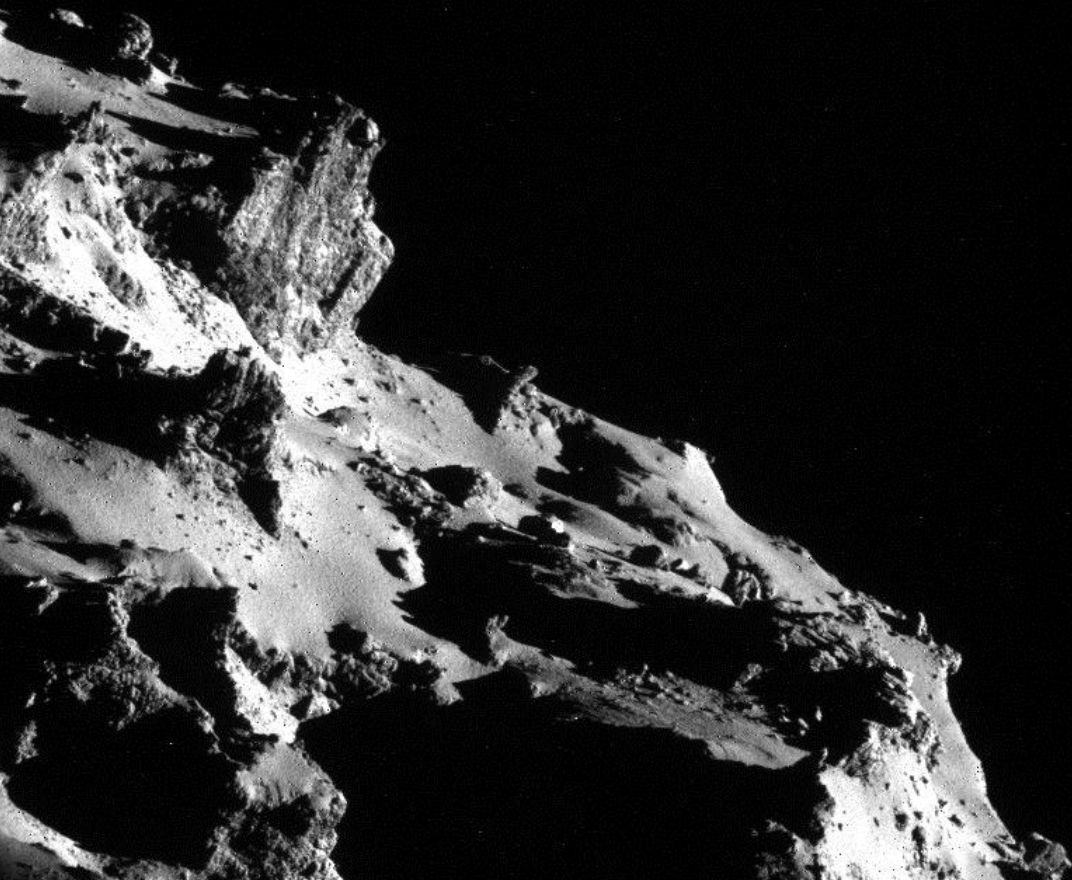


ROSETTA

à quelques semaines
de son atterrissage final



SOMMAIRE

- **LES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES DE LA MISSION ROSETTA**
- **LES DERNIERES ACTIVITES DE PHILAE ET DE ROSETTA**
- **ONT-ILS ATTEINT LEURS OBJECTIFS ?**

1- Les objectifs scientifiques de la mission Rosetta

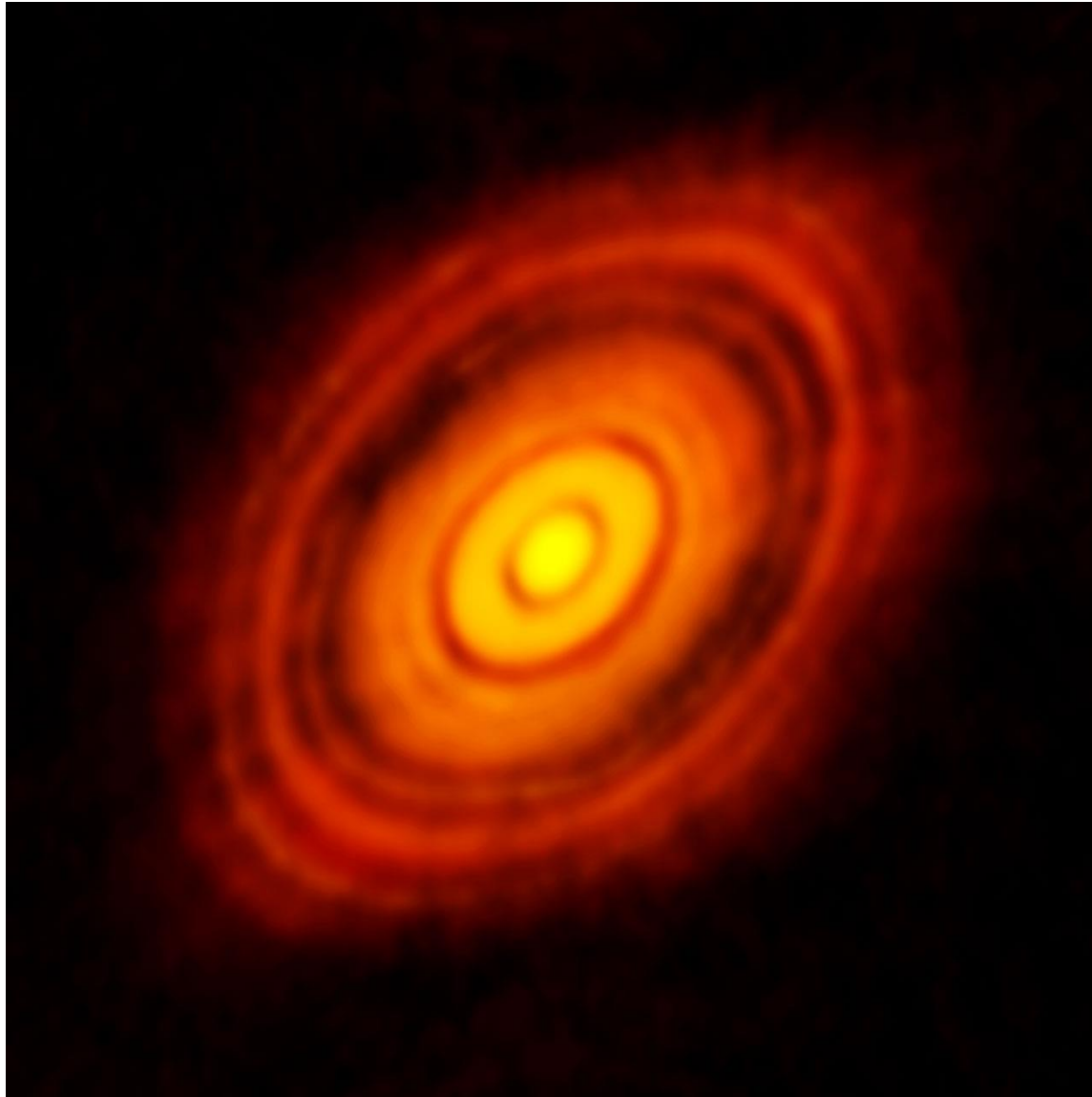
LA FORMATION DU SYSTÈME SOLAIRE

©ESO

il y a 4,6 milliards d'années dans notre Voie Lactée ...

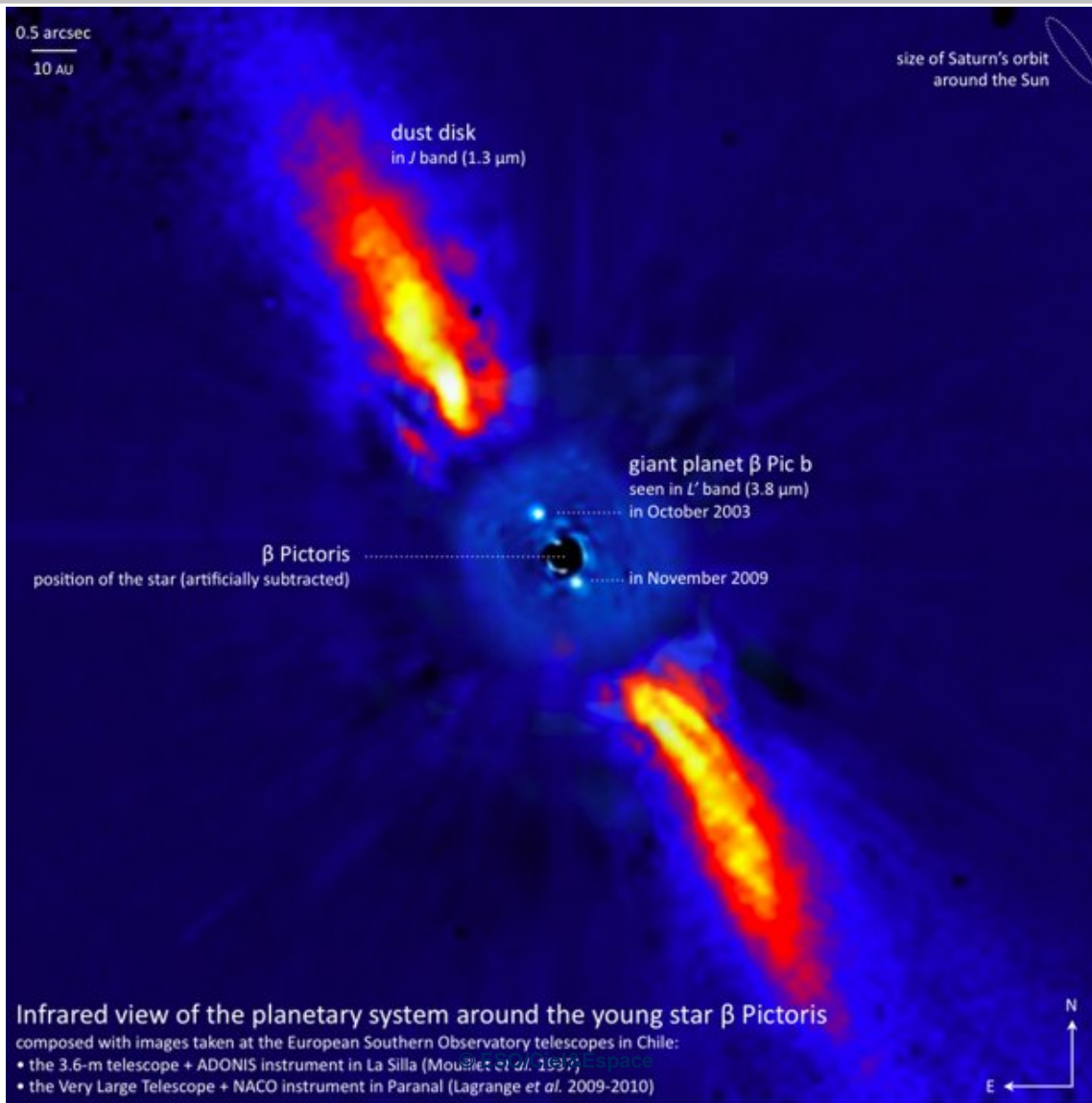
LA FORMATION DU SYSTÈME SOLAIRE

LA FORMATION DU SYSTÈME SOLAIRE

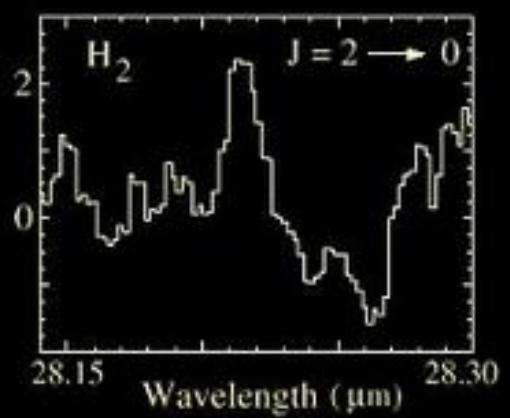
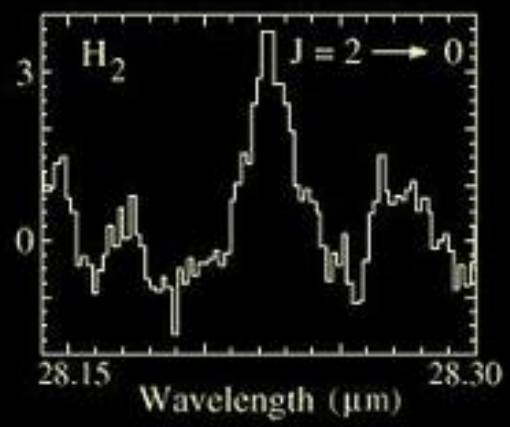
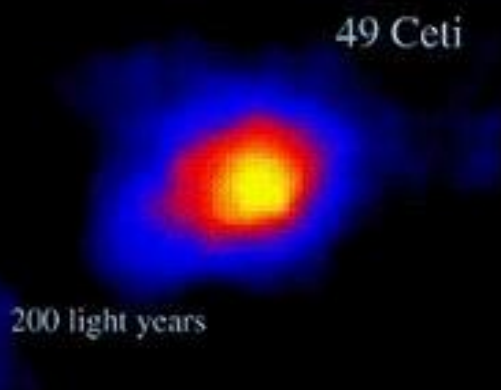
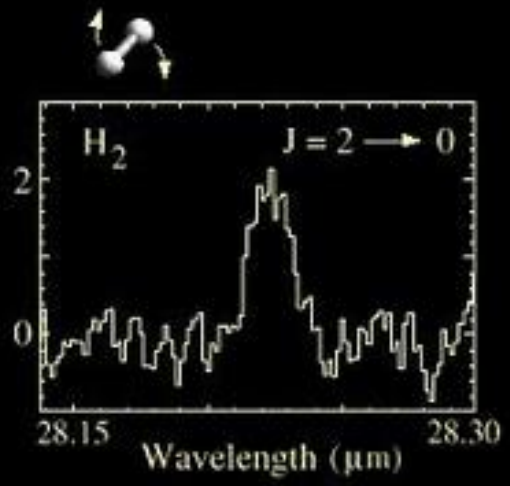
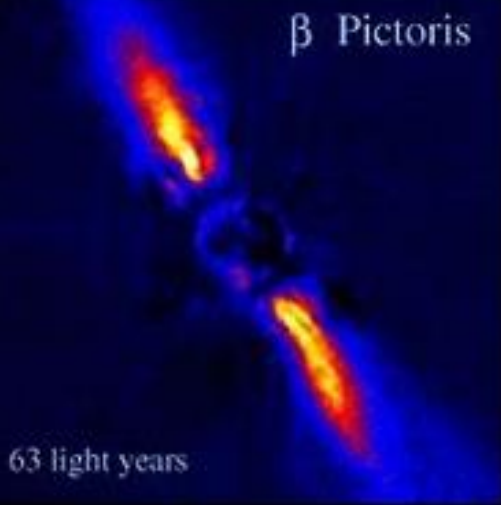


