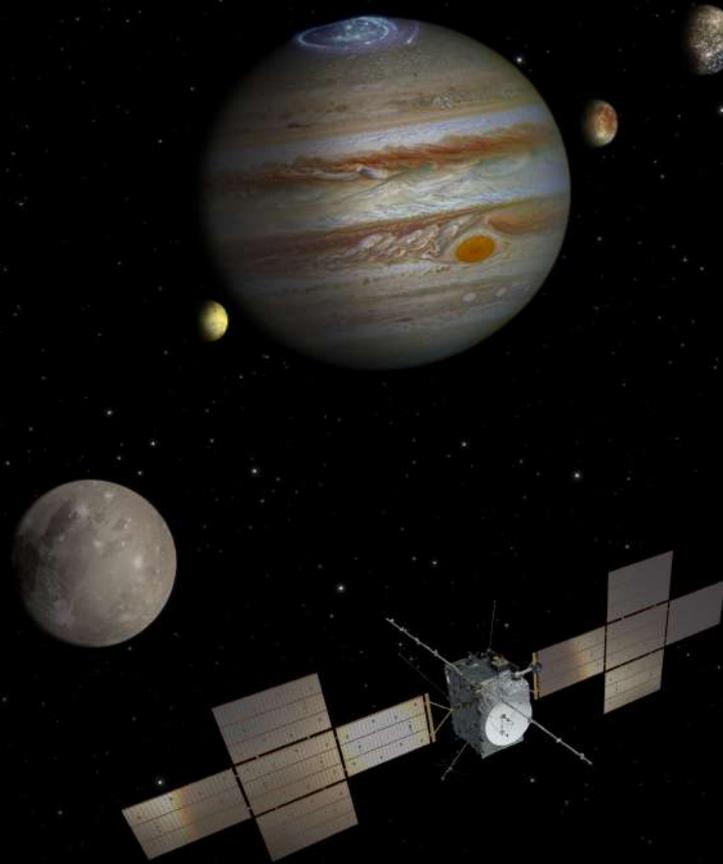
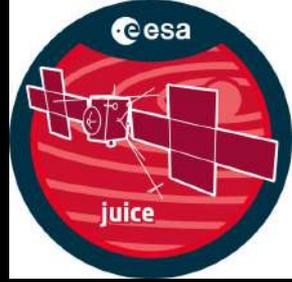


Jupiter Icy Moons Explorer

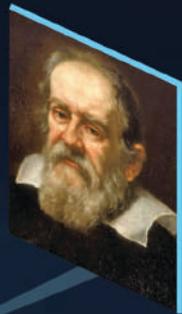
*Une mission européenne pour explorer Jupiter
et ses lunes glacées*



Thibault Cavalié (Laboratoire d'Astrophysique de Bordeaux)

thibault.cavalié@u-bordeaux.fr





1610

Discovery



1974

Insight



1985

Deep habitats on Earth



1995

Exploration



2004

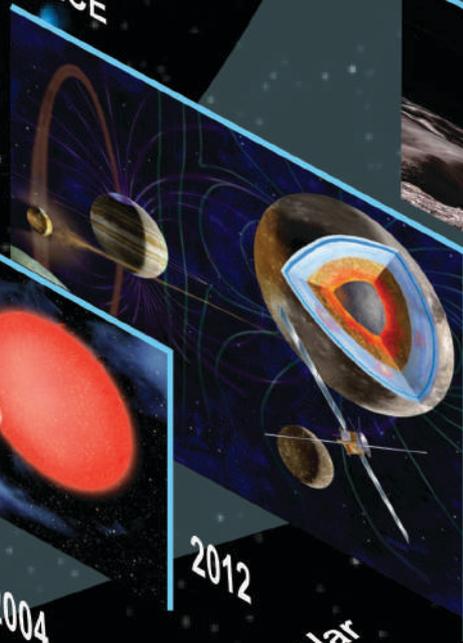
Exploration



2012

First extra-solar waterworld

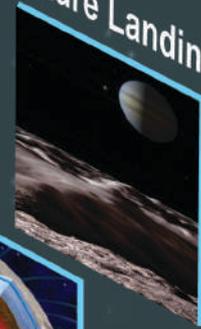
JUICE



2030

Characterisation

Future Landings



Plan de l'exposé

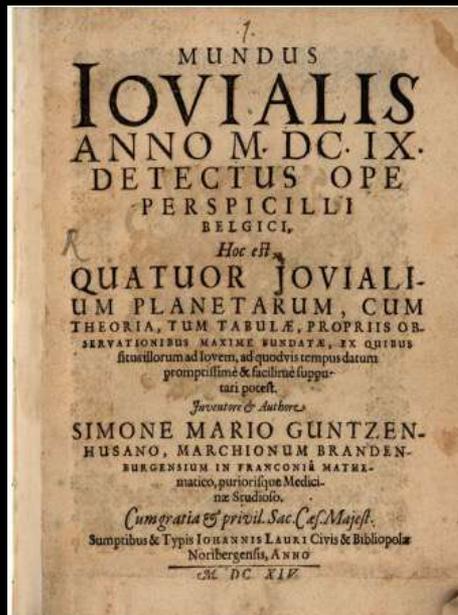
- Introduction
 - Les 1^{ères} observations de Jupiter
 - L'exploration moderne de Jupiter
- Quelques grandes questions scientifiques
- La mission JUICE

Les 1^{ères} observations de Jupiter

Observations de Galilée
en janvier 1610

Découverte des satellites galiléens

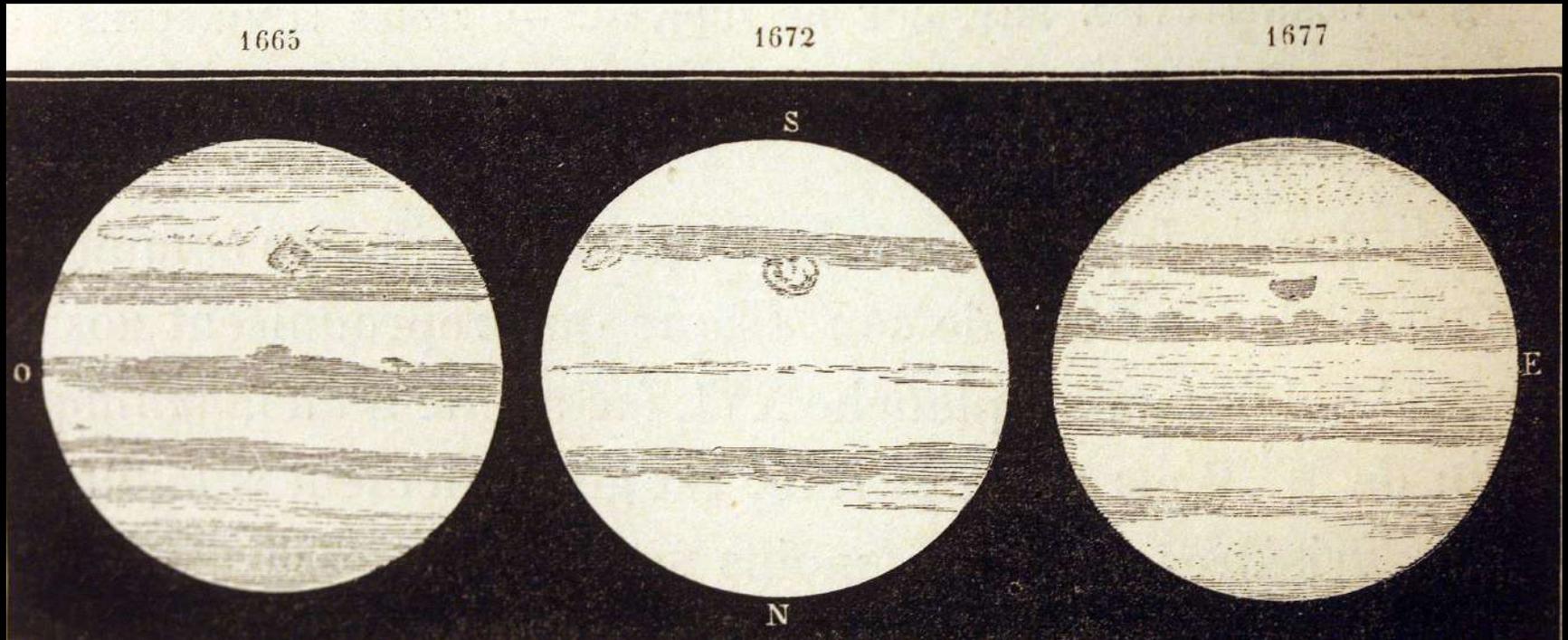
Leur nom vient de
Simon Marius



Observationes Iovialis
1610

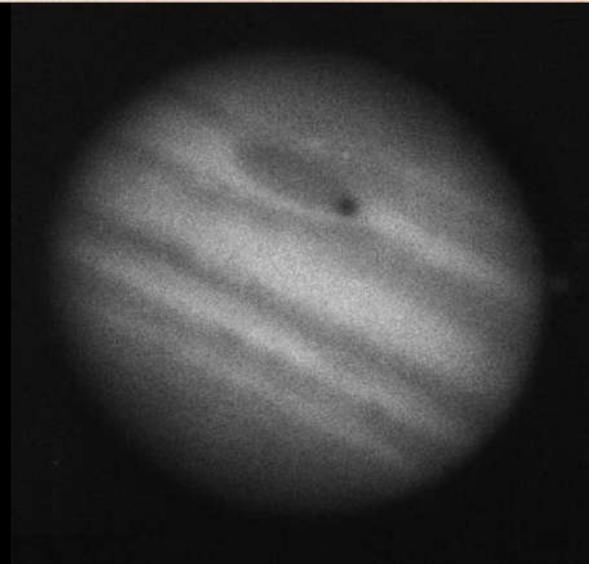
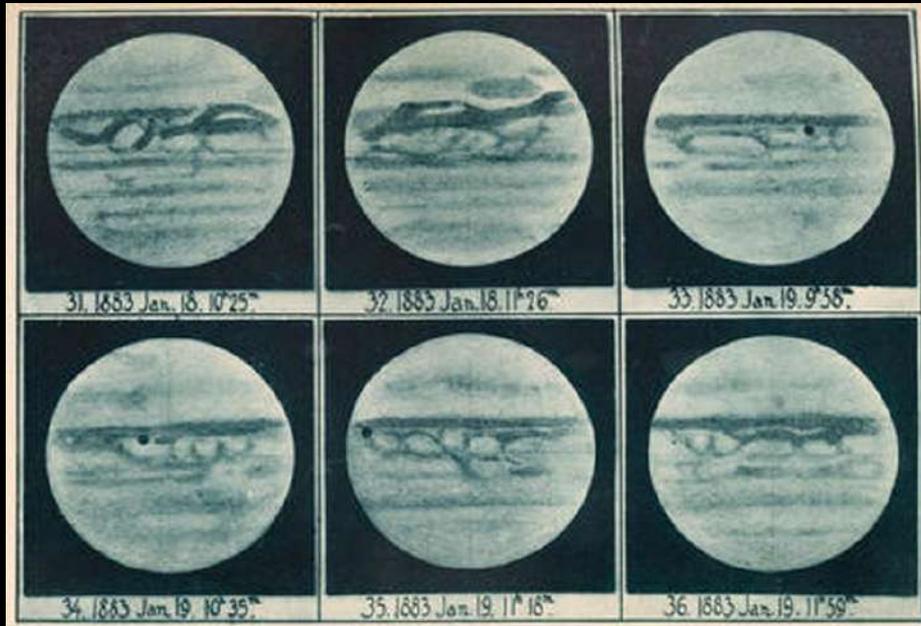
20. Janis. mart H. 12	○ **
30. marc'	** ○ *
2. Febr.	○ ** *
3. marc'	○ * *
3. Ho. 5.	* ○ *
4. marc'	* ○ **
6. marc'	** ○ *
8. marc' H. 13.	* * * ○
10. marc'	* * * ○ *
11.	* * ○ *
12. H. 4. Febr.	* ○ *
13. marc'	* ** ○ *
14. Marc'	* * * ○ *

