

GROUPE THÉMATIQUE SYSTÈME SOLAIRE

BILAN – SPS 2024

Bonal Lydie, Carter John, Charnoz Sébastien, Cousin Agnès , Furi Evelyn, Garcia Raphaël,
Groussin Olivier, Langlais Benoît, Le Gall Alice, Morbidelli Alessandro (Président),
Quantin Cathy, Rocard Francis (Thématicien), Vinatier Sandrine

Rappel : Les grandes questions scientifiques en planétologie

QI. Quelle est l'origine du Système solaire ?

Ce sont essentiellement les 100 premiers millions d'années du Système solaire dont il est question ici, depuis la formation de ses premiers solides, il y a 4,568 milliards d'années lors de la formation du disque protoplanétaire, jusqu'à l'acquisition de l'architecture actuelle de notre système planétaire. Un objectif fondamental est de comprendre quelles sont les causes, peut-être contingentes, qui ont donné au Système solaire une structure si atypique parmi les systèmes extrasolaires observés.



QII. Quelle a été l'évolution et quelles sont les propriétés actuelles des planètes ?

Il s'agit ici de retracer les chemins d'évolution, distincts pour chaque corps, qui ont créé les disparités de caractéristiques physico-chimiques entre les planètes et aussi parmi leurs satellites. Une des questions centrales pour les planètes telluriques concerne la divergence évolutive entre Vénus, la Terre, et Mars.



QIII. Où se trouvent les environnements habitables et comment sont-ils apparus/disparus ?

Ces questions sont partagées avec l'exobiologie et sont donc aussi discutées au sein du groupe E2P2. Dans le cadre de la formation et évolution du Système solaire, on s'intéresse surtout aux origines de la matière organique et de l'eau et aux mécanismes et environnements permettant leur incorporation dans les planètes telluriques.



Bilan scientifique: résultats principaux

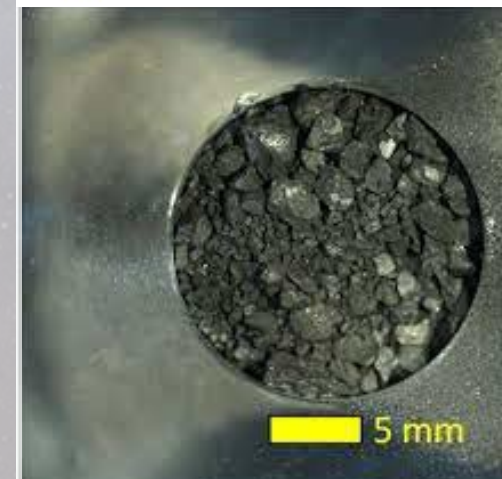
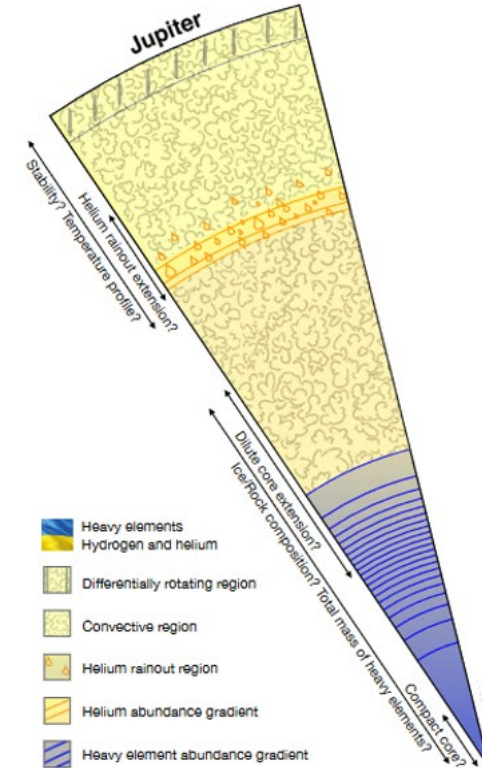
Q1. Quelle est l'origine du Système solaire ?