HL Tauri
© ESO/ALMA

LA FORMATION DU SYSTÈME SOLAIRE



BETA PICTORIS
© LAOG / A-M Lagrange

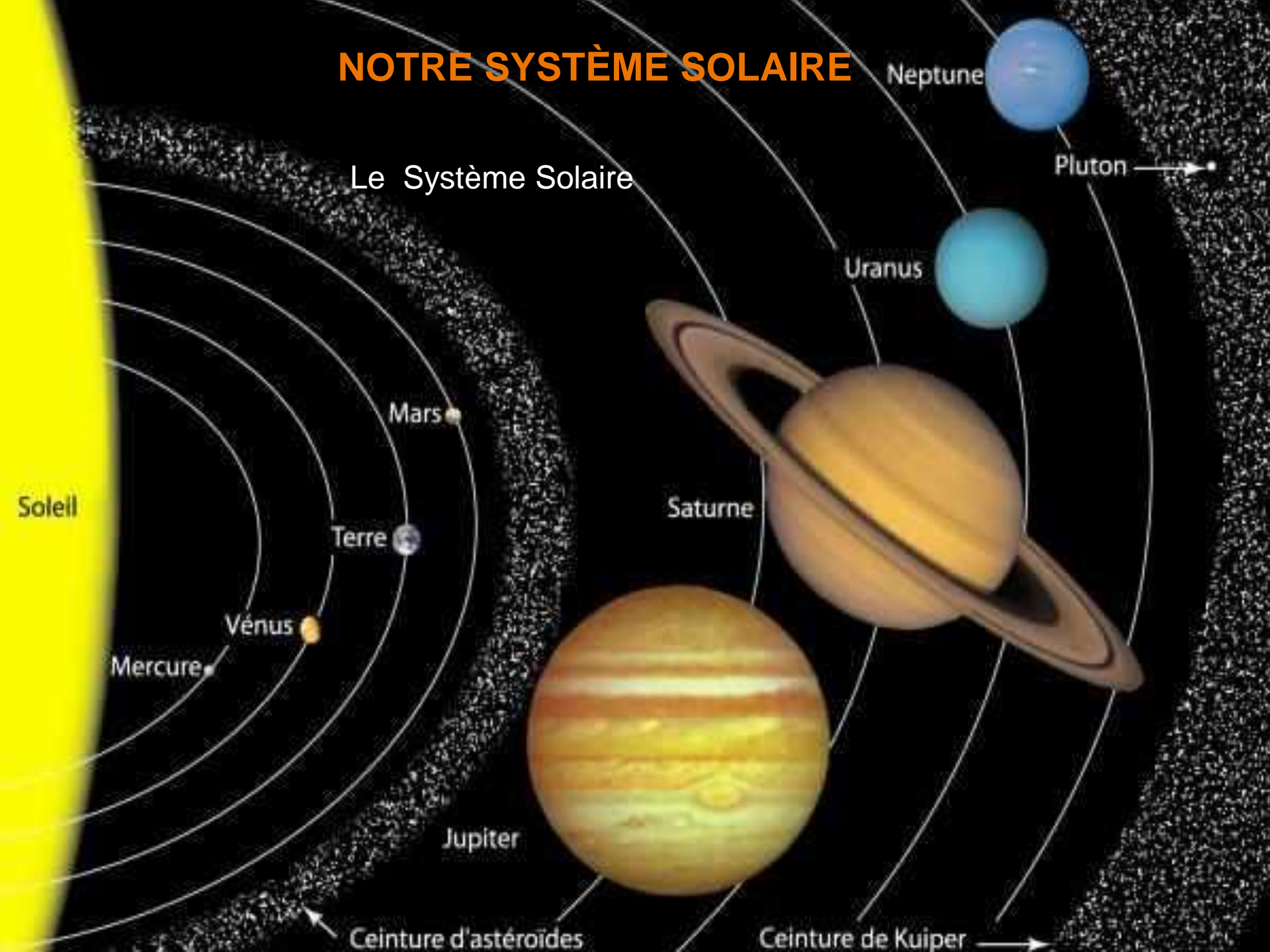


Disk comparison
© ESO / VLT

LA FORMATION DU SYSTÈME SOLAIRE

NOTRE SYSTÈME SOLAIRE

Le Système Solaire



Soleil

Mercure

Vénus

Terre

Mars

Jupiter

Saturne

Uranus

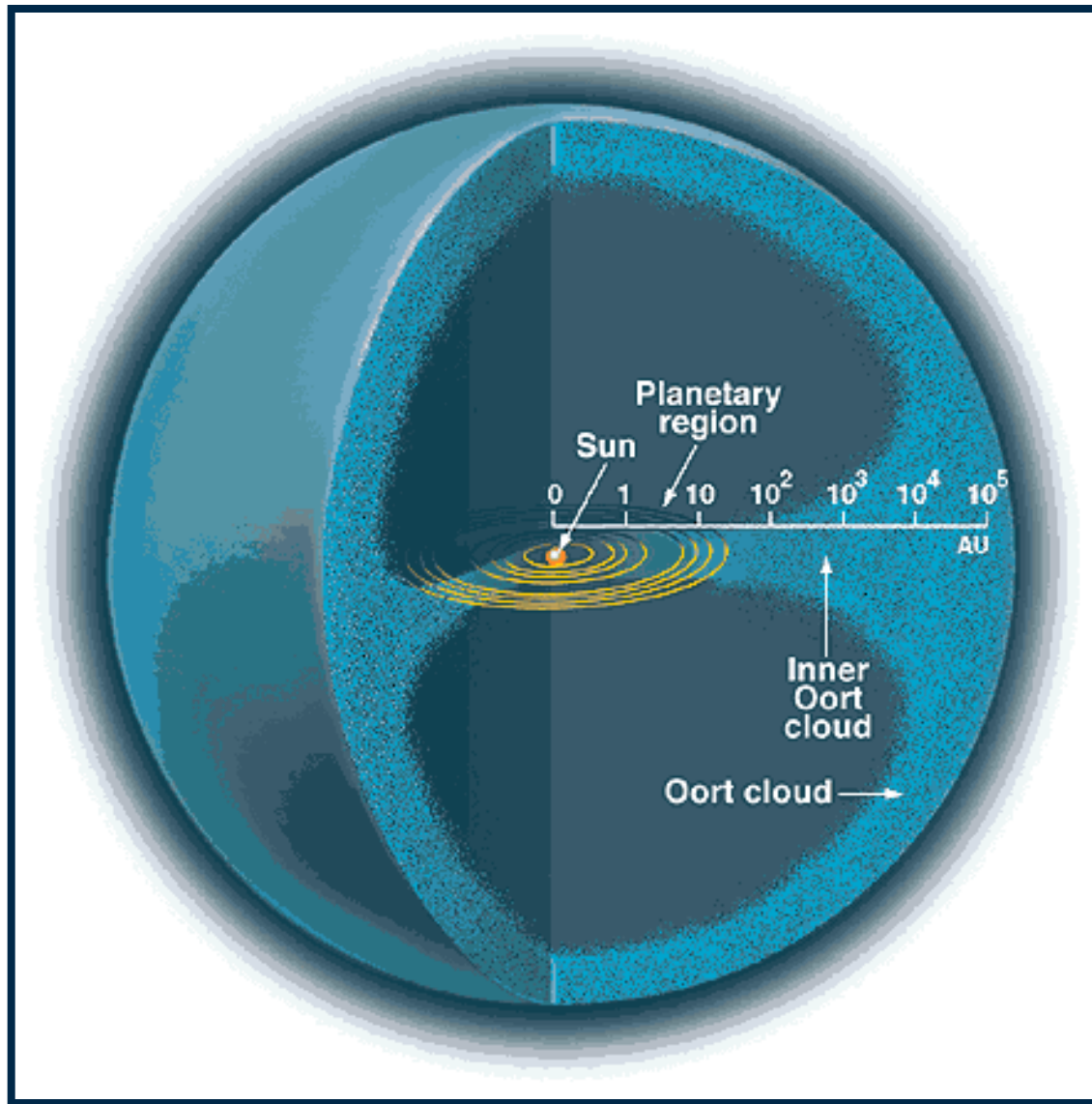
Neptune

Pluton

Ceinture d'astéroïdes

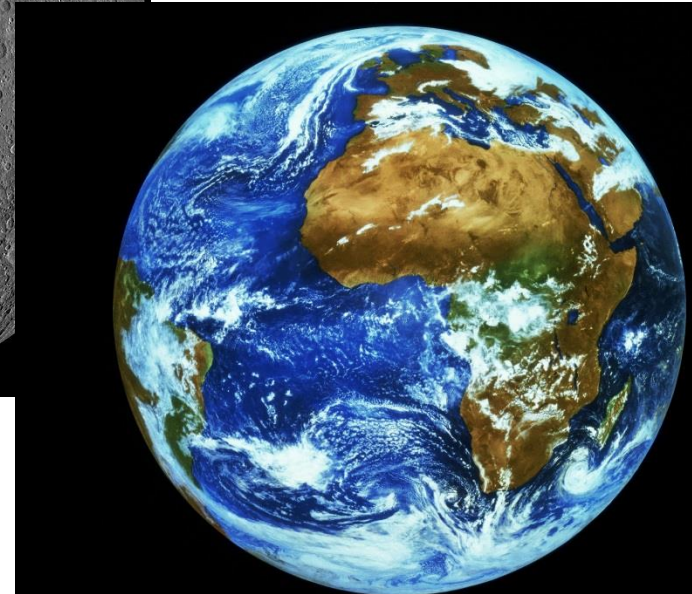
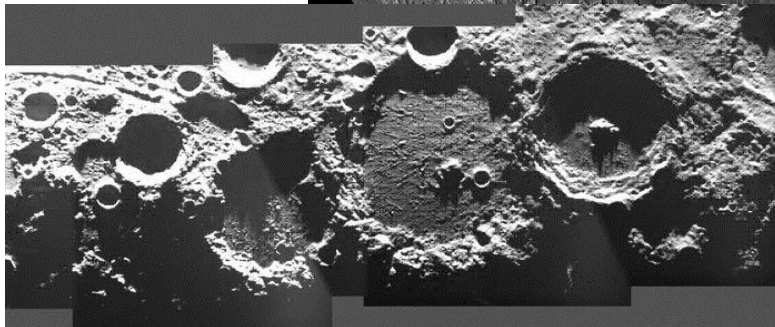
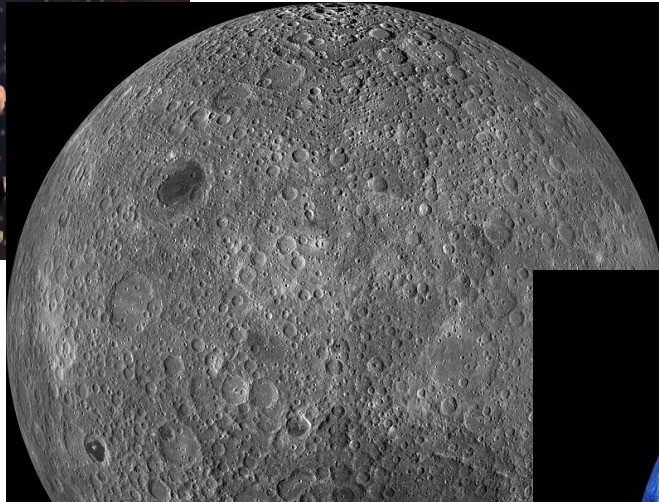
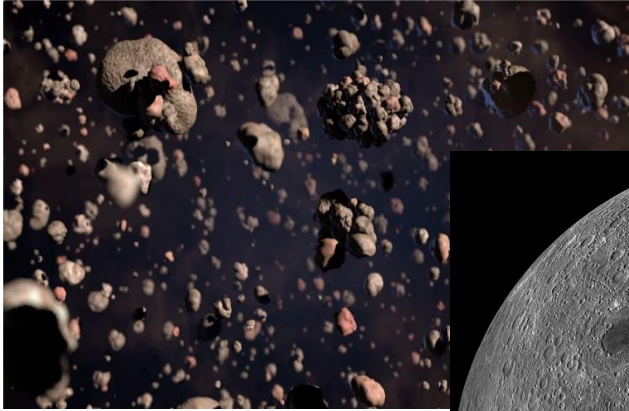
Ceinture de Kuiper

NOTRE SYSTÈME SOLAIRE



NOTRE SYSTÈME SOLAIRE

L'accrétion, un mécanisme de formation qui continue ...