Les 1^{ères} observations de Jupiter



Observations de Cassini
1^{ère} observations de la grande tâche rouge ?

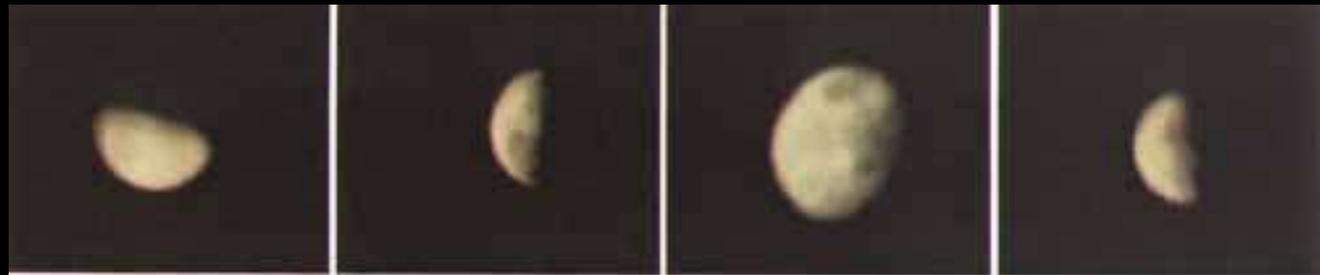
Les 1^{ères} observations de Jupiter



Lick Observatory
1891

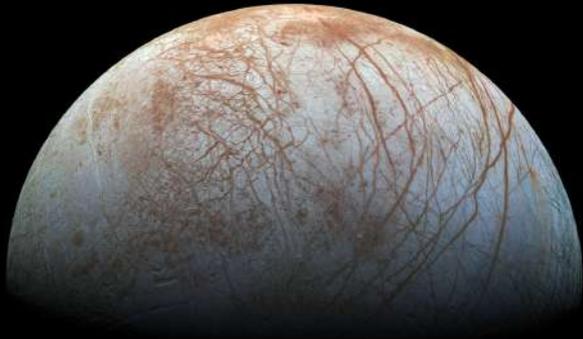
L'exploration moderne de Jupiter : Pioneer

Les 1^{ers} survols par des sondes spatiales
Pioneer 10 et 11 en 1973 et 1974



L'exploration moderne de Jupiter : Voyager

Voyager 1 et 2 en 1979



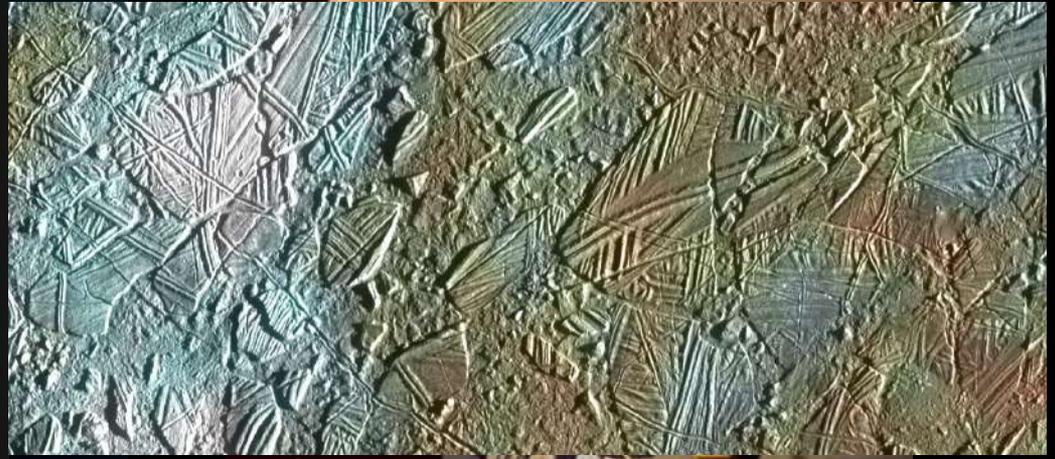
Quelle diversité !

Il faut envoyer une sonde en orbite dans ce système !

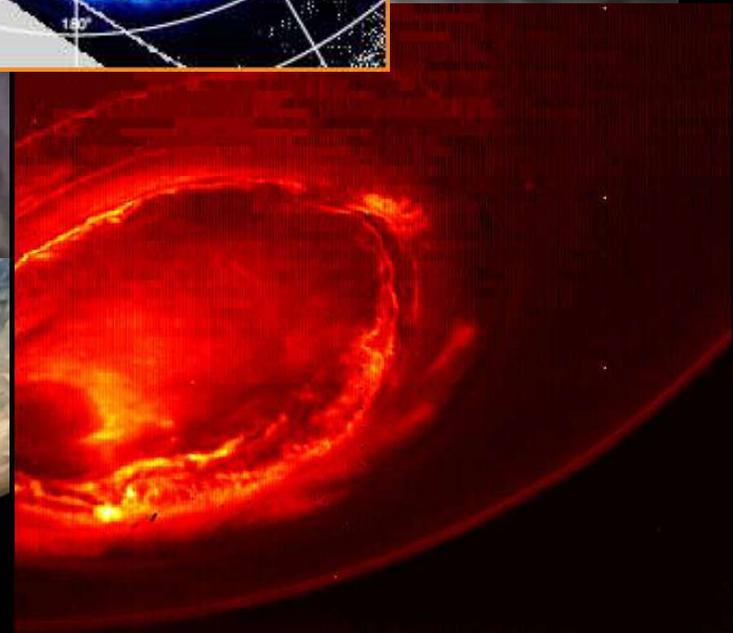
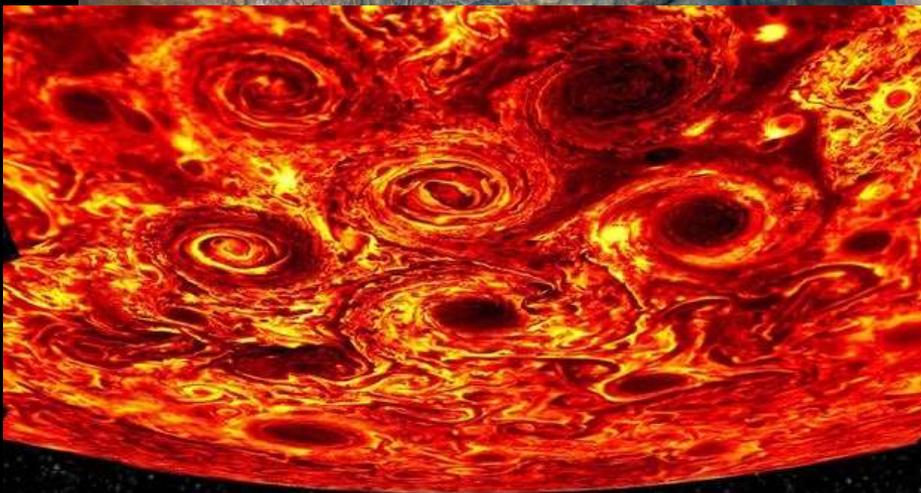
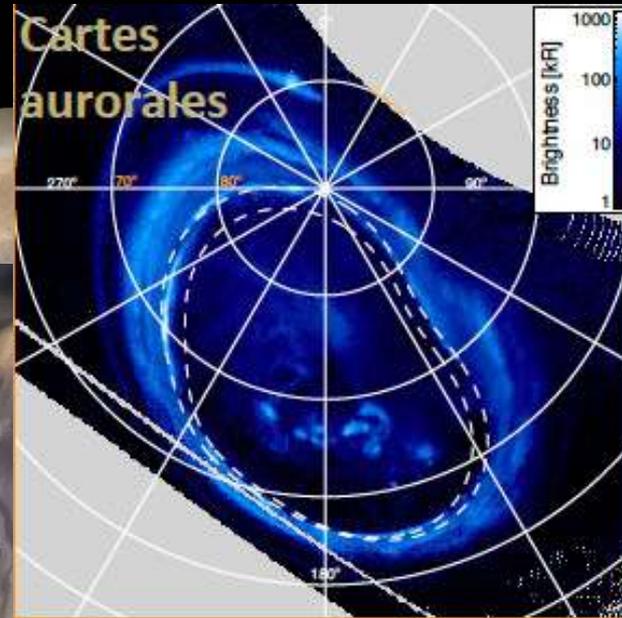
L'exploration de Jupiter : Galileo (1995-2003)