Q1.1 formation de Jupiter, structuration du Système solaire

JUNO – structure interne de Jupiter : noyau diffus, abondance d'éléments lourds inexplicquée par les modèles (*participation scientifique française*) – 2019-2024

Q1.2 origine et hétérogénéité de la matière du Système solaire

Hayabusa 2 – la matière de nature CI, sous-représentée parmi les météorites mais qui est une référence dans les études sur l'origine du Système solaire car elle a une composition solaire, n'est pas rare (*participation active française dans l'analyse préliminaire des échantillons*). Confirmation par l'analyse préliminaire des échantillons **OSIRIS-REx** (2 équipes françaises dans l'analyse préliminaire) – 2021-2024



Bilan scientifique: résultats principaux

QII. Quelle a été l'évolution et quelles sont les propriétés actuelles des planètes ?

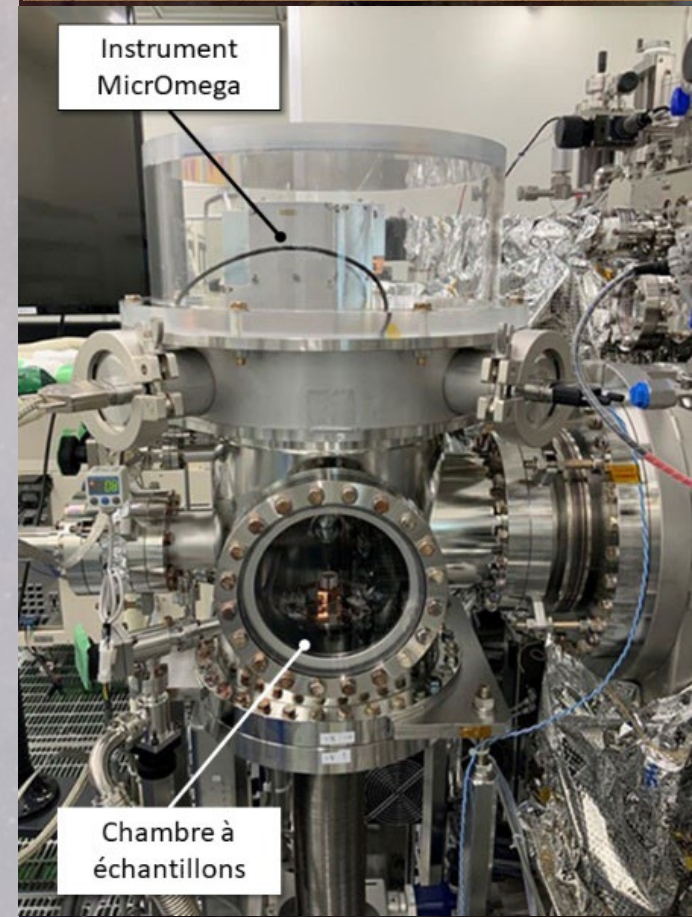
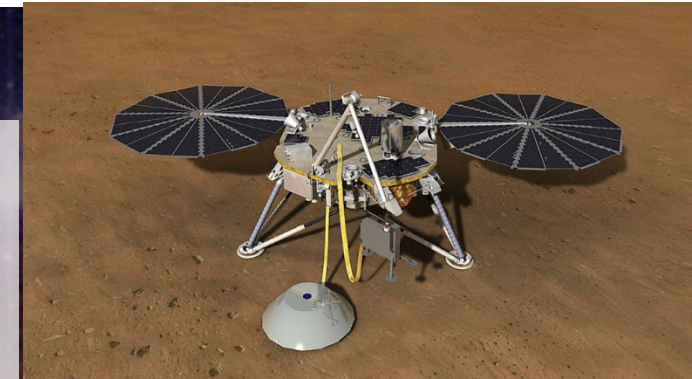
InSight – structure interne de Mars (*Plship français du sismomètre SEIS*) - 2019-2023

TGO, Hope - suivi pluriannuel des phénomènes climatiques saisonniers de Mars ; structure thermique 3D de l'atmosphère (*participation scientifique*) 2019-2023

QIII. Où se trouvent les environnements habitables et comment sont-ils apparus ou disparus ?