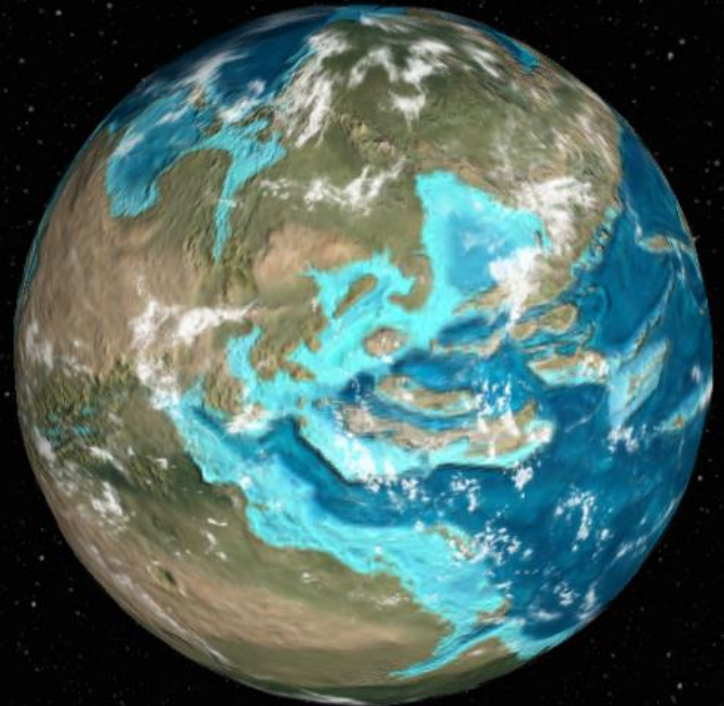
LE BOMBARDEMENT DE LA TERRE



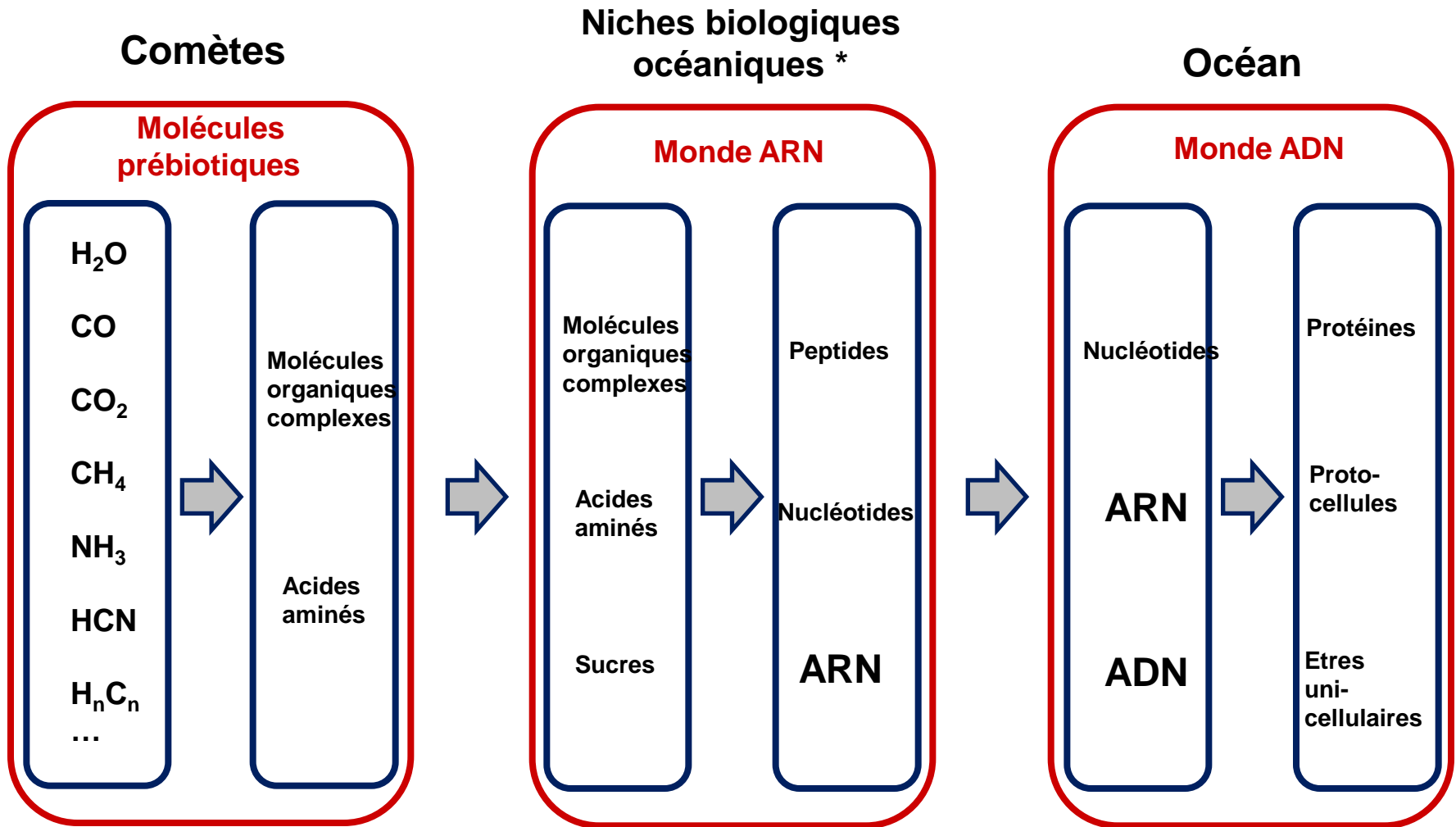
Bombardement d'astéroïdes
et de comètes il y a **4 milliards**
d'années

De l'eau liquide sur Terre
Température de 70° C
Des niches biologiques se forment

=> Le vivant peut apparaître



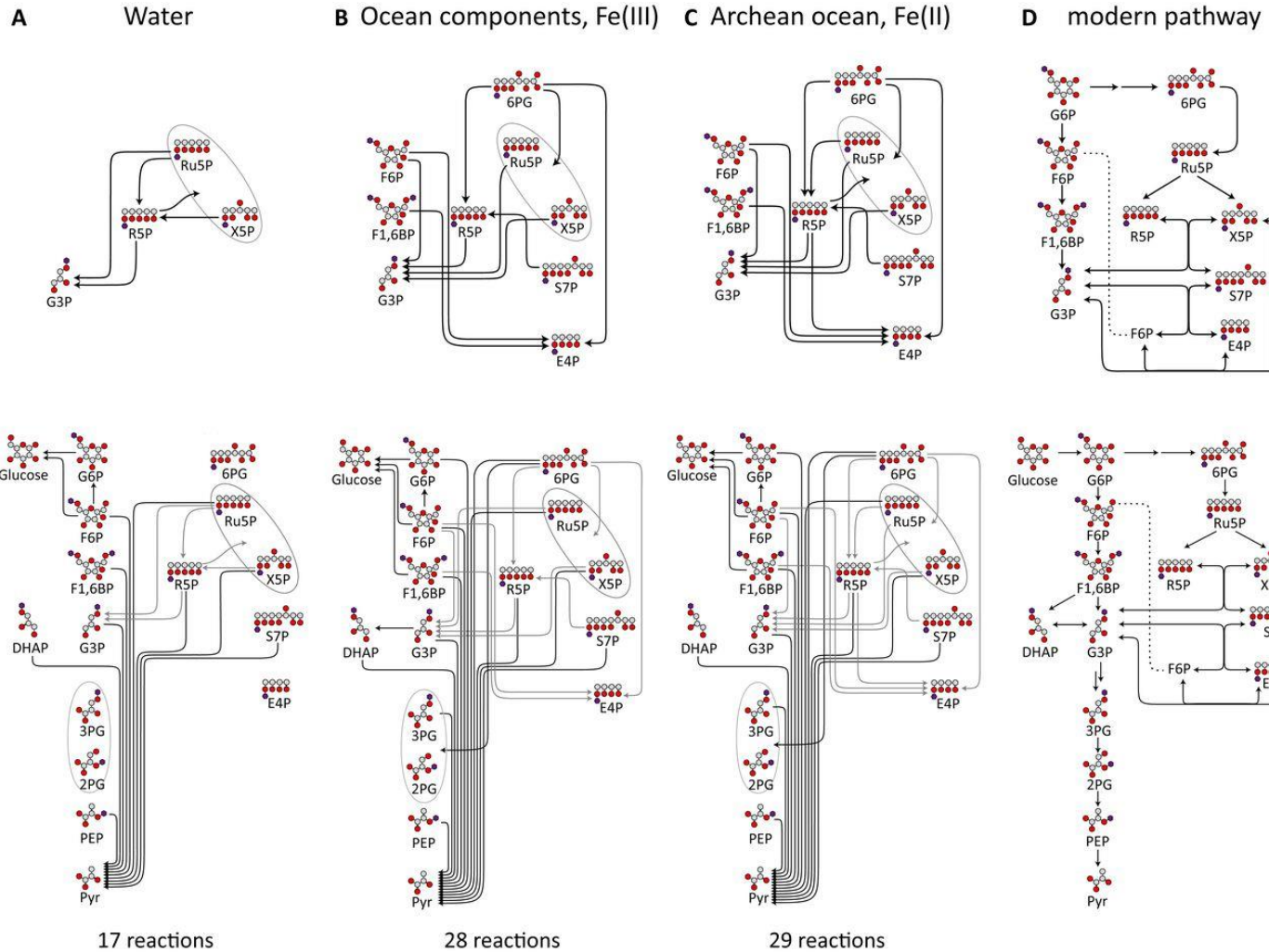
DE LA CHIMIE PRE-BIOTIQUE A LA VIE



- Mares de boues ou d'argiles
- Sources hydrothermales
- Impacts cométaires

DE LA CHIMIE PRE-BIOTIQUE A LA VIE

Dans les laboratoires :

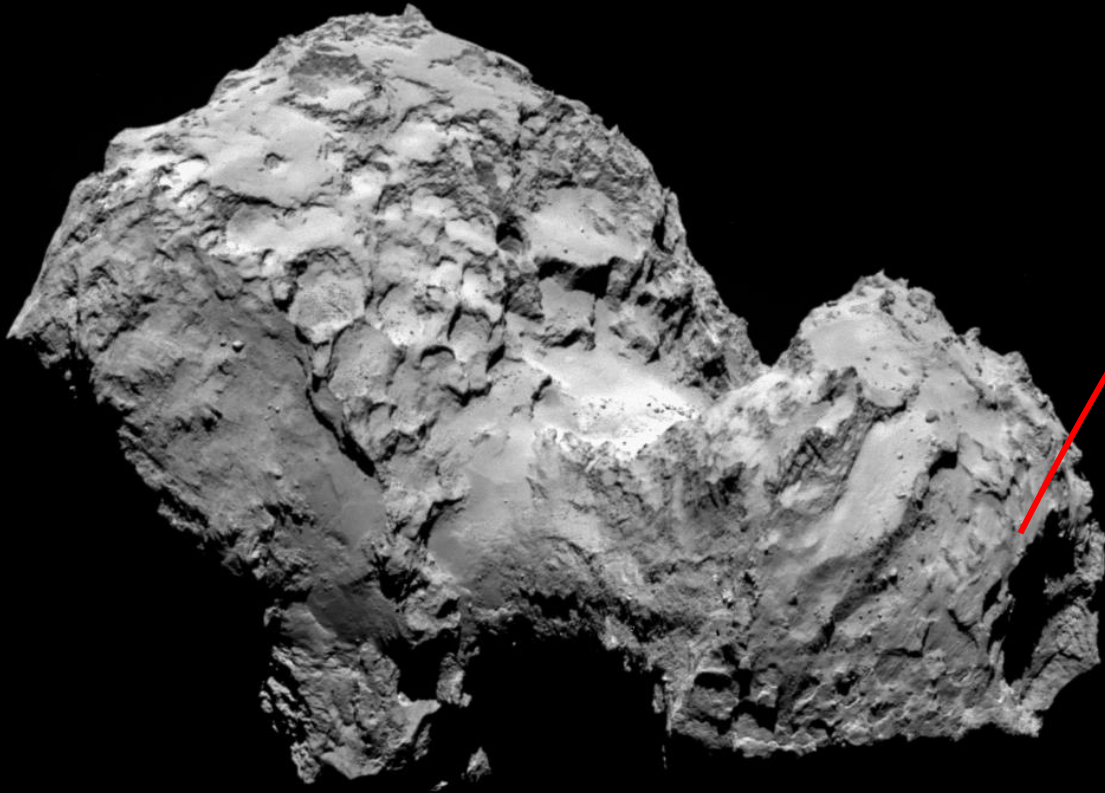
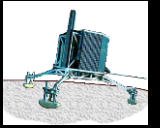


LES OBJECTIFS DE LA MISSION ROSETTA

- **Caractériser la matière présente dans le système solaire primitif**
- **Vérifier que les comètes peuvent avoir fourni une grande partie de l'eau des océans**
- **Vérifier que les comètes peuvent avoir fourni les éléments nécessaires à l'apparition de la vie sur Terre (molécules organiques complexes)**