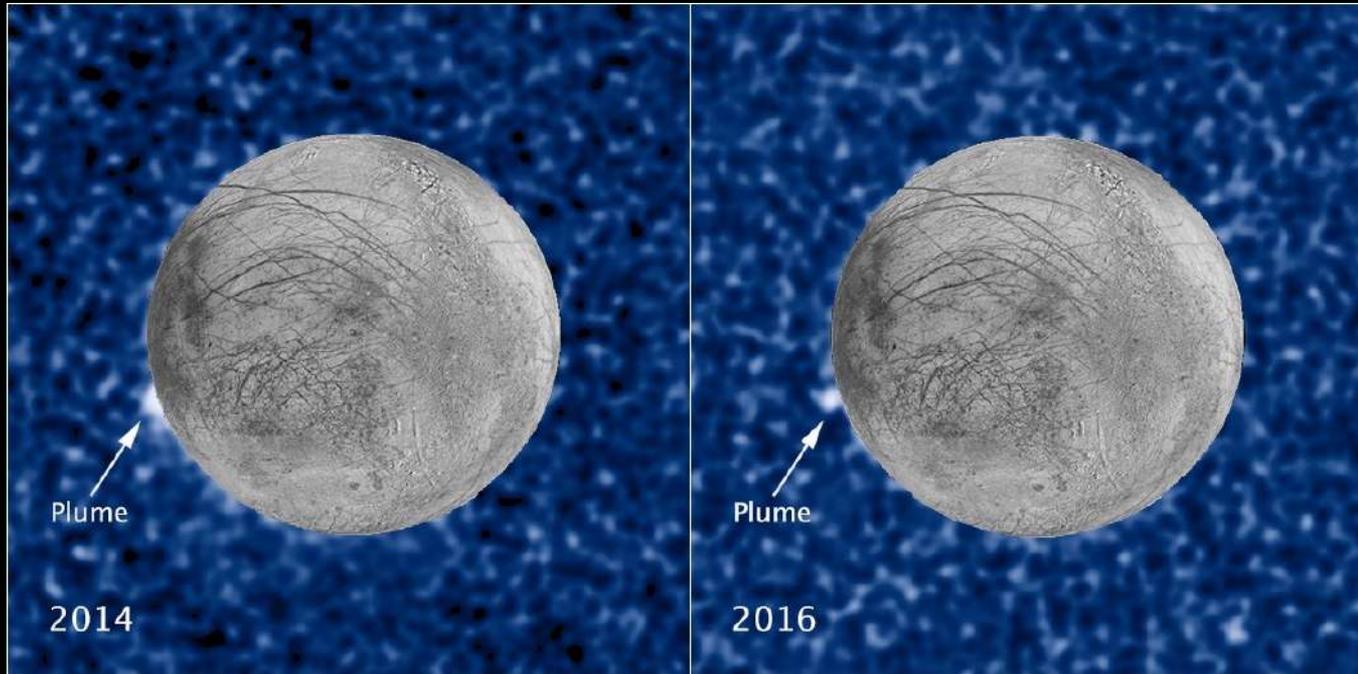
L'antenne de communicati



L'exploration de Jupiter : Juno (2017-2025 ?)



L'exploration de Jupiter : les geysers d'Europe

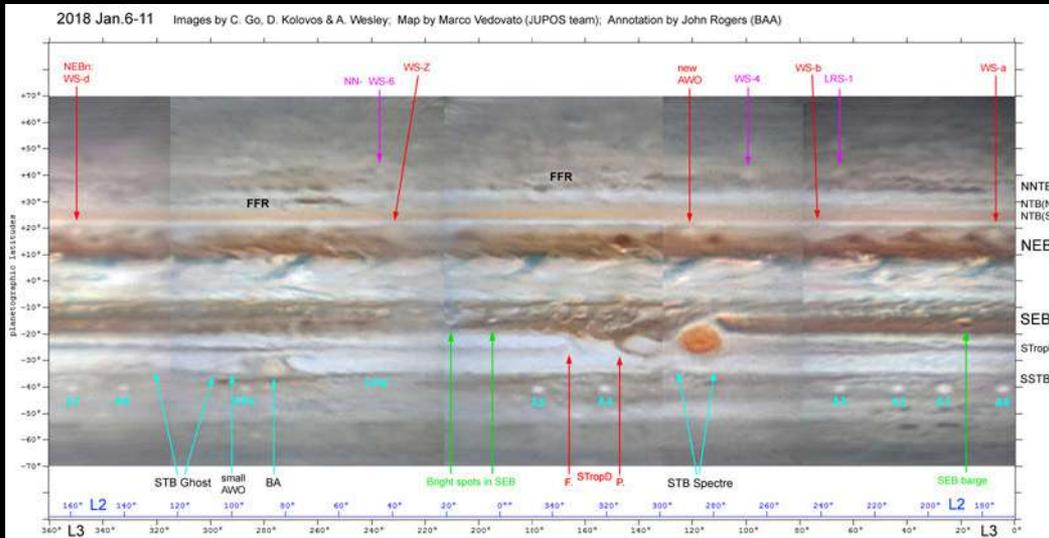


Détection de geysers d'eau sur Europe ?



Ils semblent similaires aux geysers d'Encelade

L'exploration de Jupiter par la communauté amateur



Jupiter + Fireball

Anthony Wesley, Broken Hill Australia
3 Jun 2010 20:31.6 Z CMI 299 CMII 33 CMIII 209

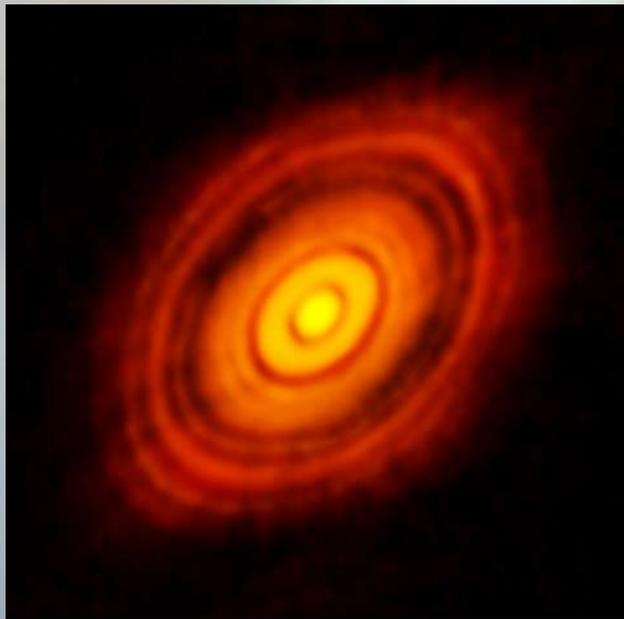
<http://pvol2.ehu.es/pvol2/>

Plan de l'exposé

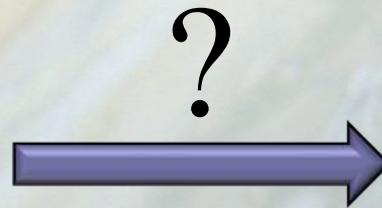
- Introduction
 - Les 1^{ères} observations de Jupiter
 - L'exploration moderne de Jupiter
- Quelques grandes questions scientifiques
- La mission JUICE

Quelques grandes questions scientifiques

- Comment Jupiter et les satellites galiléens se sont-ils formés ?



Disque protoplanétaire



Échelle de temps,
composition,
migration



Jupiter et son système

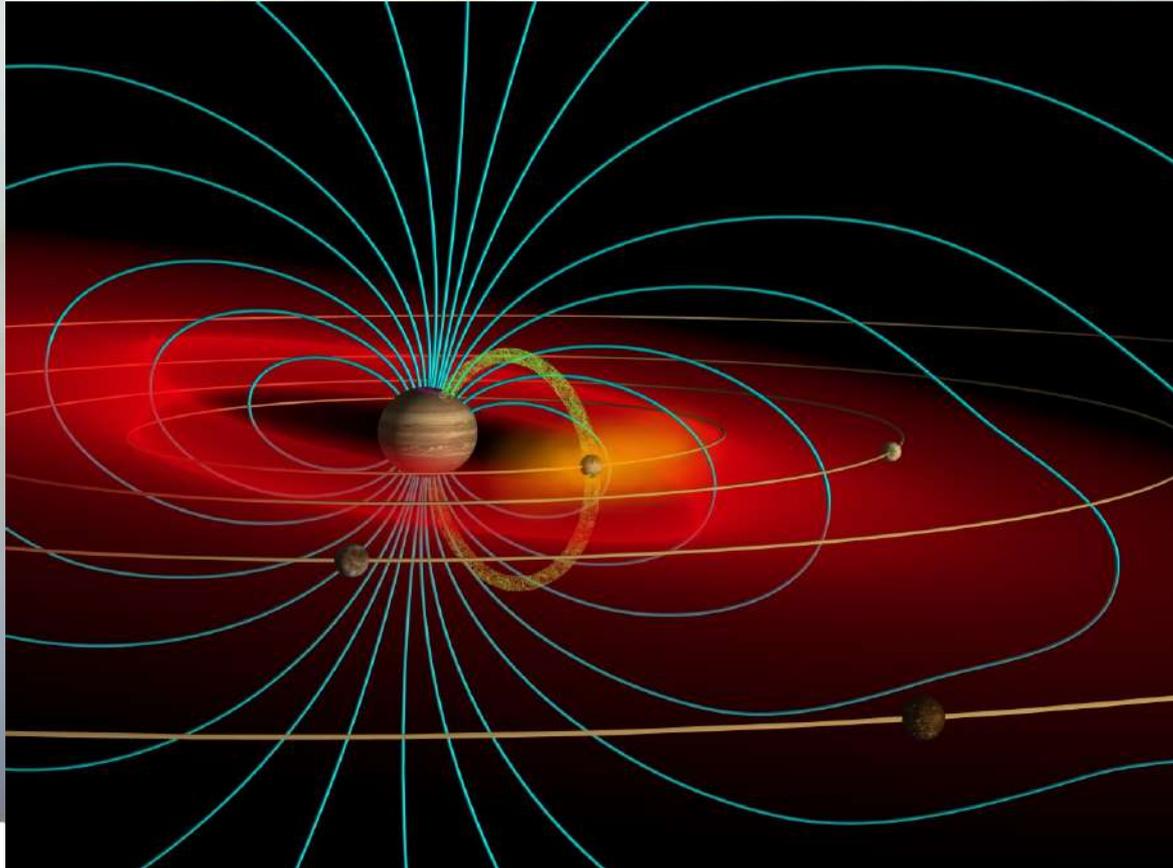
Quelques grandes questions scientifiques

- Comment Jupiter et les satellites galiléens se sont-ils formés ?
- Comment l'atmosphère de Jupiter fonctionne-t-elle ?



