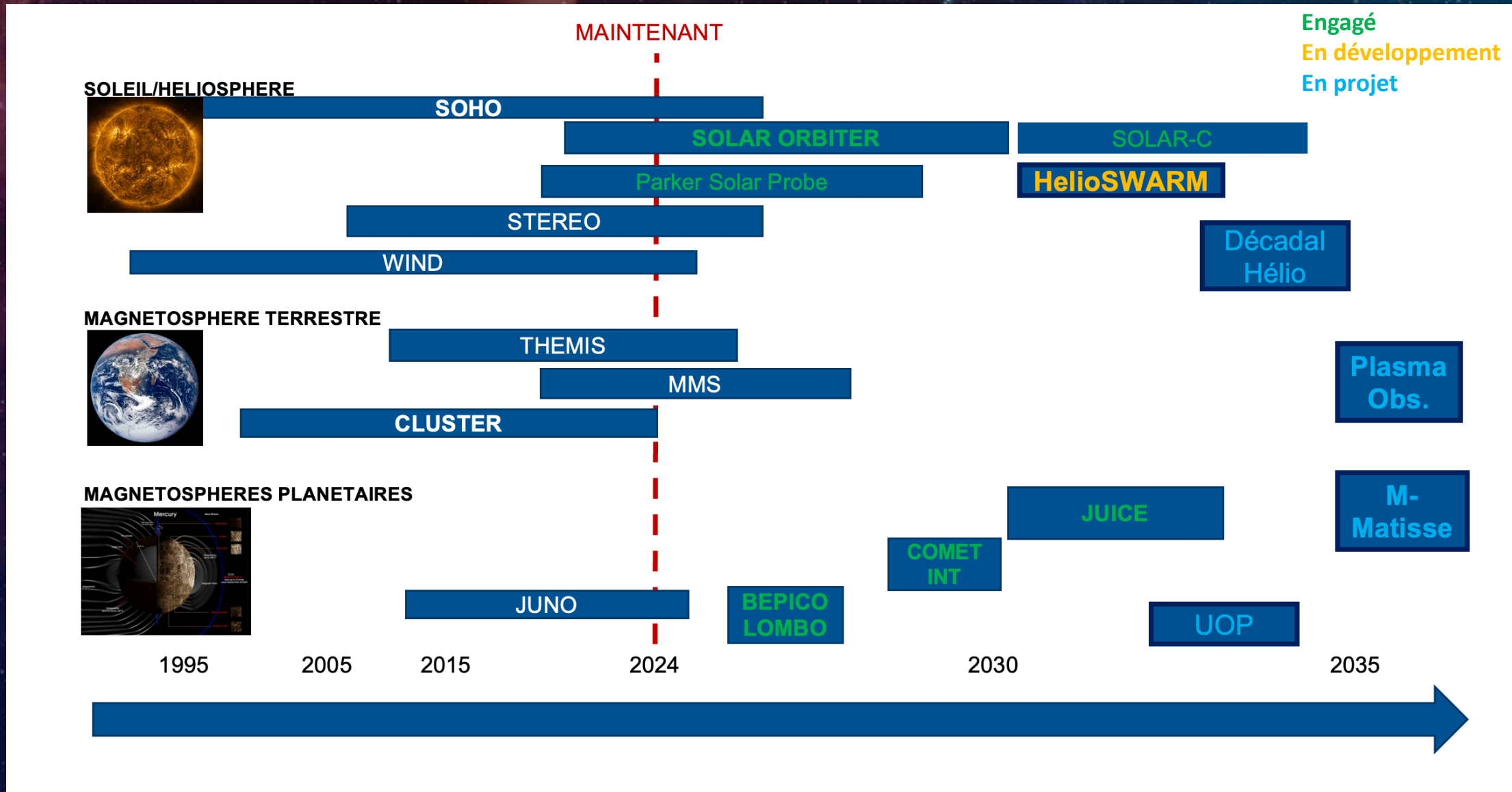
MAJEURE

Objectif scientifique	Types de mesures/observables	Cadre de réalisation
Elucider les processus de dissipation dans le vent solaire et les plasmas spatiaux	Mesures multi-échelles des plasmas spatiaux	<ul style="list-style-type: none"> • HelioSWARM (NASA, 2029, phase B1) • Echelles électroniques (sans cadre identifié)
Comprendre l'énergisation et la dynamique dans les environnements terrestre et planétaires	Mesures <i>in situ</i> multi-points et multi-échelles dans les ionosphères et magnétosphères	<ul style="list-style-type: none"> • Plasma Observatory, M-Matisse (CALL ESA/M7, Phase A compétitive en cours, 2036)
Explorer de nouveaux points de vue et nouvelles régions de l'héliosphère	Observations héliosphère externe/LISM, pôles solaires, éruptions, magnétosphère Uranus	<ul style="list-style-type: none"> • US Decadal helio, Uranus Orbiter and Probe • Vigil (ESA/S2P)
Comprendre le couplage Atmosphère-Ionosphère-Magnétosphère	Mesures <i>in situ</i> des espèces neutres et ionisées et mesure <i>remote sensing</i> des régions source	<ul style="list-style-type: none"> • BEES (phase 0 CNES), Mesures Ballons • Missions d'opportunité (Constellation ionosphérique, Daedalus/ENLoTIS)
Améliorer les modèles physiques de météorologie de l'espace	Mesures des observables en différentes positions de la magnétosphère et de l'ionosphère	ESA, S2P, D3S, Lunar Gateway
Caractériser les interactions vent solaire - surface lunaire	Mesures <i>in situ</i> à la surface de la lune	Atterrisseurs lunaires