2- Les dernières activités de Rosetta et de Philae

PHILAE, L'ATTERRISSAGE

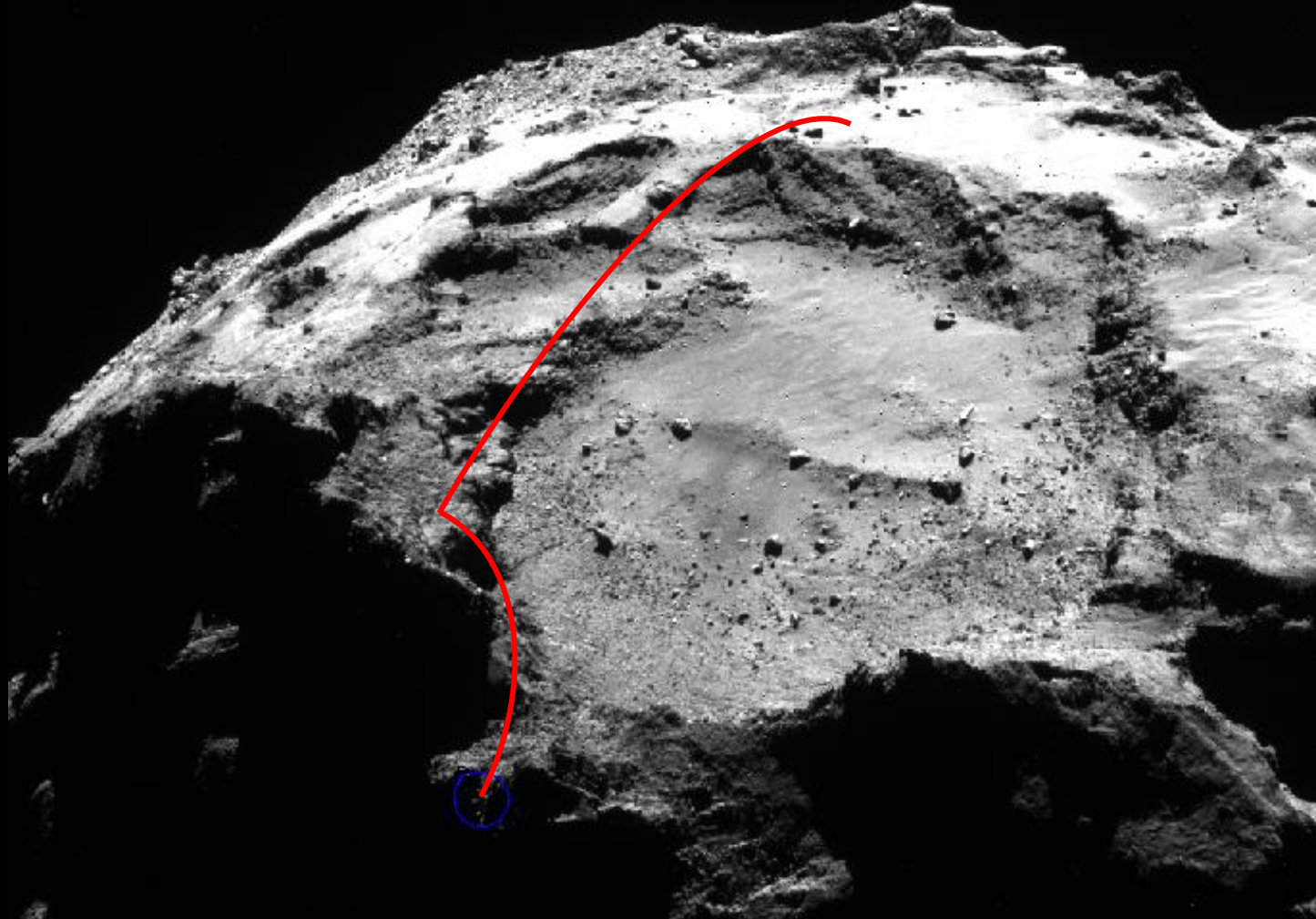


Le 12 novembre 2014,
Philae vise Agilkia ...

PHILAE, L'ATTERRISSAGE

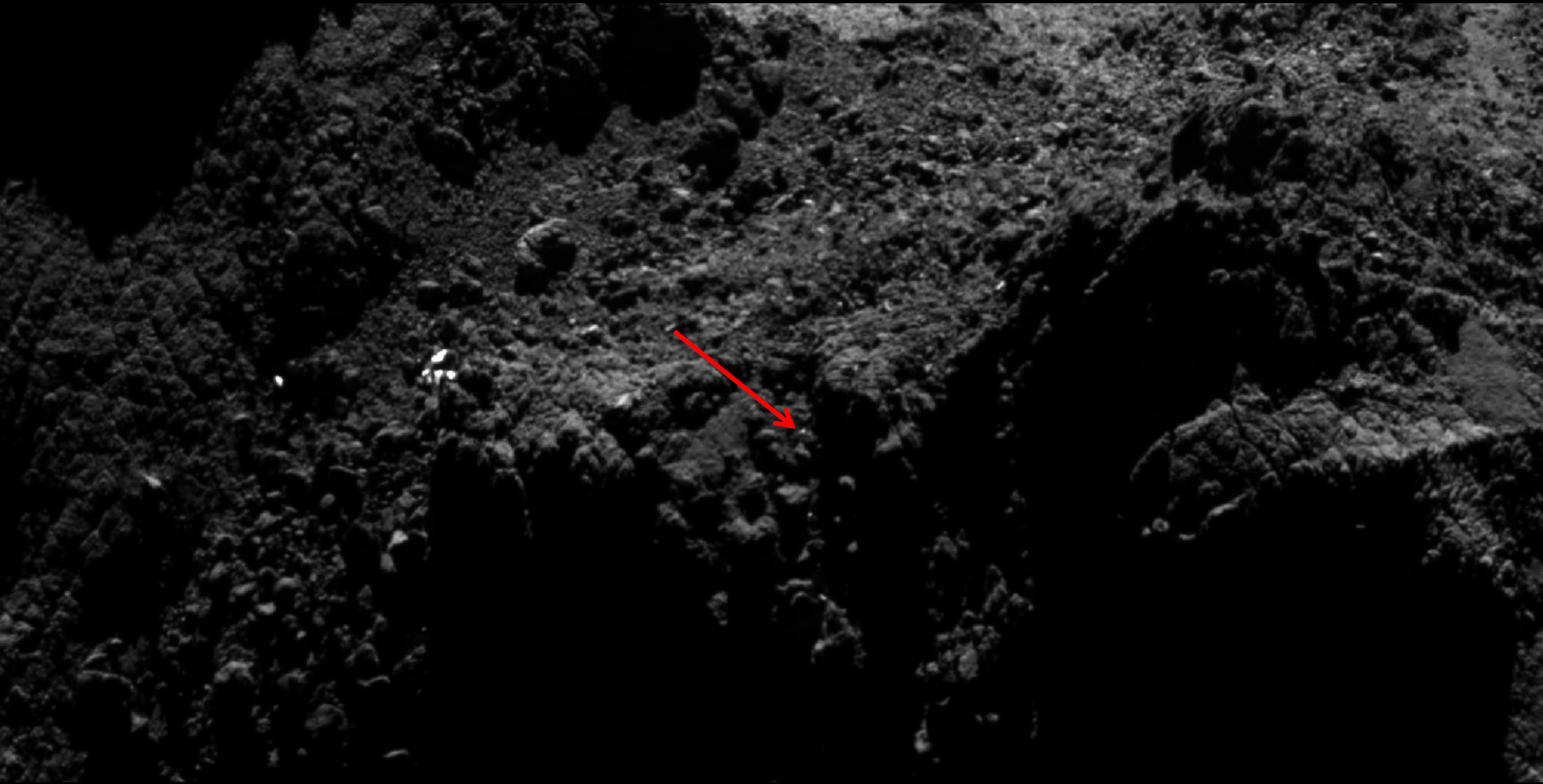
PHILAE, L'ATTERRISSAGE

PHILAE, L'ATTERRISSAGE



et arrive sur Abydos !

PHILAE ?