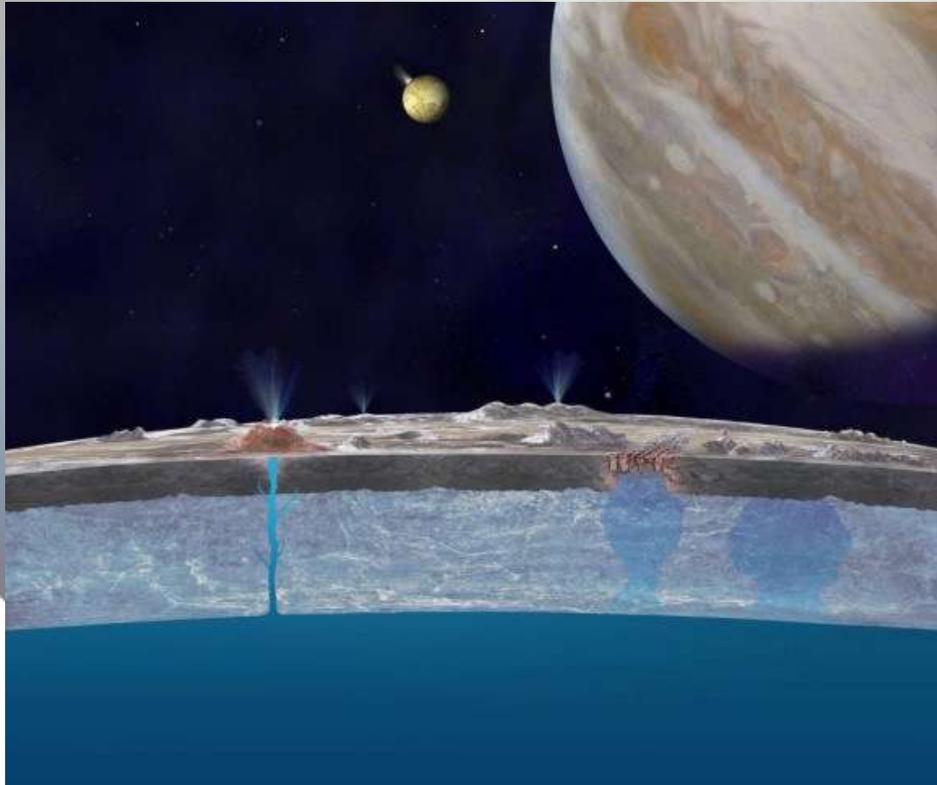
Quelques grandes questions scientifiques

- Comment Jupiter et les satellites galiléens se sont-ils formés ?
- Comment l'atmosphère de Jupiter fonctionne-t-elle ?
- Comment Jupiter interagit-elle avec son environnement ?



Quelques grandes questions scientifiques

- Comment Jupiter et les satellites galiléens se sont-ils formés ?
- Comment l'atmosphère de Jupiter fonctionne-t-elle ?
- Comment Jupiter interagit-elle avec son environnement ?
- Les satellites galiléens constituent-ils des zones habitables ?



Plan de l'exposé

- Introduction
 - Les 1^{ères} observations de Jupiter
 - L'exploration moderne de Jupiter
- Quelques grandes questions scientifiques
- La mission JUICE



Io



Europa



Ganymede



Callisto



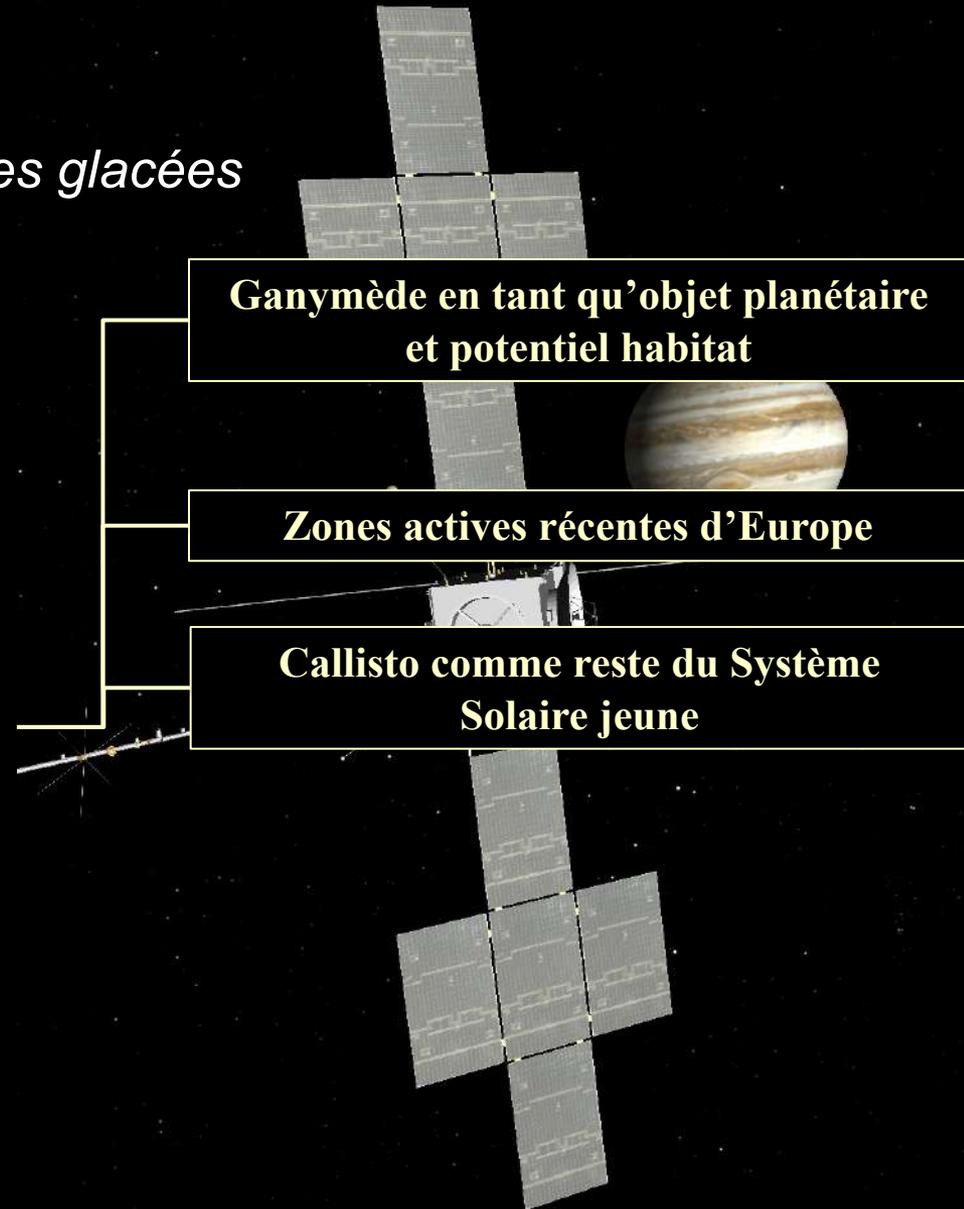
*Émergence de mondes habitables autour de géantes gazeuses
Le Système de Jupiter en tant qu'archétype de géante gazeuse*

JUICE

Une mission vers Jupiter et ses lunes glacées

JUICE : Thèmes scientifiques

- *Émergence de mondes habitables autour de géantes gazeuses*

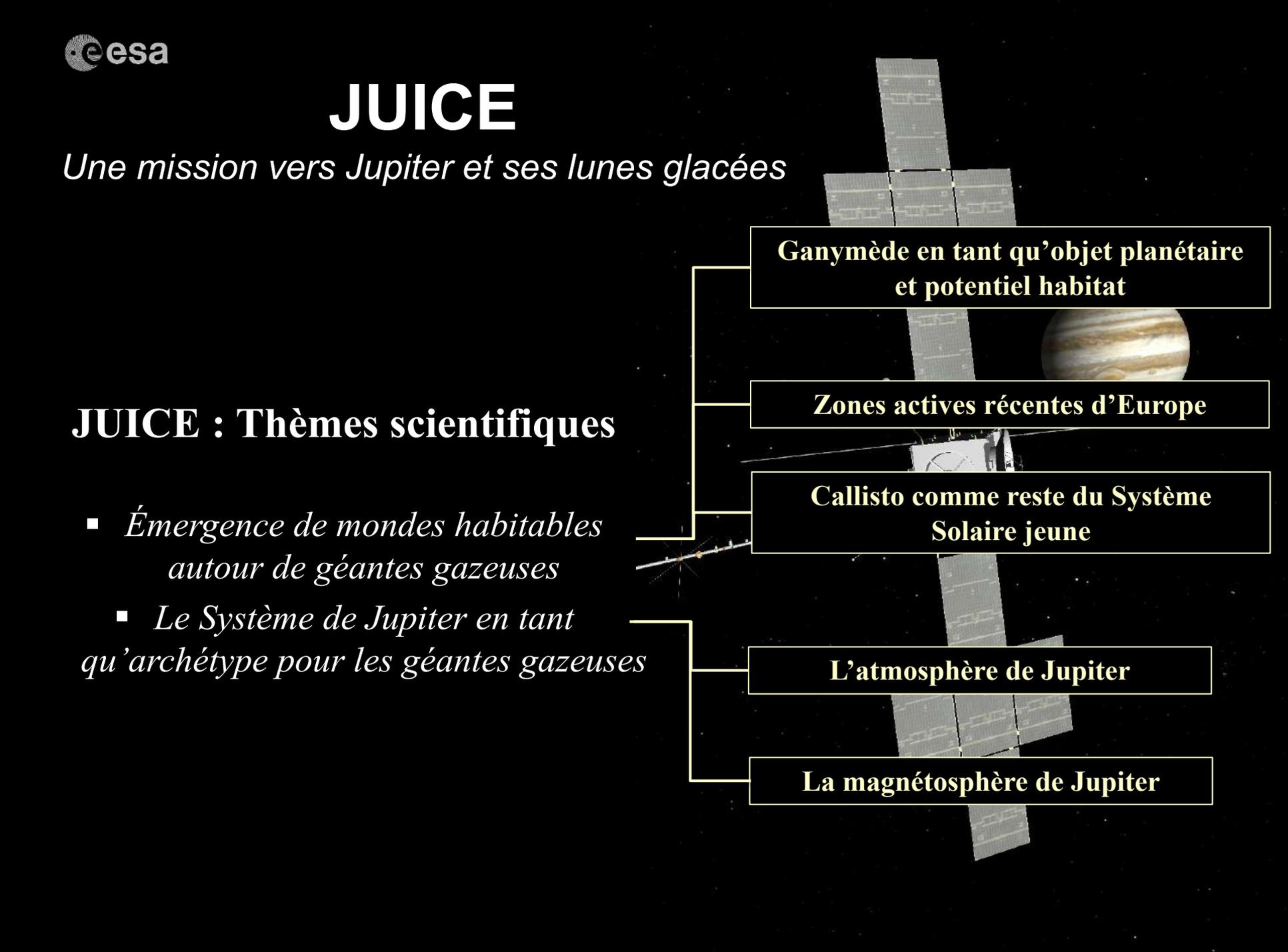


JUICE

Une mission vers Jupiter et ses lunes glacées

JUICE : Thèmes scientifiques

- *Émergence de mondes habitables autour de géantes gazeuses*
- *Le Système de Jupiter en tant qu'archétype pour les géantes gazeuses*



Ganymède en tant qu'objet planétaire et potentiel habitat

Zones actives récentes d'Europe

Callisto comme reste du Système Solaire jeune

L'atmosphère de Jupiter

La magnétosphère de Jupiter

La magnétosphère de Jupiter, si on pouvait la voir dans le ciel depuis la Terre
C'est le plus grand objet astrophysique dans notre ciel !