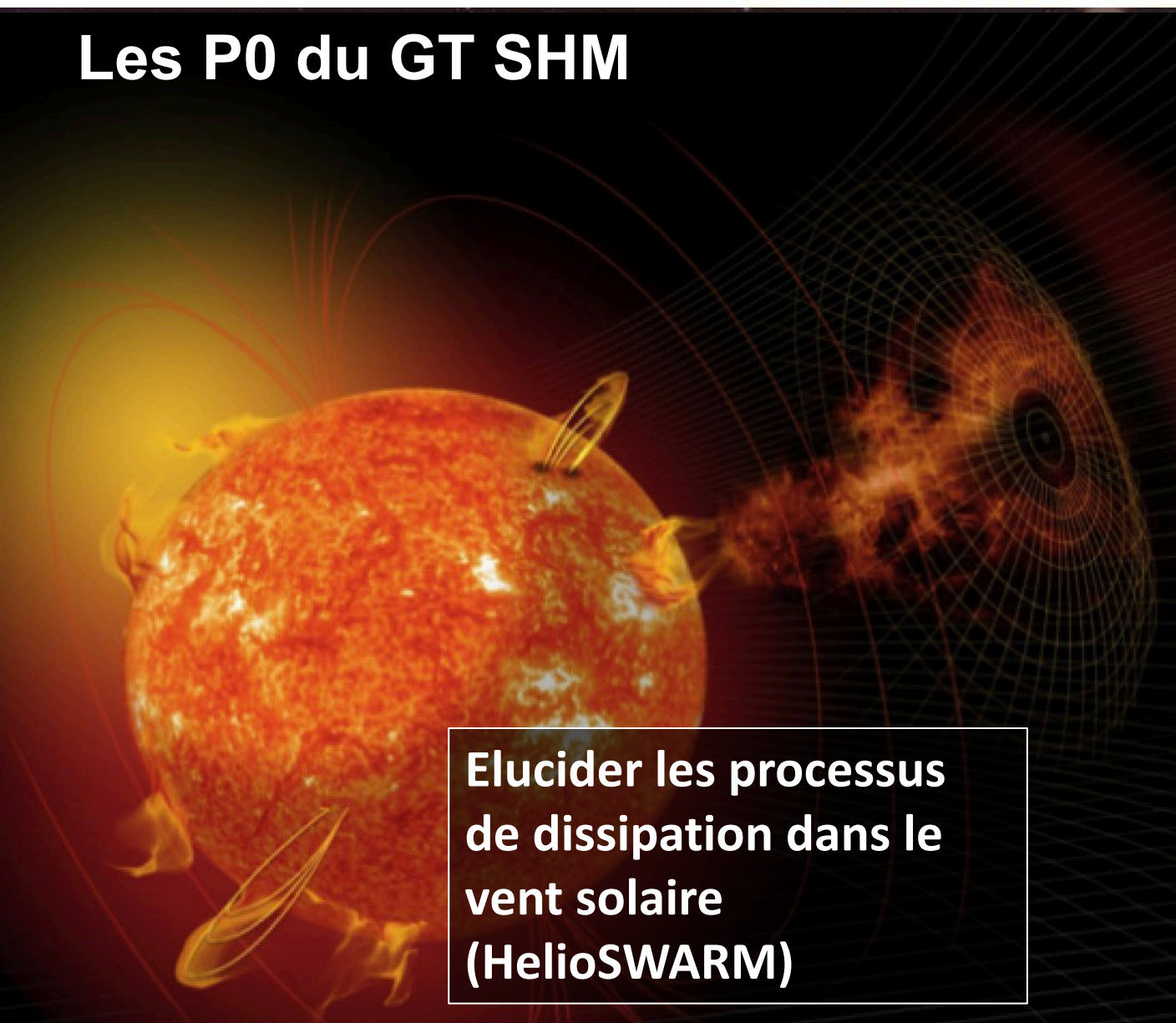
SUBSTANTIELLE

MODÉRÉE

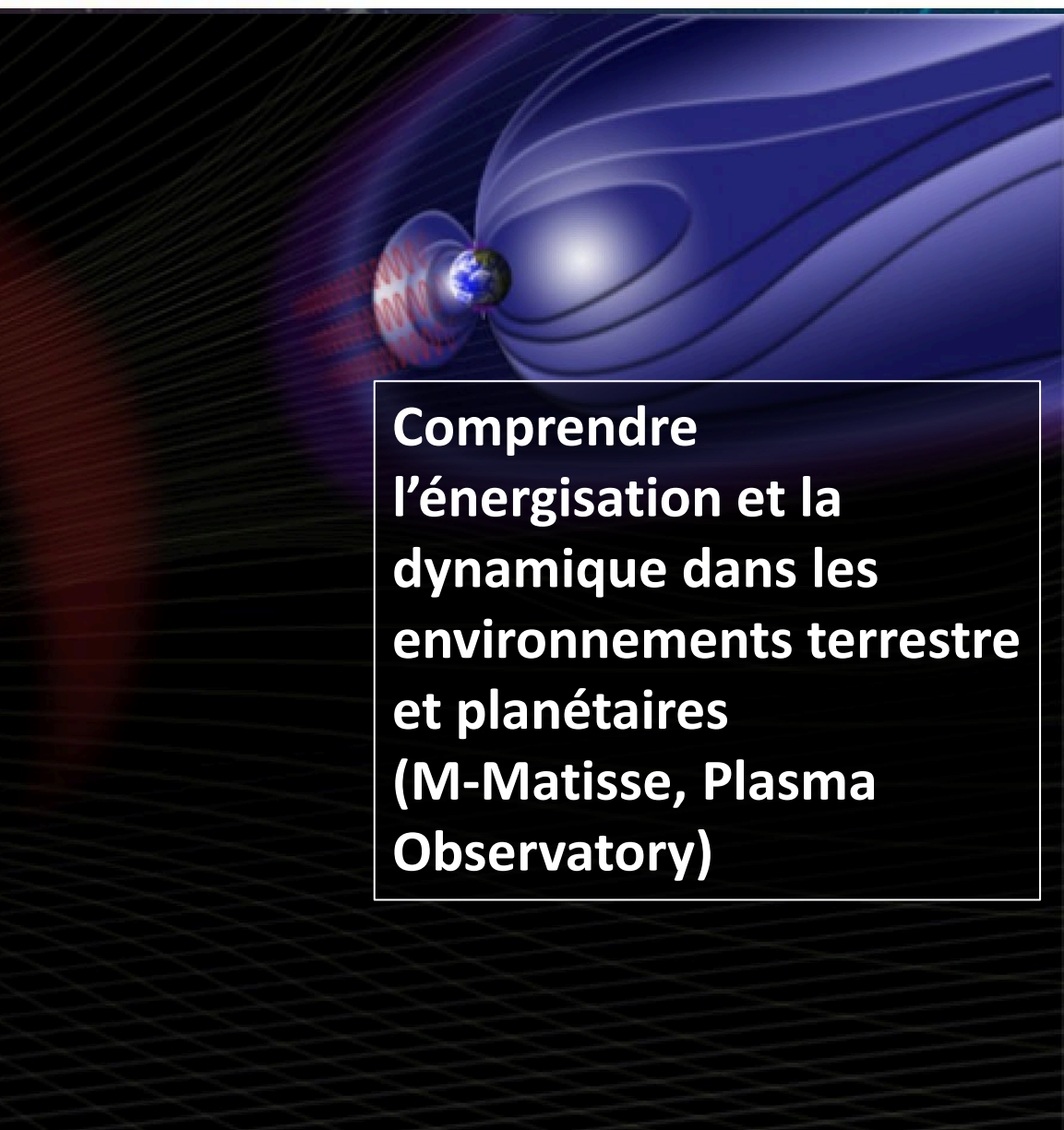
Contexte programmatique et priorités



Les P0 du GT SHM



Elucider les processus
de dissipation dans le
vent solaire
(HelioSWARM)



Comprendre
l'énergisation et la
dynamique dans les
environnements terrestre
et planétaires
(M-Matise, Plasma
Observatory)

Merci !