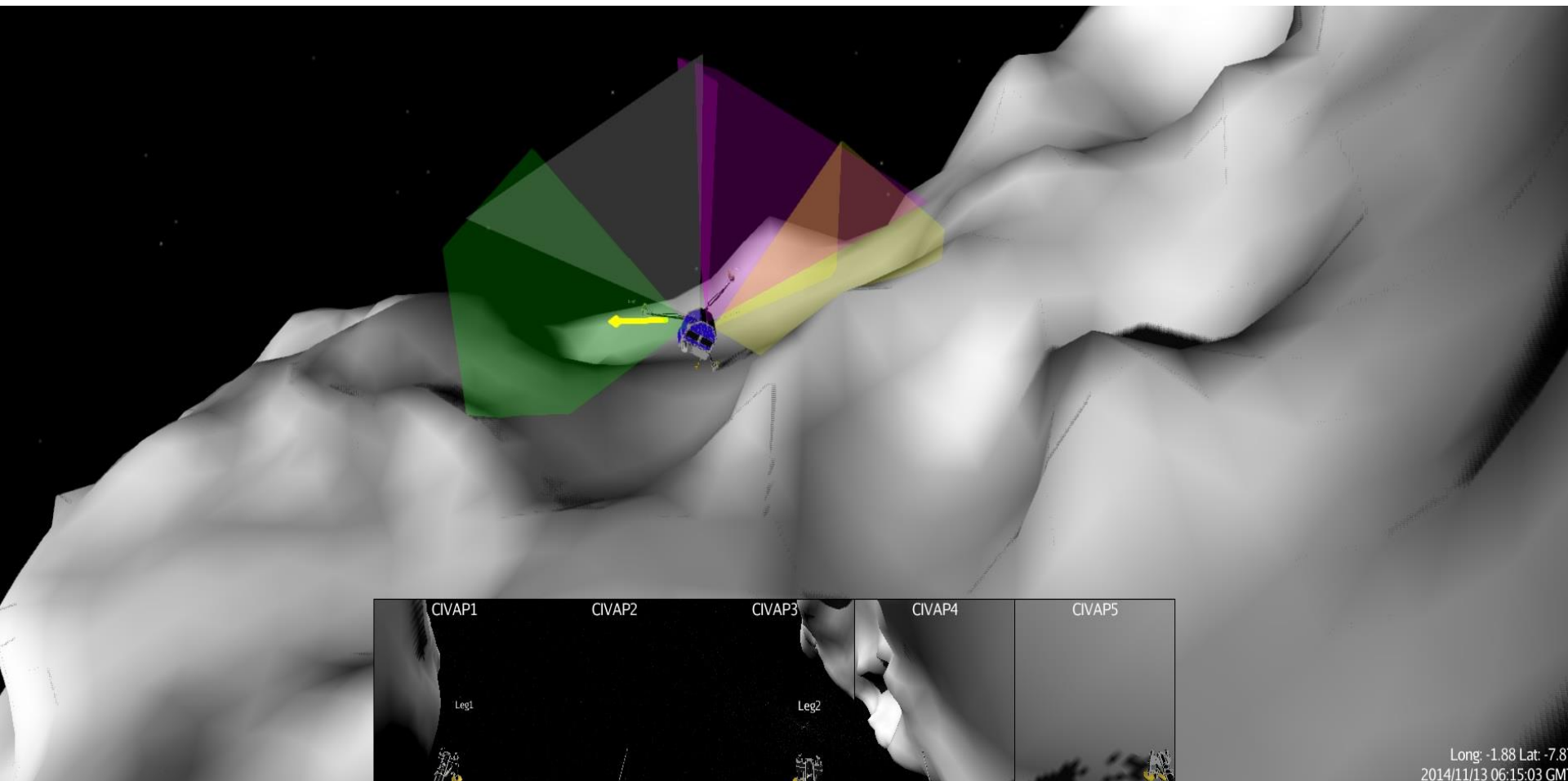


LE FUTUR POUR PHILAE

Attitude reconstituée
à partir de prises
de vue de Civa et
Rolis



ORIENTATION POUR PHILAE



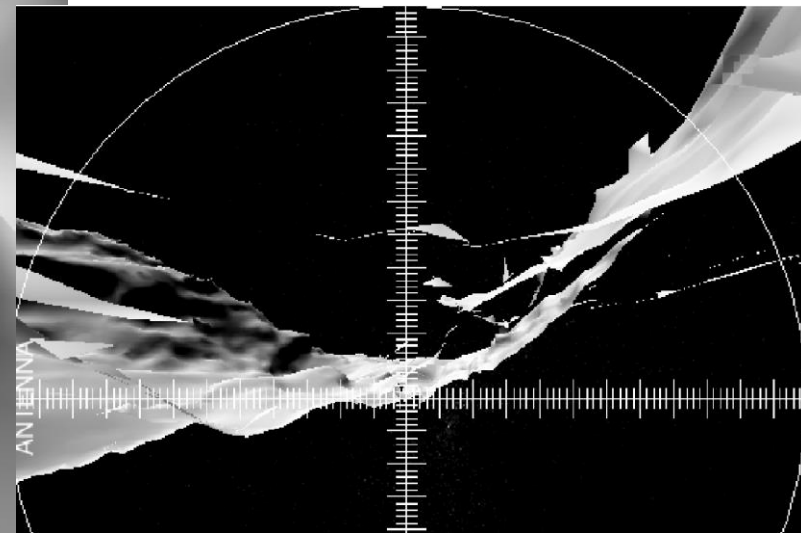
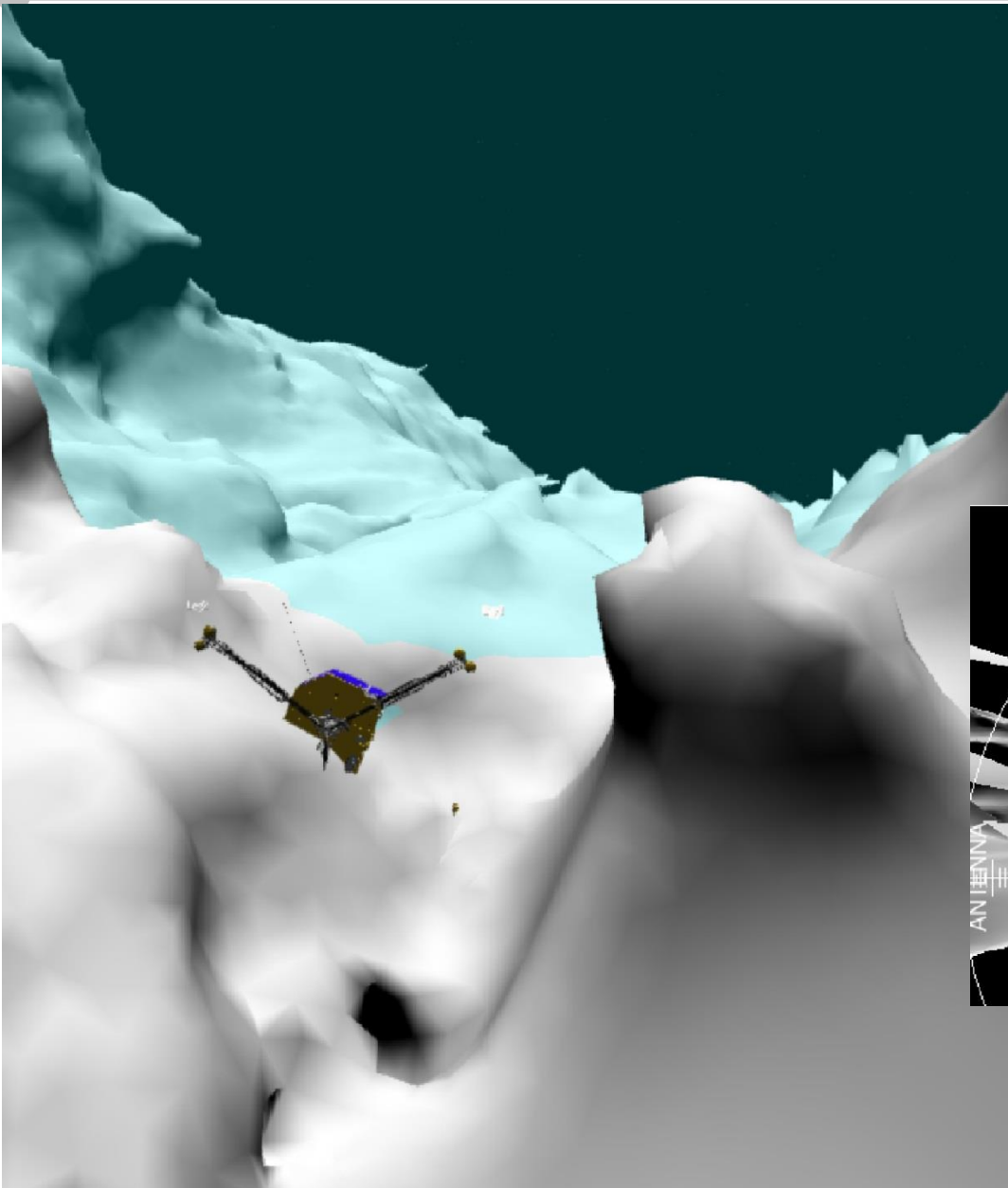
Long: -1.88 Lat: -7.8
2014/11/13 06:15:03 GM

© CNES

Des difficultés pour recharger les batteries

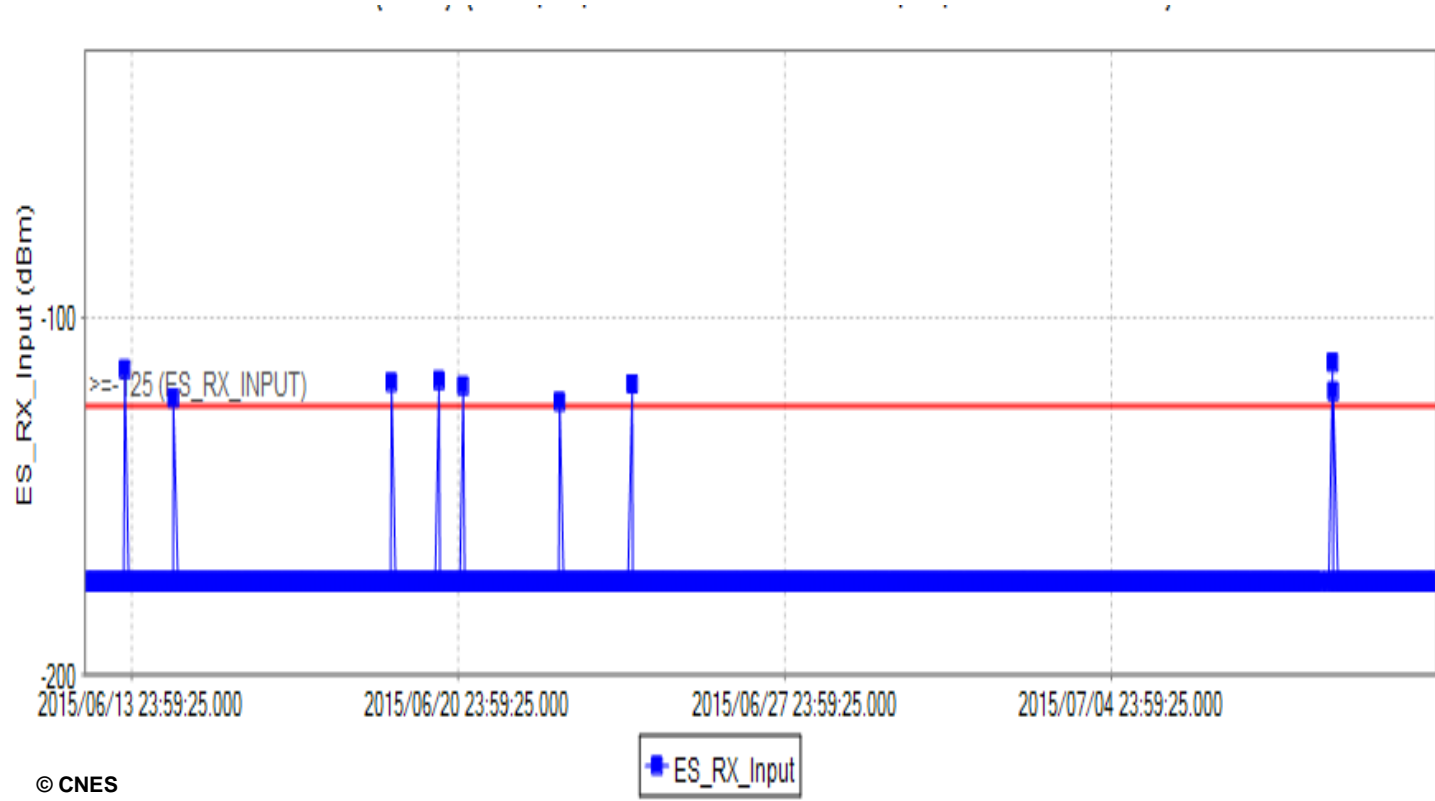
ORIENTATION POUR PHILAE

Des difficultés de communication



© CNES

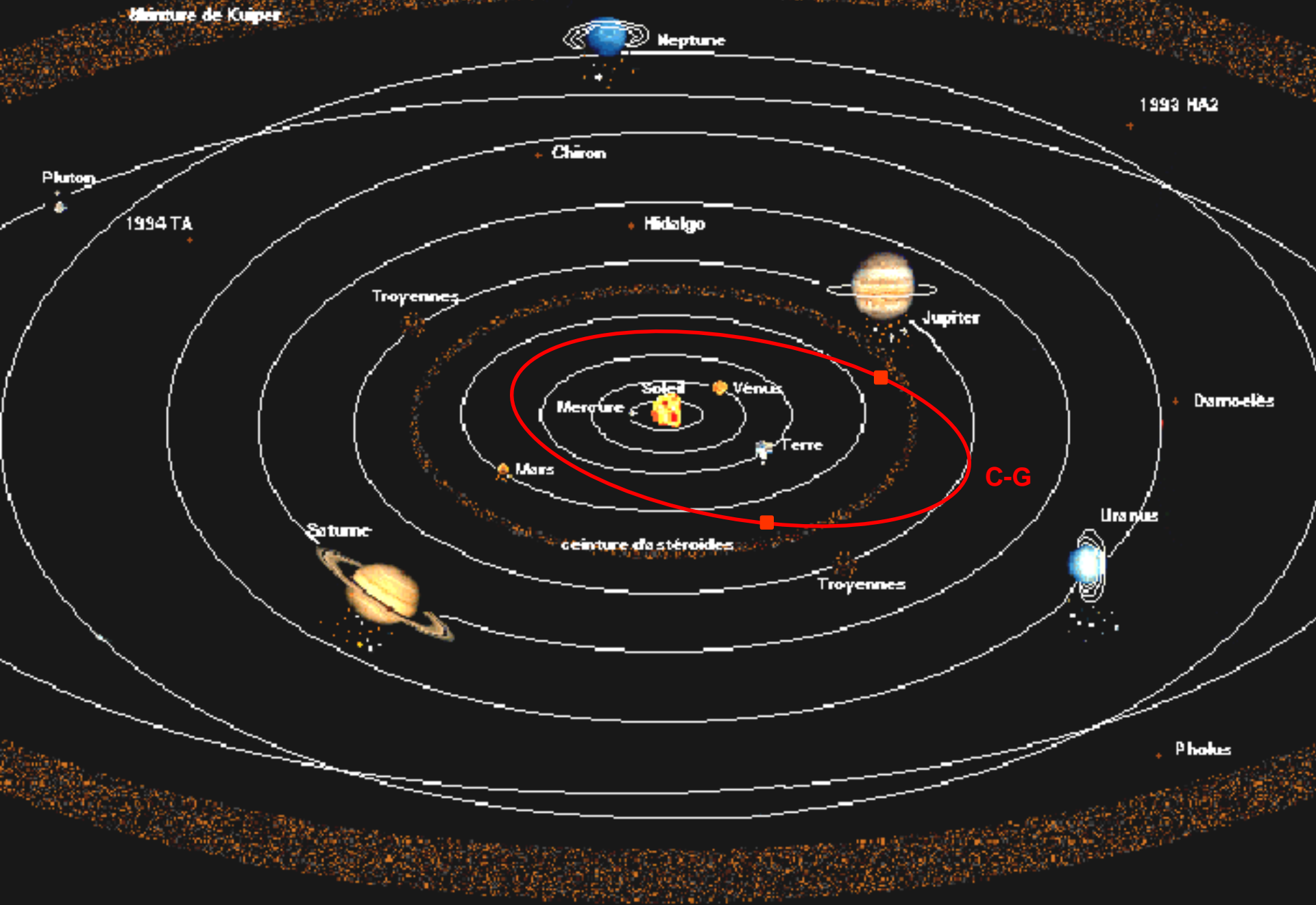
LES DERNIERS CONTACTS AVEC PHILAE



7 contacts :

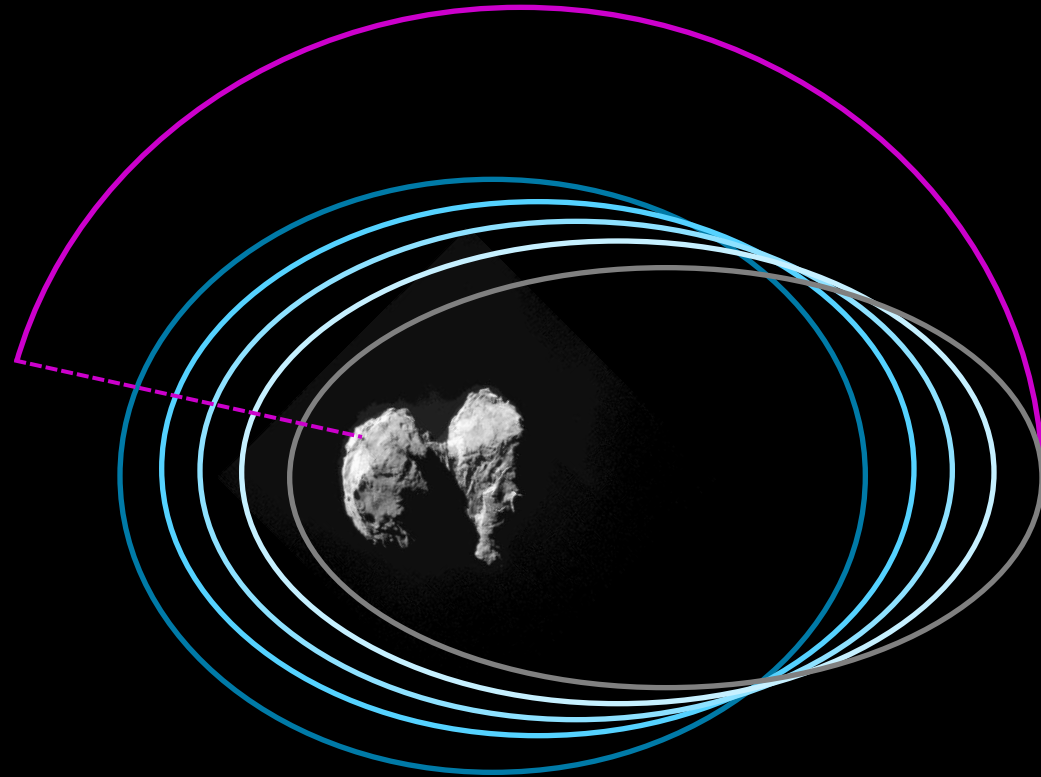
- tout va bien à bord
- mais communication trop courte et imprévisible