Design de la mission



Design du vaisseau

Instruments

Phases de la mission

Masse au lancement

5264 kg

Ergols

2857 kg

Instruments

219 kg

80-180 W (pics à 350 W)

Puissance

Panneaux solaires (97m²) – 840W

Antenne haut gain

3.2m, fixe, X and Ka

Télémetrie

>3.5 Gbits / 8h

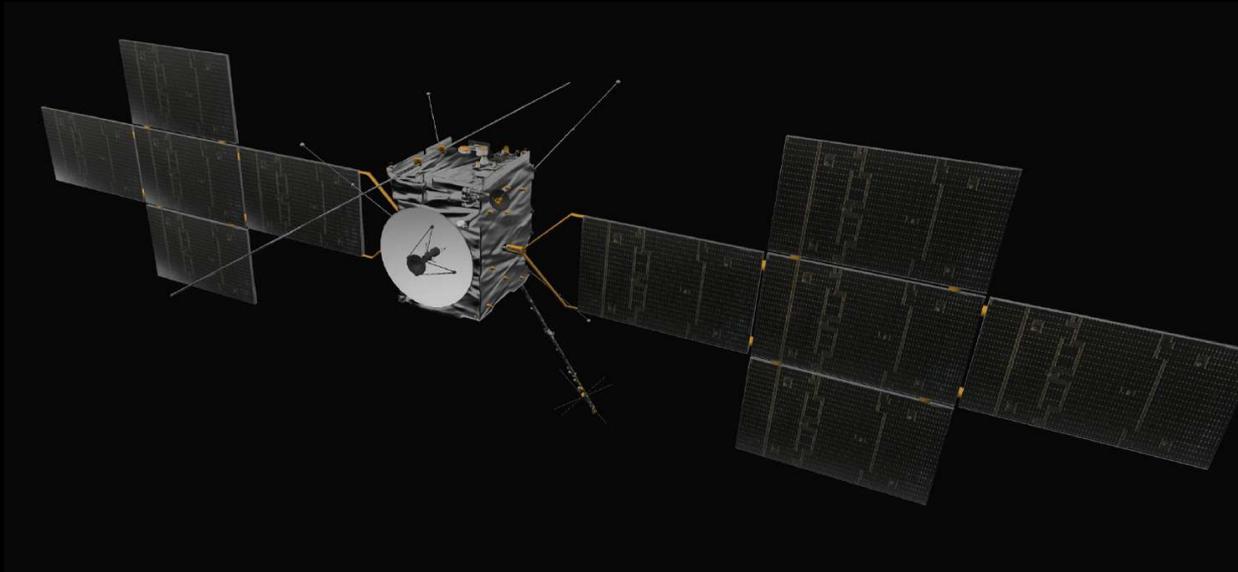


Photo credit: Airbus Defense and Space, Toulouse



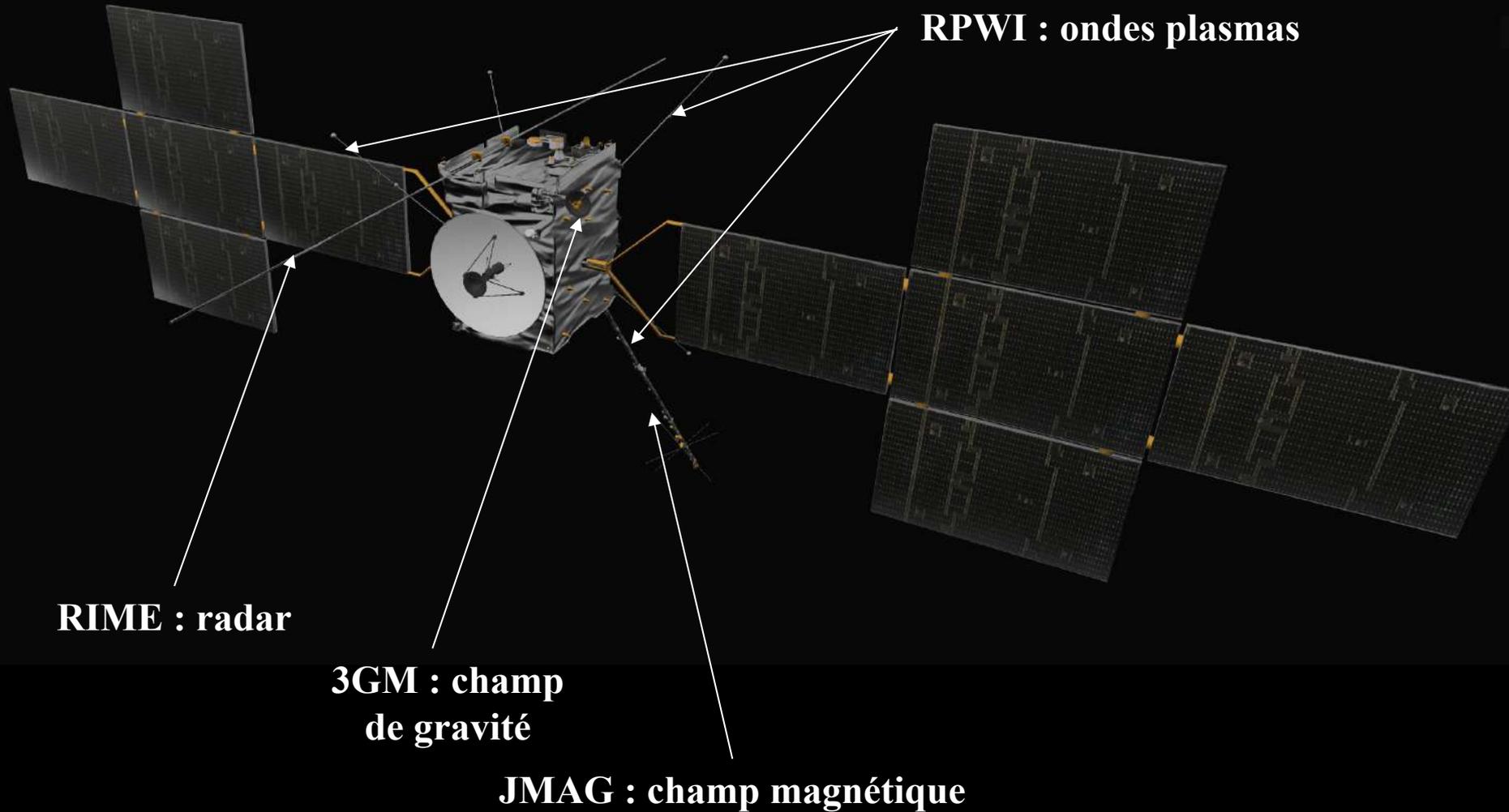
Design de la mission



Design du vaisseau

Instruments

Phases de la mission

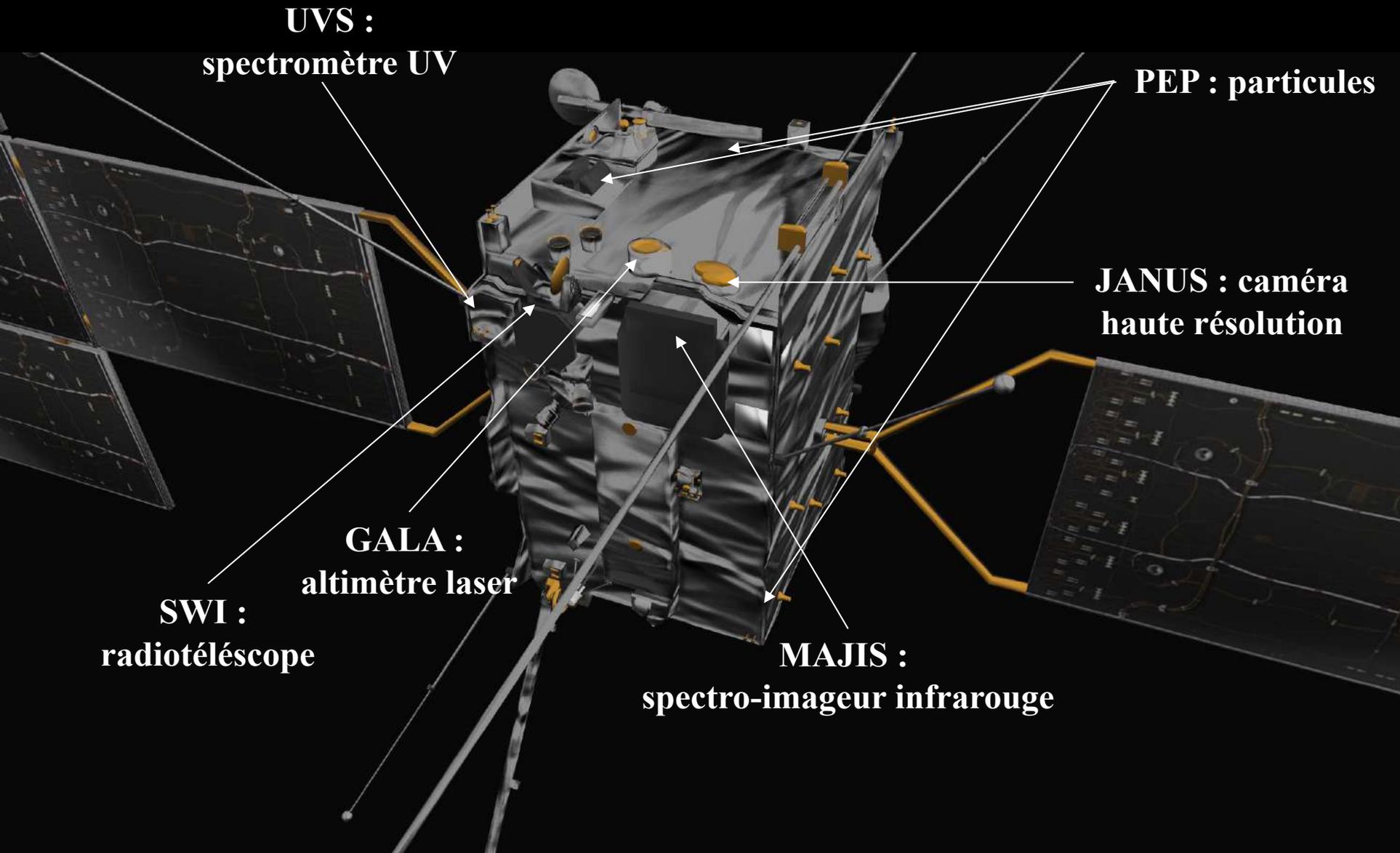


Design de la mission

Design du vaisseau

Instruments

Phases de la mission



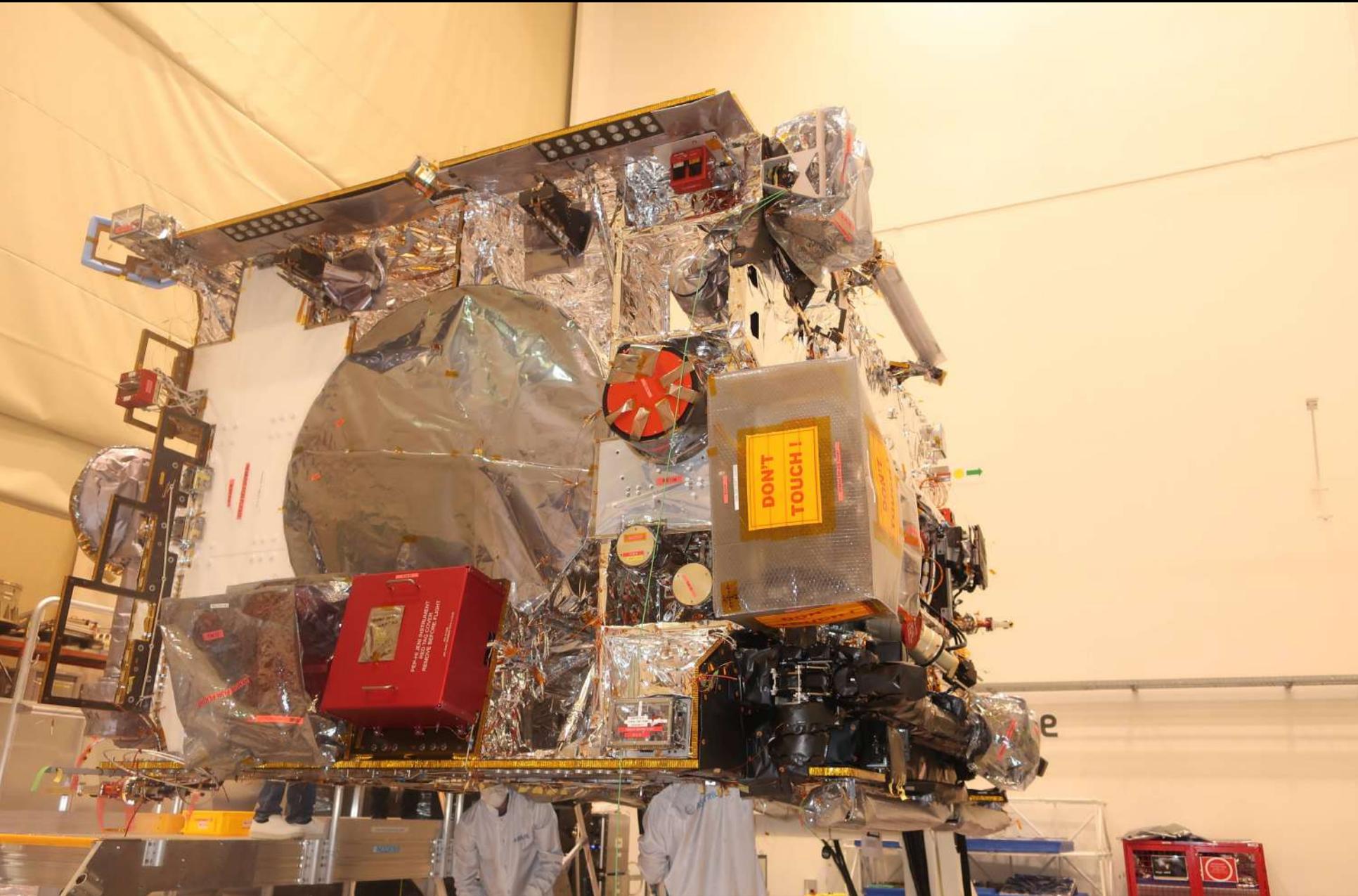
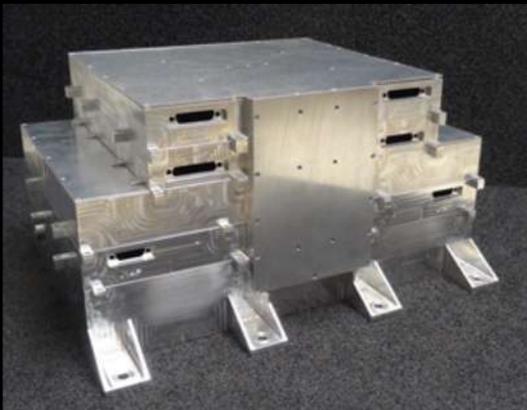
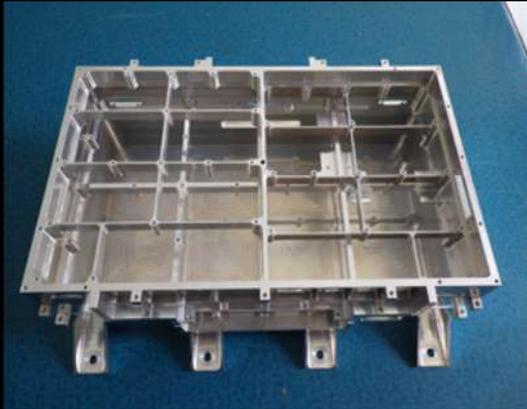


Photo credit: Airbus Defense and Space, Toulouse

Contributions du Laboratoire d'Astrophysique de Bordeaux

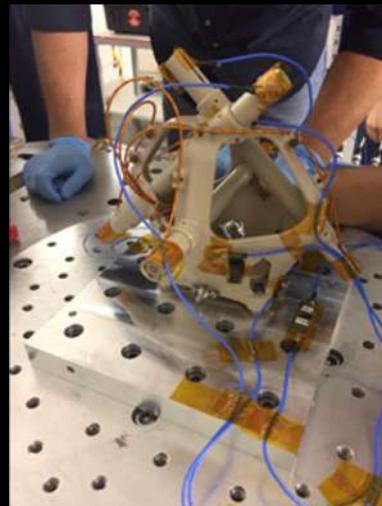
MAJIS : Boîtiers électroniques

Fabrication des modèles de qualification et de vol



RPWI : Magnétomètre

Conception, fabrication et qualification du châssis



SWI : Logiciel embarqué

Conception des modes d'observation, planification des observations