Hayabusa 2 – molécules organiques, réelle abondance de matériaux hydratés dans les astéroïdes primitifs – 2021-2023

Mars Express, Curiosity, Perseverance – le passé humide de Mars, distribution des minéraux hydratés (*Plship Omega; co-Piship de ChemCam et SuperCam*) – 2019-2024



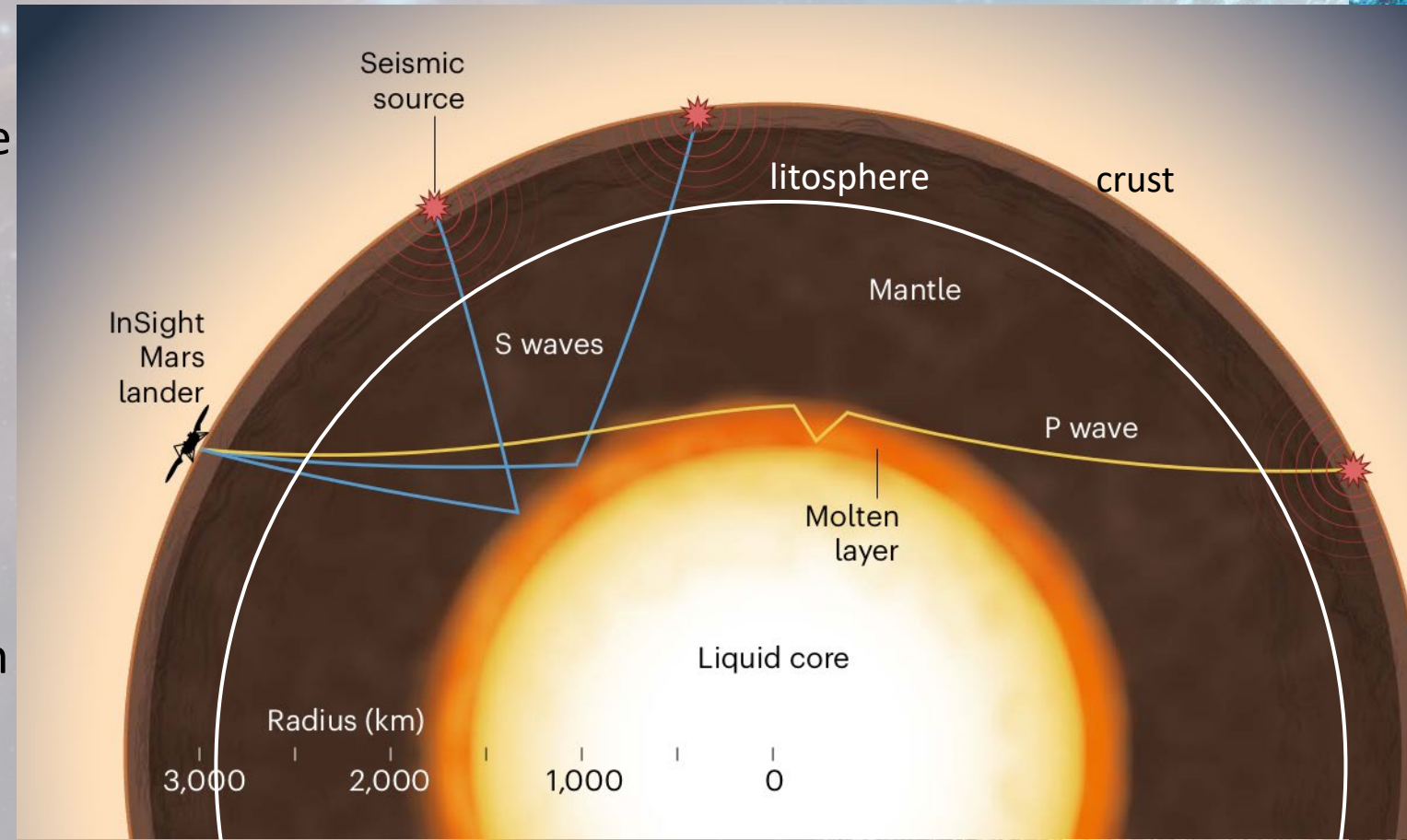
Résultat marquant: la structure interne de Mars