ROSETTA REPART LOIN DU SOLEIL



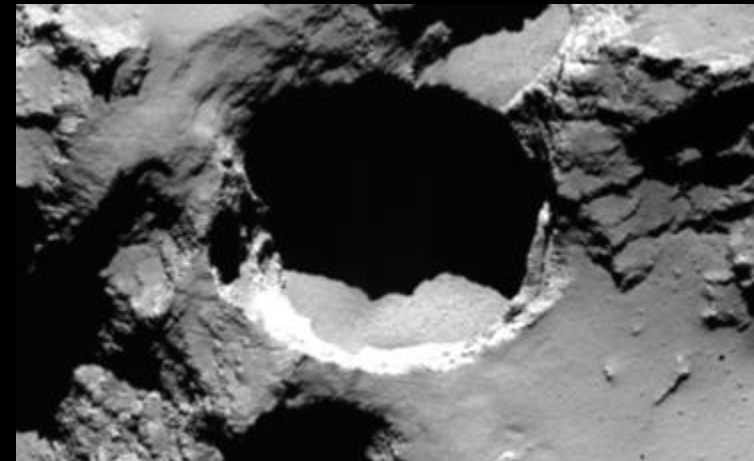
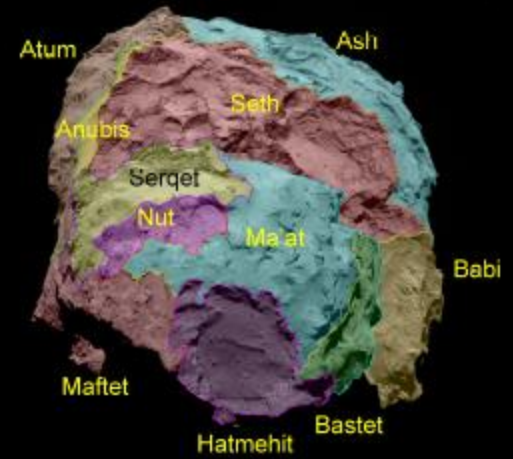
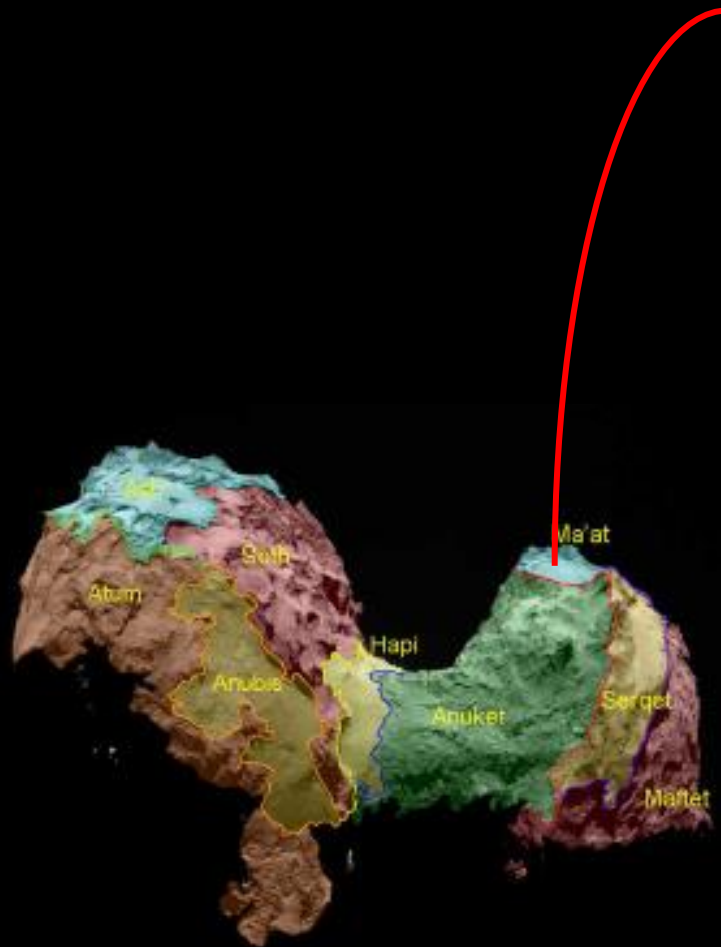
LES DERNIERS MOIS POUR ROSETTA

LES DERNIERES SEMAINES POUR ROSETTA

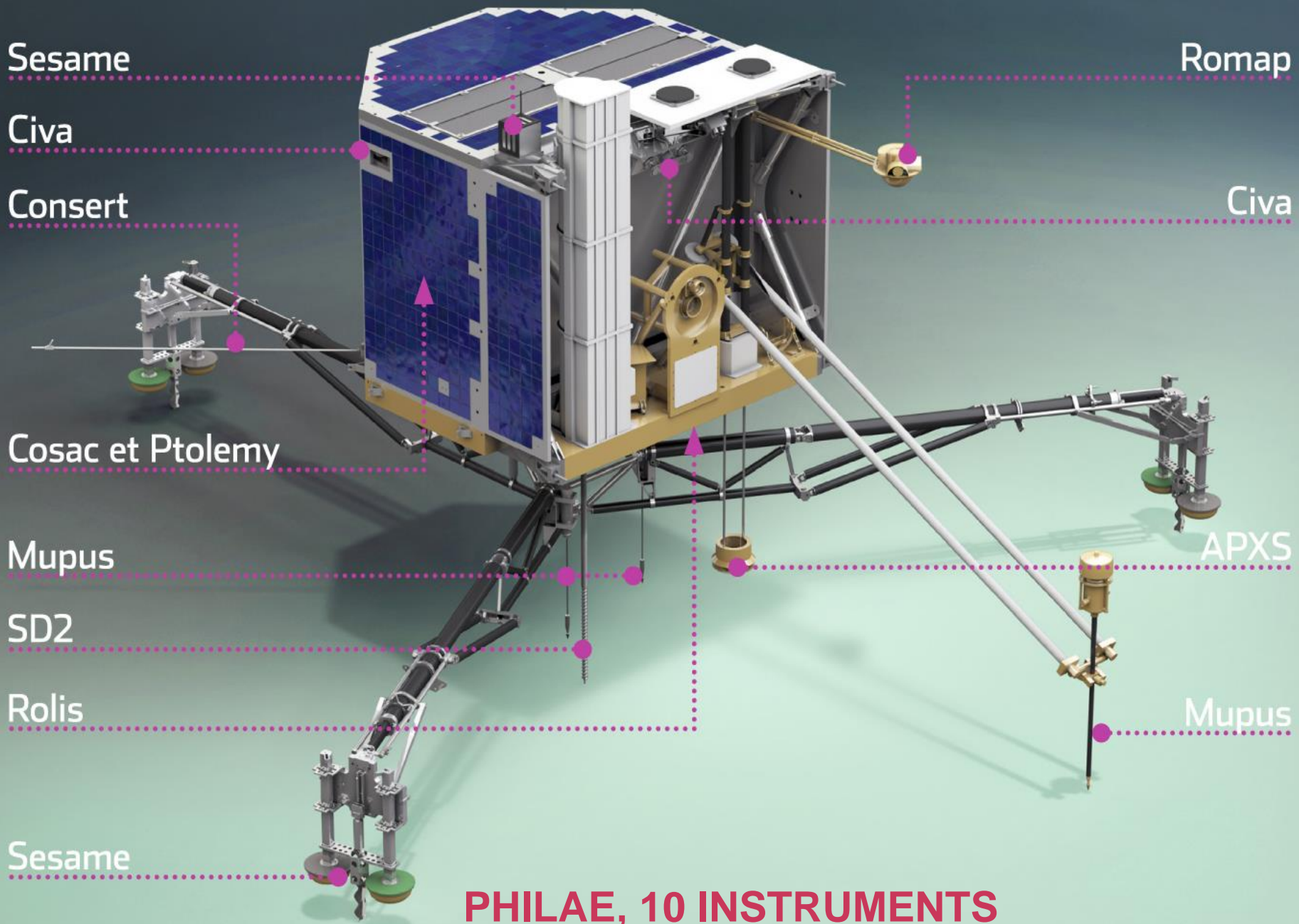


**Le 30 septembre 2016, 12h 30,
Rosetta impacte le sol de la comète!**

LES DERNIERS MOIS POUR ROSETTA



3- Les résultats scientifiques



Sesame

Romap

Civa

Civa

Consert

Cosac et Ptolemy

Mupus

APXS

SD2

Rolis

Mupus

Sesame

PHILAE, 10 INSTRUMENTS

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

Premiers résultats de PHILAE, après 60h de fonctionnement :

APXS : *N'a pas touché le sol*

CIVA-P : *Distance aux rochers, composition des rochers*

CONSERT : *Structure de l'intérieur de la comète observée*

COSAC : *Molécules organiques complexes découvertes*

MUPUS : *Pénétrateur déployé, mesures de température et de dureté du sol*

PTOLEMY : *Rapports isotopiques, molécules simples*

ROLIS : *Distance au sol, composition du sol*

ROMAP : *Absence de magnétisme, ion/électrons du gaz émis*

SD2 : *N'a pas touché le sol*

SESAME : *1 poussière, vibrations, conductivité du sol*

=> D'autres articles sont attendus (Rolis, Ptolemy, Sesame, ...)

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

**CIVA /
ROLIS :**

Une surface
fracturée par le
stress thermique
avec une grande
variété de grains
de différentes
tailles et albédos

**=> Constituant
toute la comète ?**



PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

CONCERT :

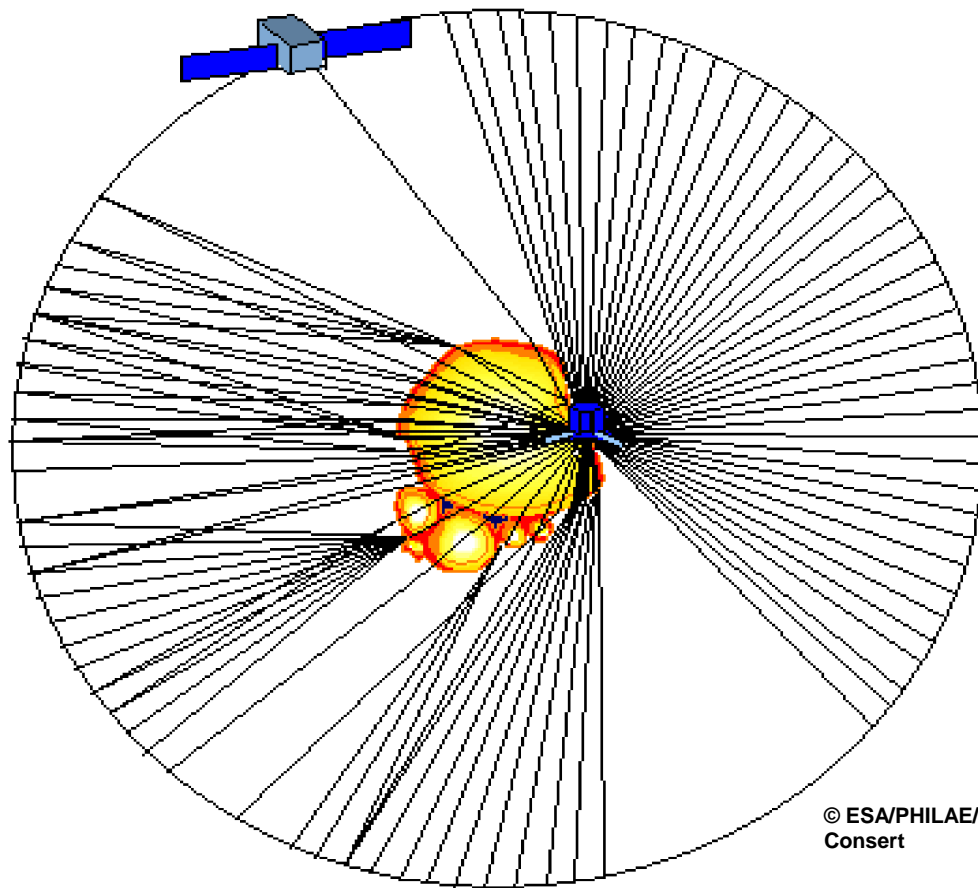
Une comète très homogène, mais très poreuse

+ RSI + GIADA :