Photo credit: Max Planck Institute for Solar System Research, Göttingen, Germany

Design de la mission



Design du vaisseau

Instruments

Phases de la mission

Lancement	14 avril 2023
Transfert interplanétaire	8 ans
Insertion orbitale jovienne et premiers survols (Ganymède et Callisto)	Juillet 2031 11 months
2 survols d'Europe	Feb 2031 36 days
Orbite inclinée	60 days
Transfert de Callisto vers Ganymède	April 2031 200 days
Insertion orbitale autour de Ganymède	Nov 2031 11 months
Orbite polaire autour de Ganymède (5000 km puis 500 km d'altitude)	Sep 2032 150 days 102 days
Fin de mission	Mi-2036 ?



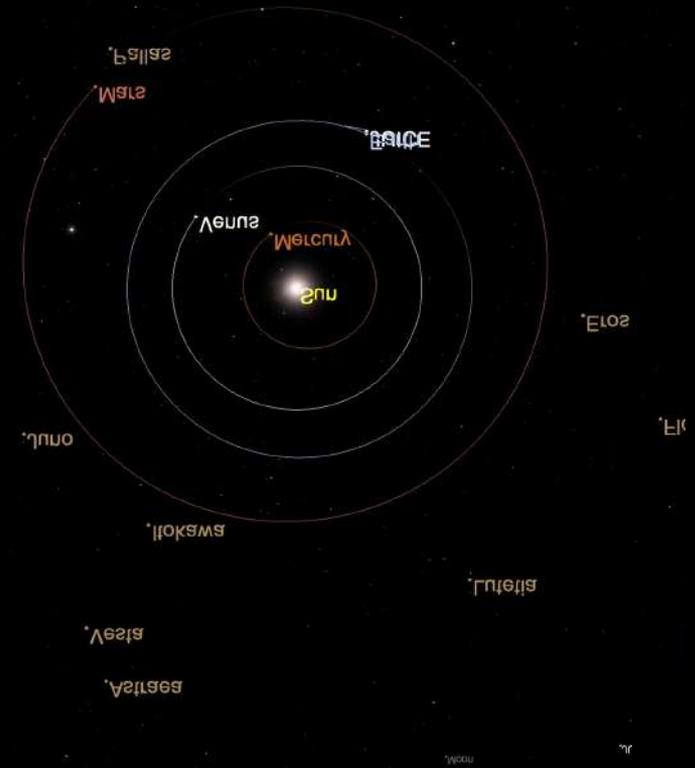
Design de la mission

Design du vaisseau

Instruments

Phases de la mission

Lancement	14 avril 2023
Transfert interplanétaire	8 ans
Insertion orbitale jovienne et premiers survols (Ganymède et Callisto)	Juillet 2031 11 months
2 survols d'Europe	Feb 2031 36 days
Orbite inclinée	60 days
Transfert de Callisto vers Ganymède	April 2031 200 days
Insertion orbitale autour de Ganymède	Nov 2031 11 months
Orbite polaire autour de Ganymède (5000 km puis 500 km d'altitude)	Sep 2032 150 days 102 days
Fin de mission	Mi-2036 ?