Sismomètre **SEIS** (*Plship français*) à bord de **InSight**

Plus de 1300 séismes détectés, la plupart associés à de la tectonique volcanique (Cerberus Fosse)

Structure interne de Mars :

- épaisseur moyenne de la croûte entre 30 et 72 km, avec multiples couches
- lithosphère (croûte + partie rigide du manteau) d'au moins 400 km d'épaisseur
- une couche de matériaux fondus à la base du manteau (H. Samuel et al., *Nature*, 2023)
- Un noyau liquide ré-évalué à 1650 km de rayon (2023)



Bilan programmatique – faits marquants

- Lancement de **JUICE** – origine des lunes de Jupiter (*Plship français de MAJIS*) – 2023
- Livraison de **MIRS** (*spectro-imageur infrarouge PI français*) à la JAXA pour mission **MMX** – Origine de lunes de Mars – 2026
- Sélection, puis adoption de **EnVision** pour exploration vénusienne (*Plship français du spectro UV et de l'expérience radio science*) – 2021, 2024. Sélection de **Veritas** aux US (*fournitures industrielles pour télécom, bloc optique du spectro IR et participation scientifique Co-I*)
- **BepiColombo** poursuit son voyage depuis 2018, avec une insertion orbitale autour de Mercure prévue en novembre 2026. Quelques survols de Mercure avec tests de **UV PHEBUS** (*PI français*)
- Lancement de **Hera** : première exploration d'un astéroïde binaire (*participation scientifique + Plship radar*)



bepicolombo

Bilan programmatique – retour sur la prospective 2019

Thèmes scientifiques	Type de mesure/d'observables	Cadre (proposé)	(réel, si différent)	Bilan
(QIII) Vie extraterrestre ? (QI) Géochimie & Géochronologie des telluriques (QIII) Origines de la matière organique	Retour d'échantillons : 1. Mars (MSR & MMX) 2. Lune & Petits Corps	MSR, MMX Chang'e 6	Chang'e 5 Hyabusa 2 OSIRIS-REx	
(QI) Formation du Système solaire	(1ère) Exploration <i>in situ</i> des géantes glacées	ESA M* NASA Flagship		
(QII) Divergences climatiques des planètes de type « terrestre »	Topographie & Tectonique vénusiennes	ESA M5	EnVision (M5)	
(QI) Formation / différenciation des corps (QII) Climat des planètes (QIII) Origines de la matière organique	Sondage <i>in situ</i> (si possible sur la base d'une R&T)	NASA Discovery/NF JAXA, ESA	Psyche EnVision (M5) Hy 2 – O-Rex	
(QI) Formation des Système solaire/petits corps (QI) Dynamo/Magnétosphère de la Lune ou de Mars	Structure interne et/ou magnétosphère d'un petit/grand corps par nanosat	NASA Discovery, ESA Plan. Defense, CNSA Zenghe	Comet interc Hera M-Matisse	
(QI) Stratigraphie & Structure interne (QII) Étude des volatiles et de la matière réfractaire	Opportunité d'instrument « sur étagère »	Contexte lunaire	FSS DORN	

majeures

substantielles

modérées

7