Rapport
poussières /
glaces = 2,4 – 5,3

Porosité : 70 %
Microporosité
dans la poussière

$M = 10 \cdot 10^9$ tonnes

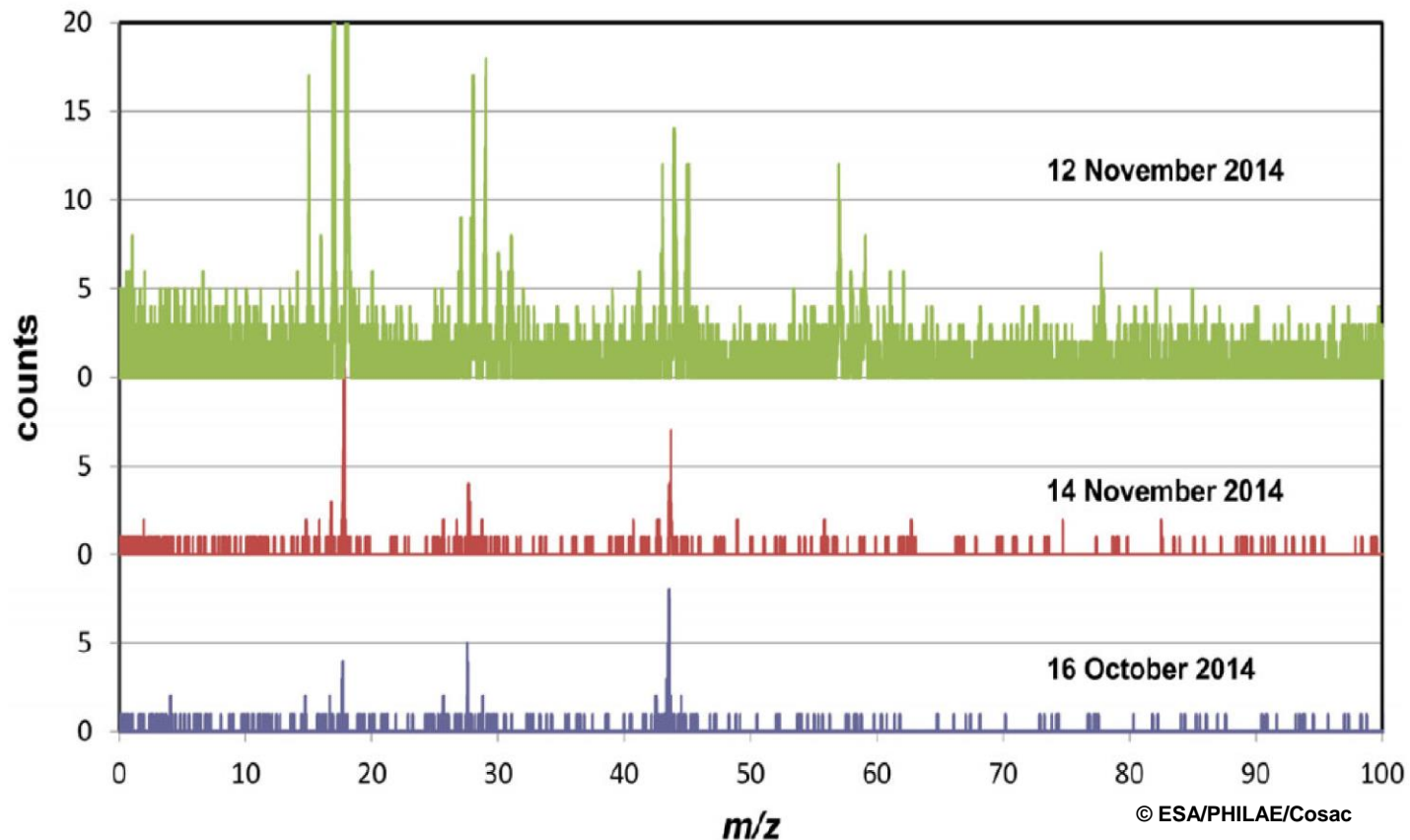


© ESA/PHILAE/
Concert

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

COSAC : 16 molécules organiques identifiées, dont 4 jamais vues dans l'espace (methyl-isocyanate, acétone, propionaldéhyde, and acétamide)

=> **Confirmation que les comètes sont porteuses de molécules organiques**



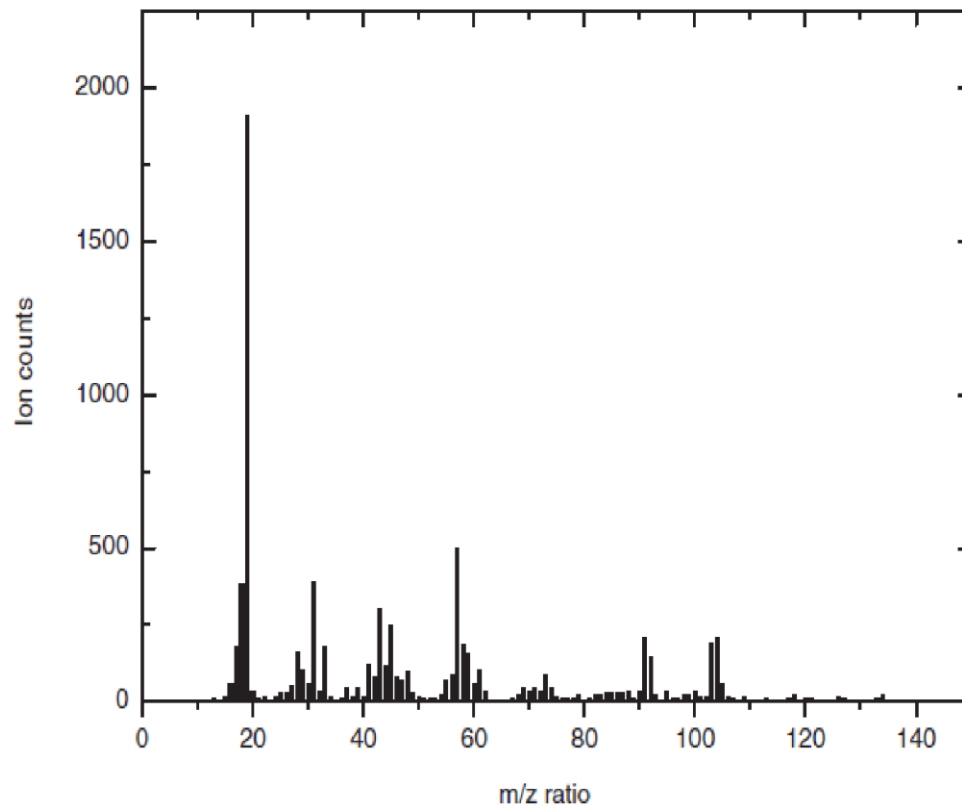
PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

PTOLEMY :

Rapports de composition : eau (75%), CO₂ (15%), CO (7%), Autres (3%) ?

Chaînes de molécules complexes de type : polyoxymethylene (O-CH₂)

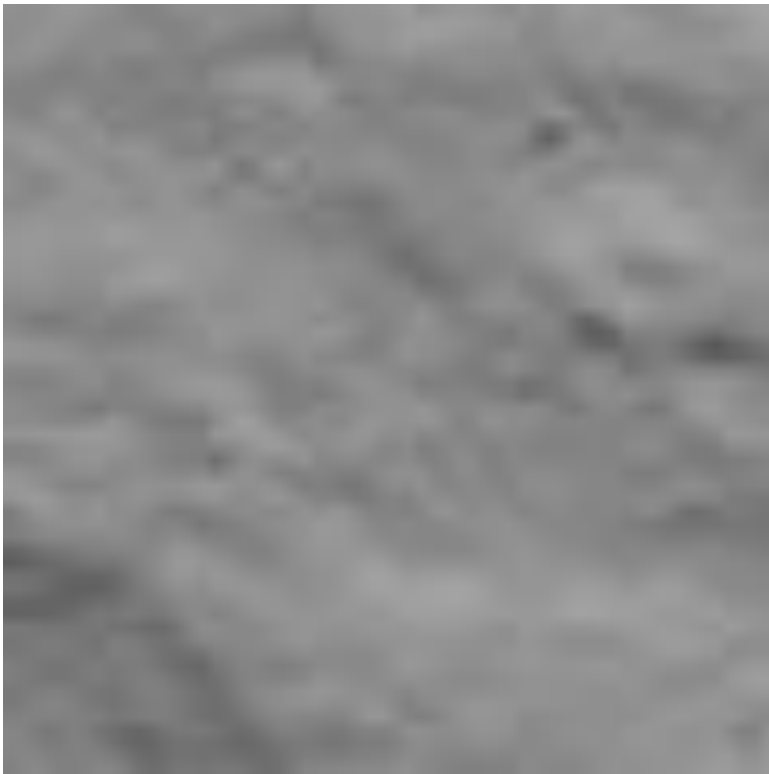
=> **Confirmation que les comètes sont porteuses de molécules organiques**



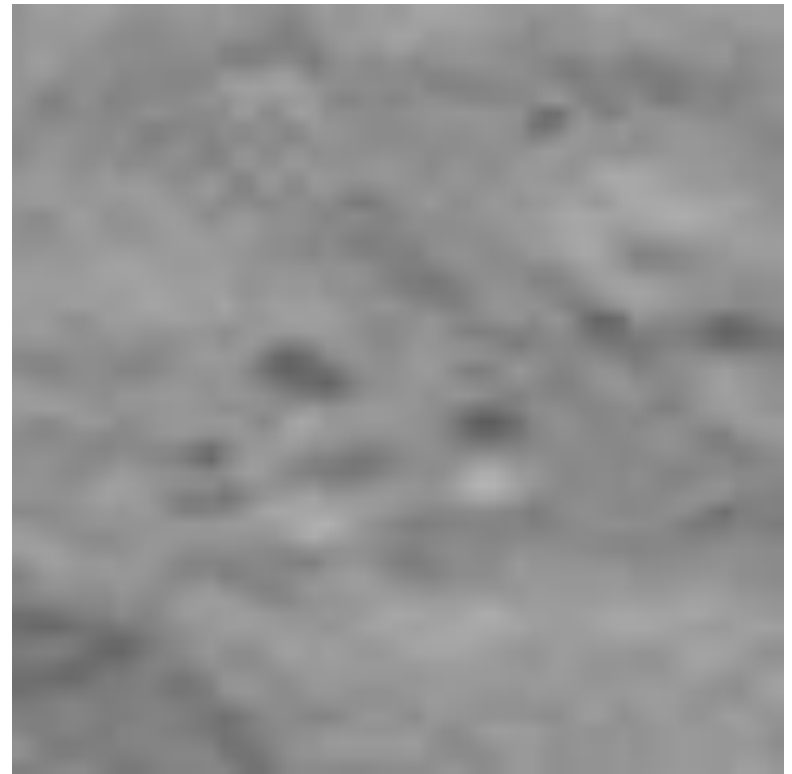
© ESA/PHILAE/Ptolemy

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

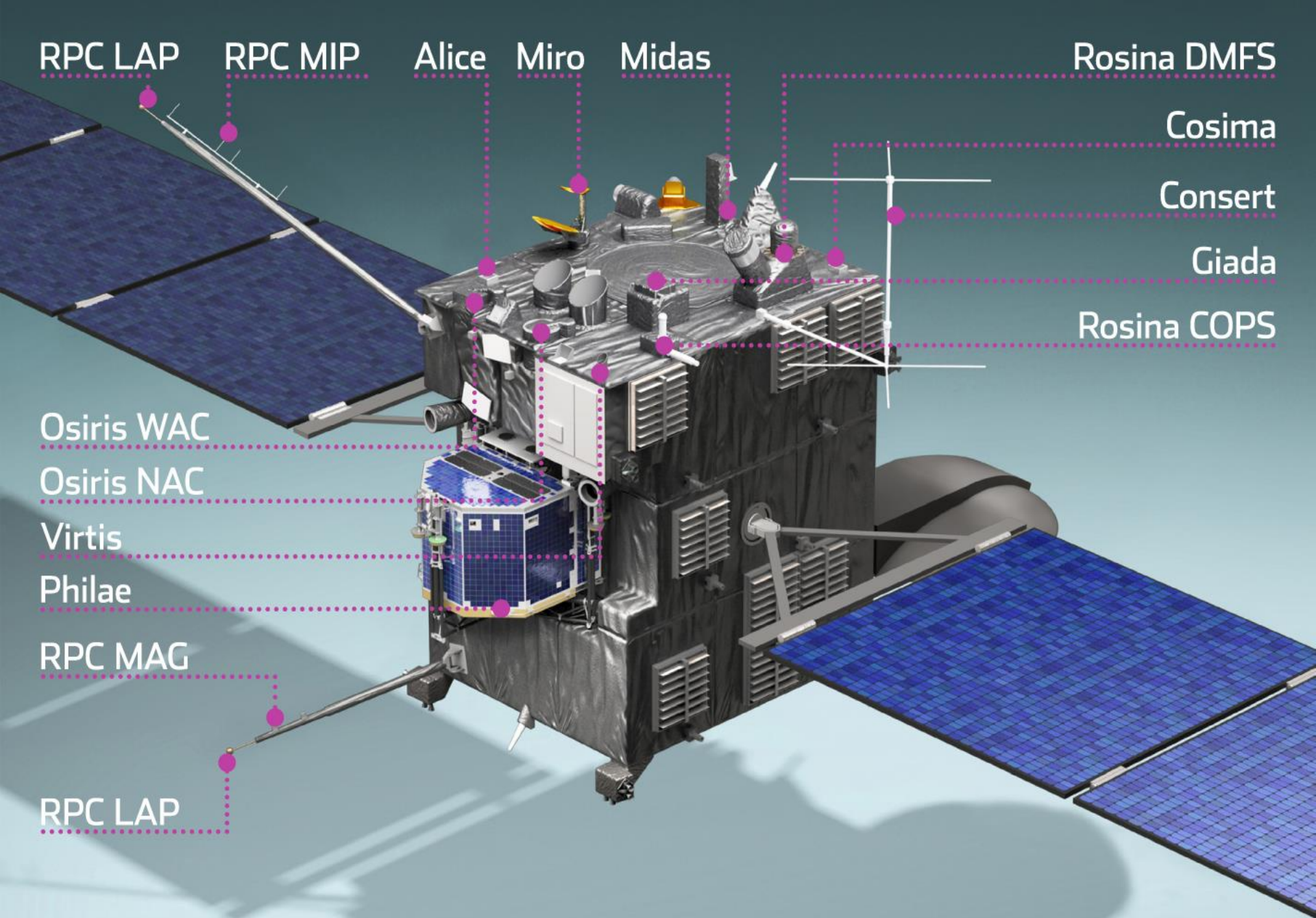
MUPUS / Landing Gear : une couche molle de 20 cm sur une couche dure
Température : de -140 °C à -180°C
Inertie thermique : $85 \text{ J m}^{-2} \text{ K}^{-1} \text{ s}^{-1/2}$