Design de la mission



Design du vaisseau

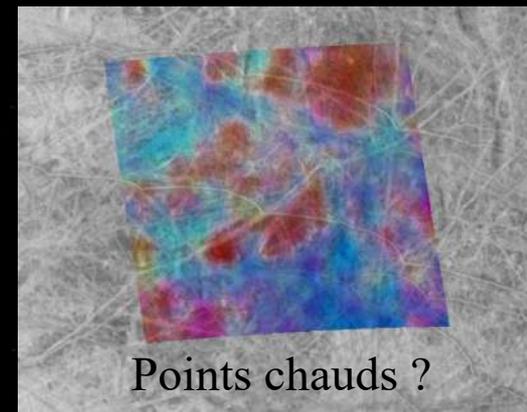
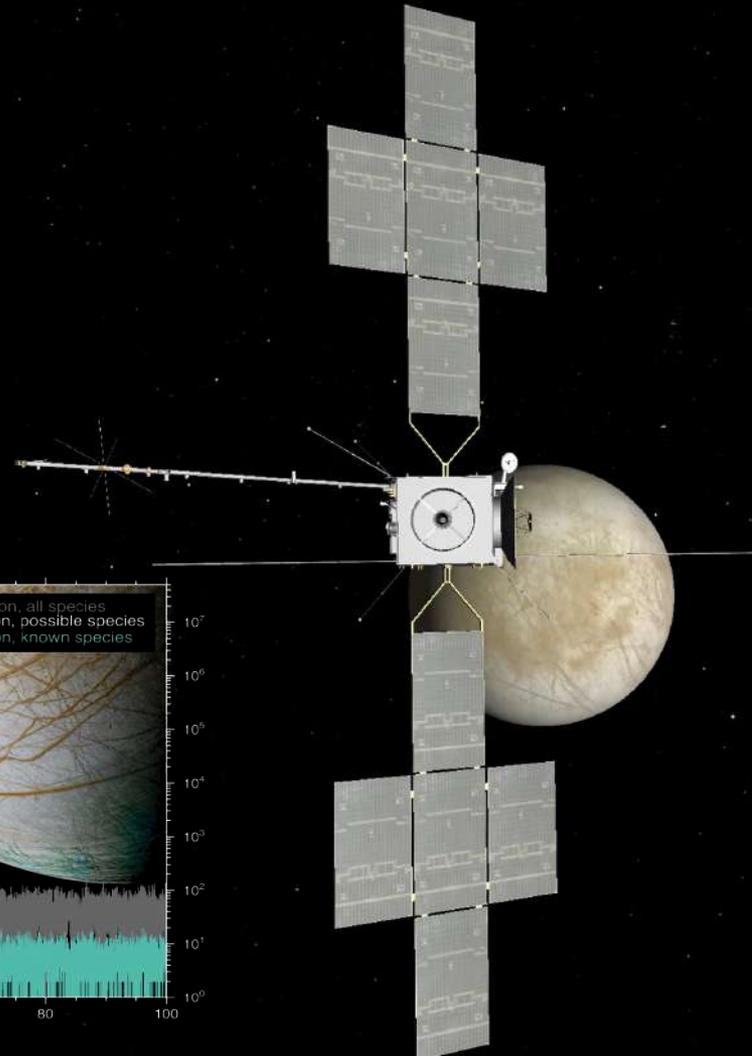
Instruments

Phases de la mission

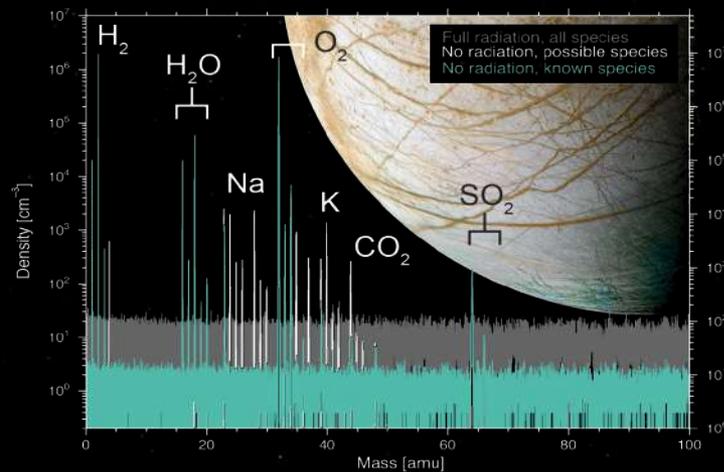
Lancement	14 avril 2023
Transfert interplanétaire	8 ans
Insertion orbitale jovienne et premiers survols (Ganymède et Callisto)	Juillet 2031 11 mois
2 survols d'Europe	Juillet 2032 1 mois
Orbite inclinée	Août 2032 16 mois
Transfert de Callisto vers Ganymède	Novembre 2033 13 mois
Insertion orbitale autour de Ganymède	Décembre 2034 13 mois
Orbite polaire autour de Ganymède (5000 km puis 500 km d'altitude)	Janvier 2034 100 jours 120 jours
Fin de mission	Fin 2035 ?



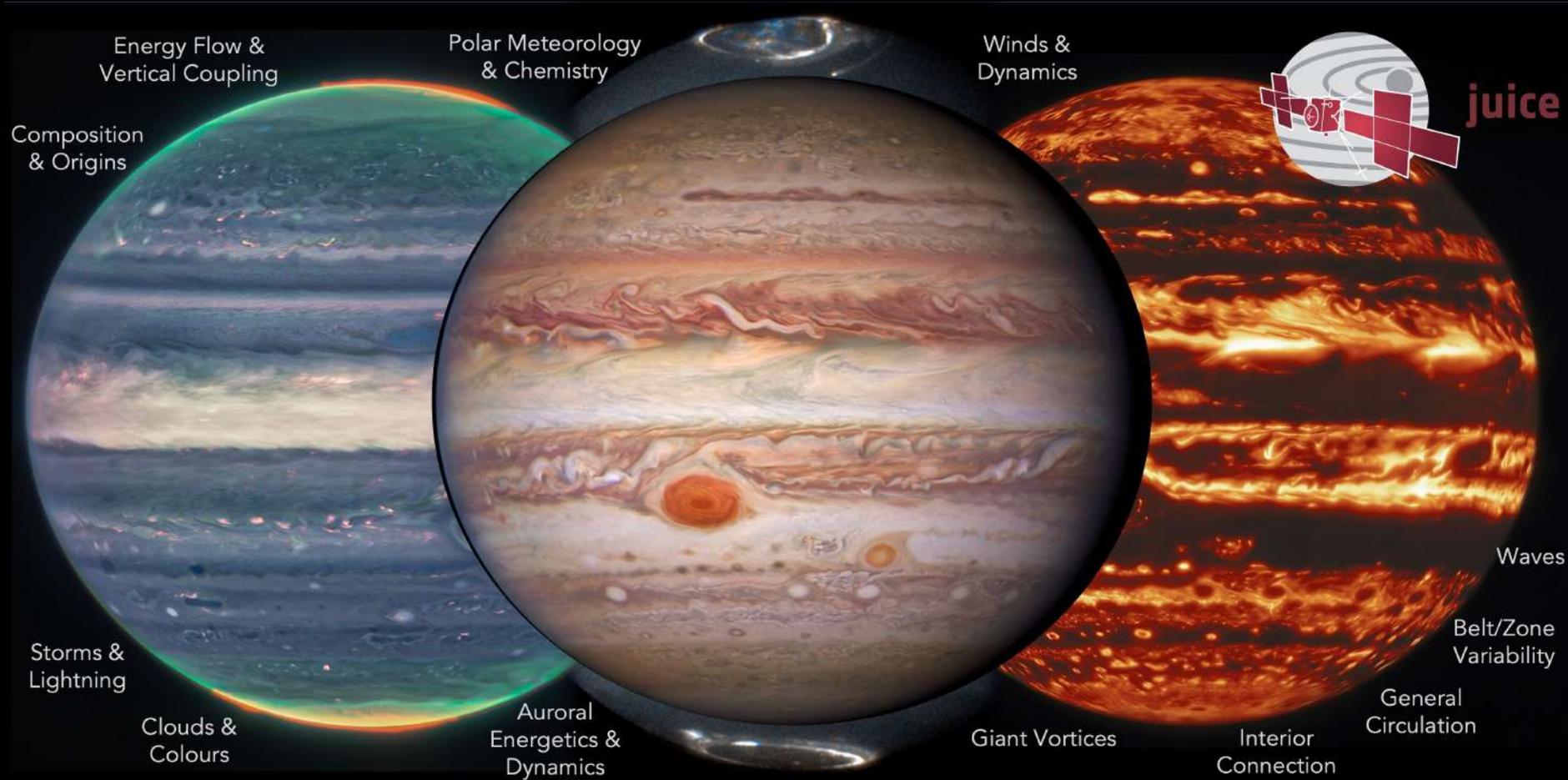
1^{er} survol d'Europe en juillet 2032



Composition des jets



Étude de l'atmosphère de Jupiter (2031-2034)



Design de la mission

Design du vaisseau

Instruments

Phases de la mission

Lancement	14 avril 2023
Transfert interplanétaire	8 ans
Insertion orbitale jovienne et premiers survols (Ganymède et Callisto)	Juillet 2031 11 mois
2 survols d'Europe	Juillet 2032 1 mois
Orbite inclinée	Août 2032 16 mois
Transfert de Callisto vers Ganymède	Novembre 2033 13 mois
Insertion orbitale autour de Ganymède	Décembre 2034 13 mois
Orbite polaire autour de Ganymède (5000 km puis 500 km d'altitude)	Janvier 2034 100 jours 120 jours
Fin de mission	Fin 2035 ?

1) Insertion orbitale et orbite elliptique



2) Orbite 5000 km



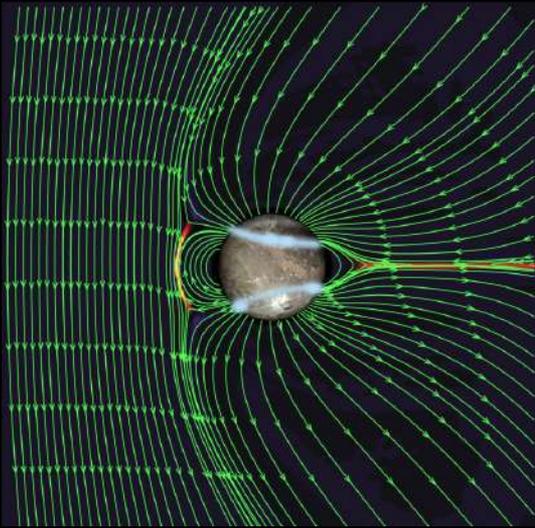
3) De 5000 km à 500 km



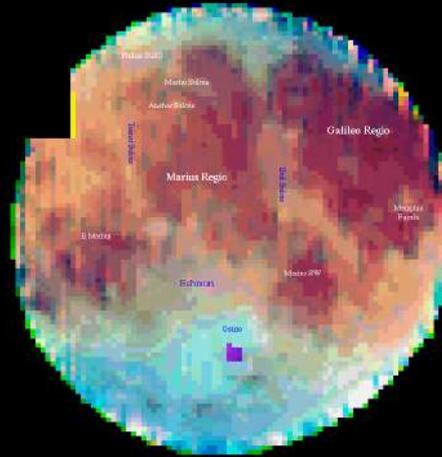
4) Orbite à 500 km



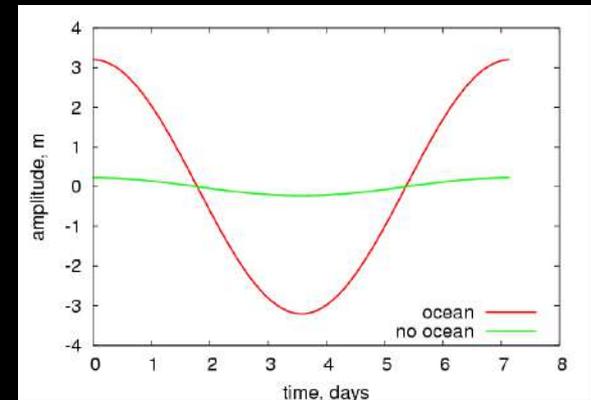
Étude de Ganymède (2034-2035)



Champ magnétique induit



Composition de surface



Effets de marée
sur la surface glacée ?

Et maintenant, on fait quoi ?

- Préparation scientifique : observations depuis la Terre



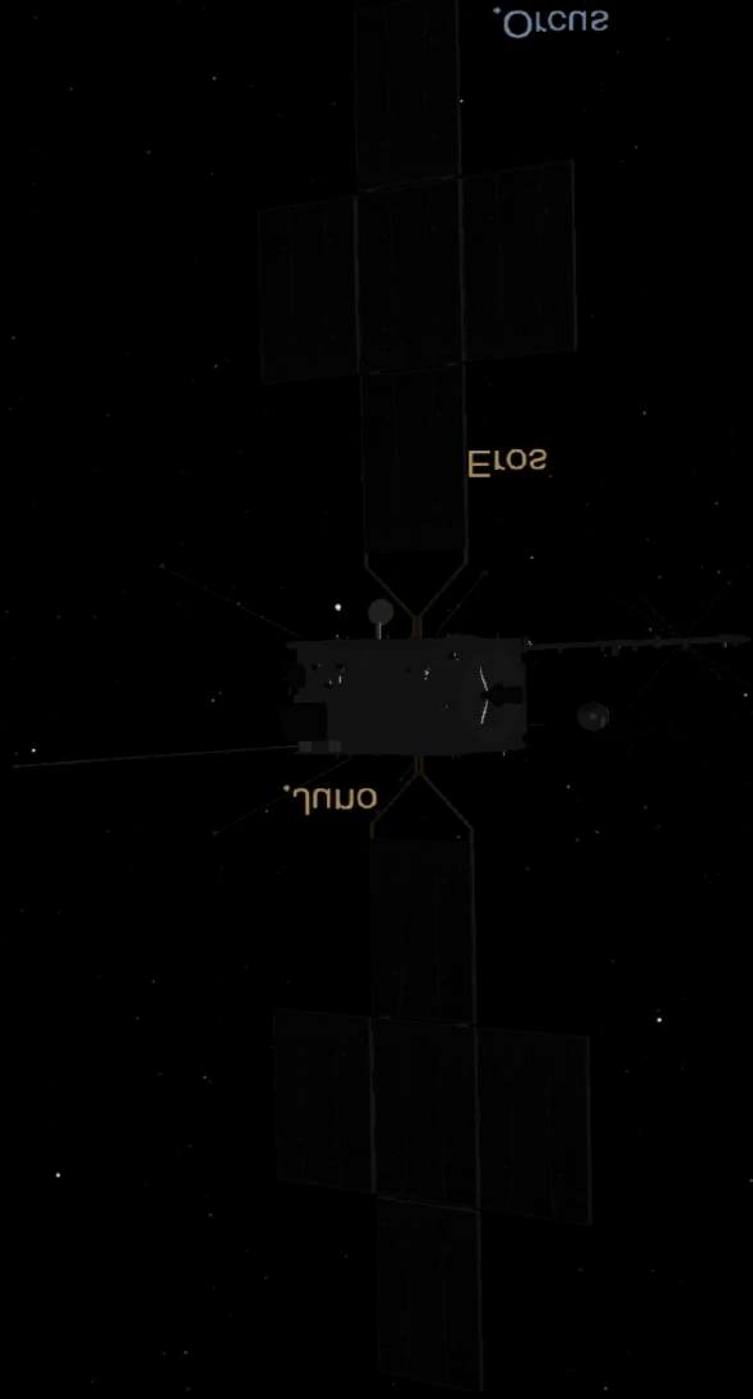
1^{ère} observation de Jupiter avec le James Webb Space Telescope

- Préparation des opérations
 - 2 fenêtres de vérification des instruments tous les ans
 - 1^{er} survol de la Terre en août 2024

Et maintenant, on fait quoi ?

- 1^{ère} journée de commissioning de l'instrument SWI au centre de contrôle mission de Darmstadt – 12 mai 2023





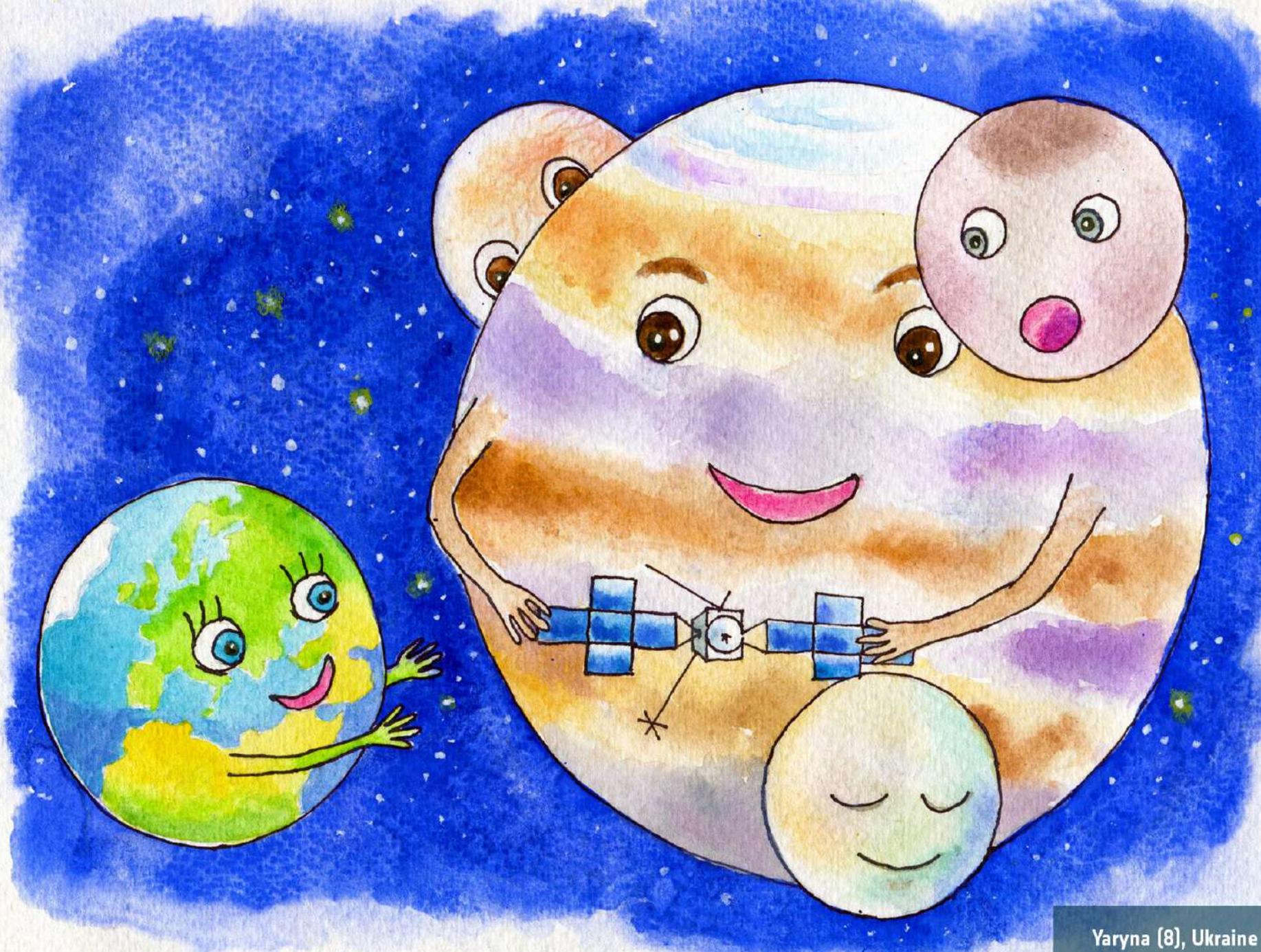
Orbit

ELOS

Leung
Astris

onul

13000X1



Yaryna (8), Ukraine