© ESA/Osiris



© ESA/Osiris



RPC LAP

RPC MIP

Alice

Miro

Midas

Rosina DMFS

Cosima

Consert

Giada

Rosina COPS

Osiris WAC

Osiris NAC

Virtis

Philae

RPC MAG

RPC LAP

L'ORBITEUR, 11 INSTRUMENTS

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

Premiers résultats de ROSETTA :

ALICE : *Composition de la coma*

CONCERT : *Structure de l'intérieur de la comète*

COSIMA : *Spectromètre pour analyse de poussières*

GIADA : *Statistiques sur les quantités et masse des poussières*

MIDAS : *Microscope pour analyse de poussières*

MIRO : *Composition de la coma, température de surface*

OSIRIS : *20000 images de la NAC, 20000 images de la WAC*

un problème avec l'obturateur de la WAC

ROSINA : *Analyse des gaz, pression*

RPC : *Composition en ions/électrons de la coma*

RSI : *Masse, densité de la comète (0,53)*

VIRTIS : *Composition et température de la surface,*

un canal de Virtis-M ne fonctionne plus

=> La plupart des articles parus ne concernent que les données de 2014

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

OSIRIS



© ESA/ROSETTA
/OSIRIS



PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

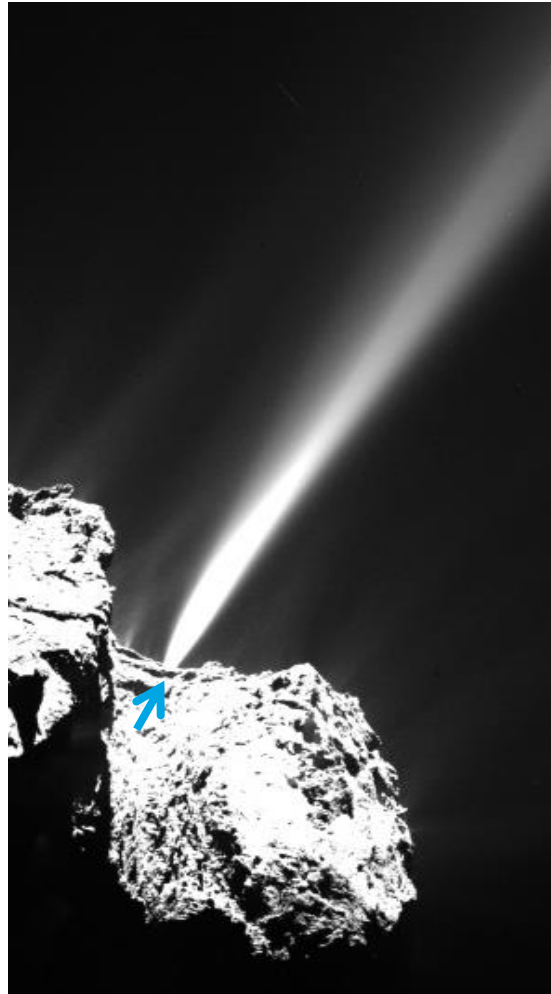
13:06:10

NAC_2015-07-29T13.06.10.758Z_ID10_1397549100_F22



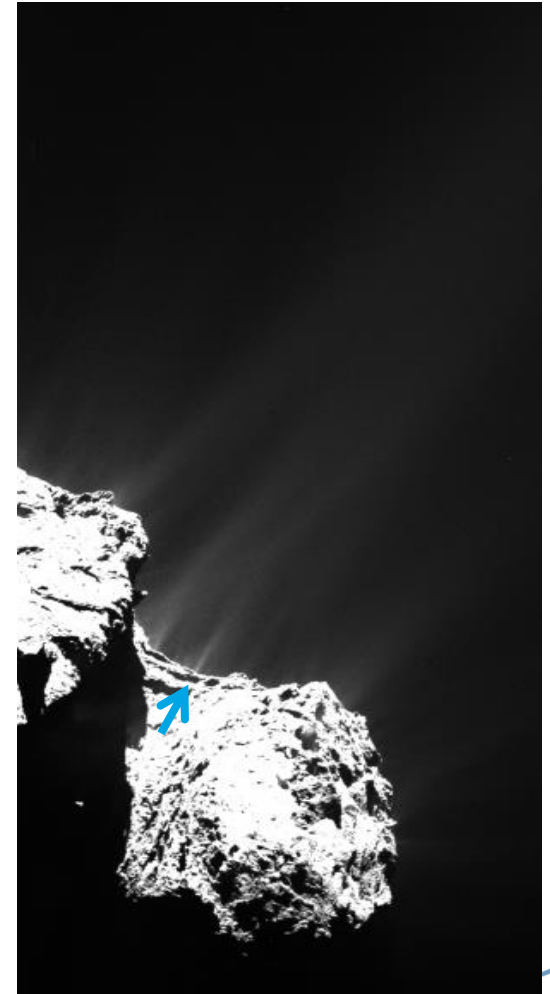
13:24:10

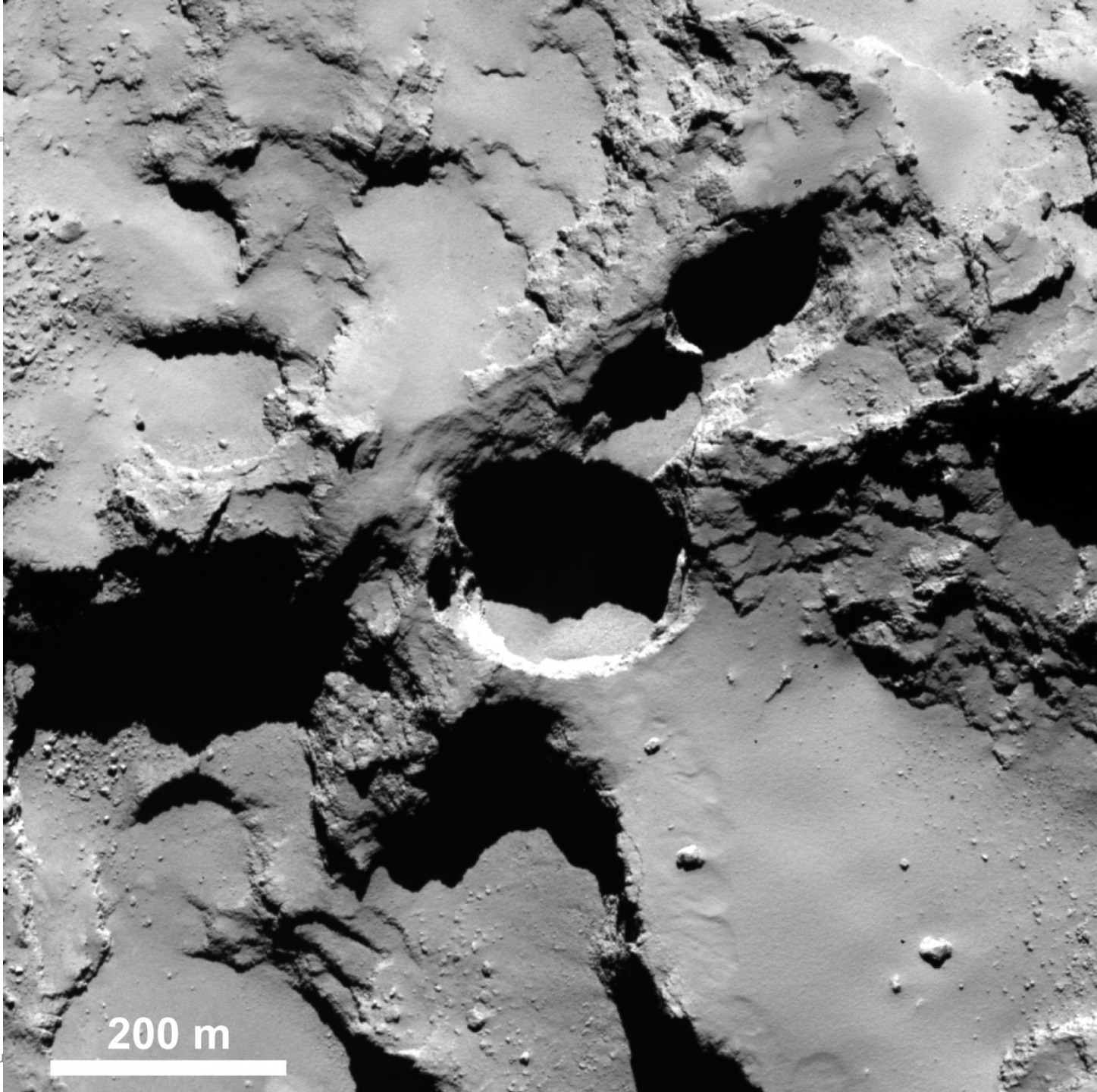
NAC_2015-07-29T13.24.10.769Z_ID10_1397549300_F22



13:42:10

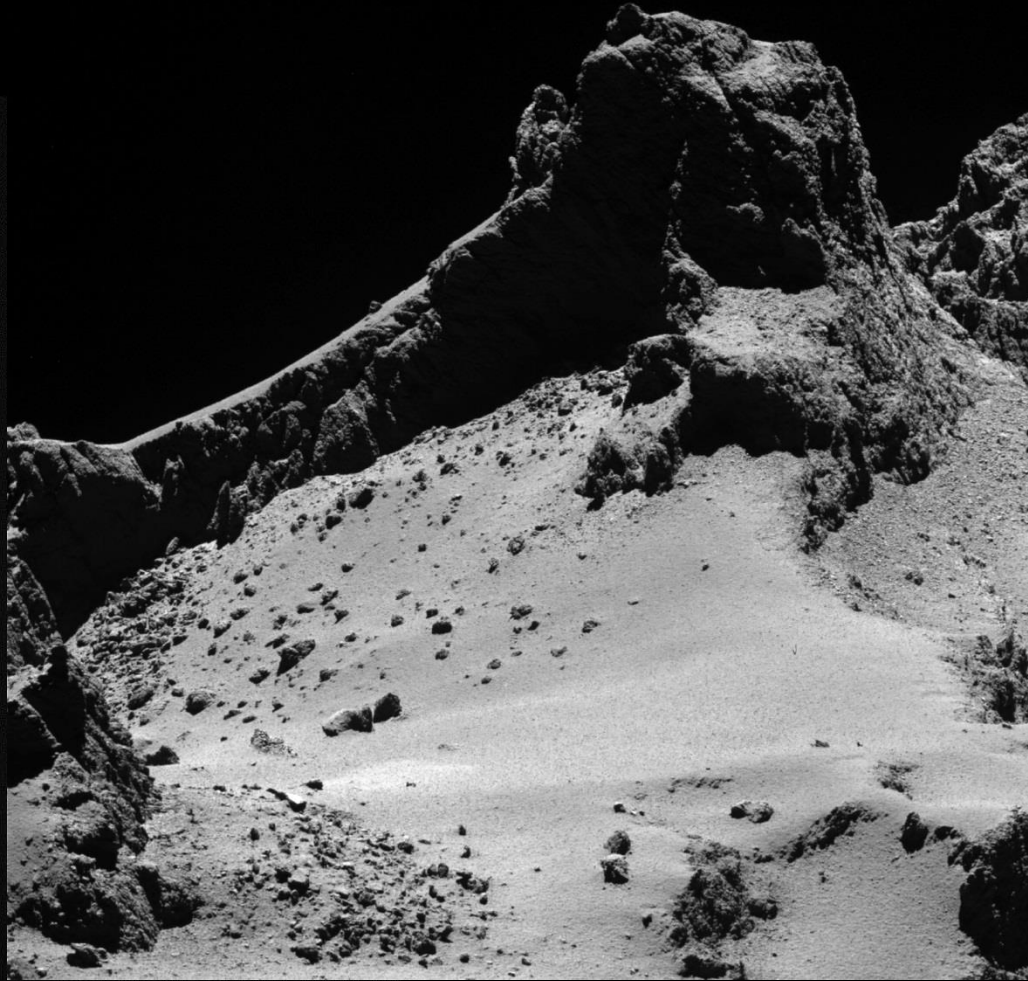
NAC_2015-07-29T13.42.10.728Z_ID10_1397549500_F22





© ESA/ROSETTA
/OSIRIS

200 m

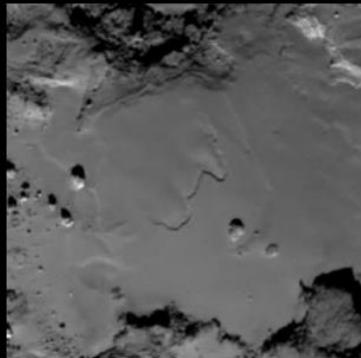


© ESA/ROSETTA/OSIRIS

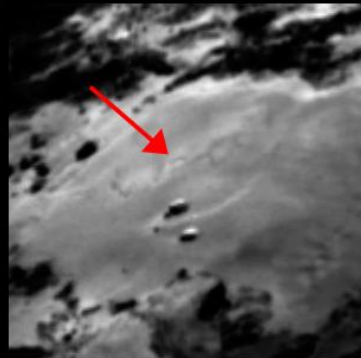
© ESA/ROSETTA

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

Changements dans la surface d'Imhotep :



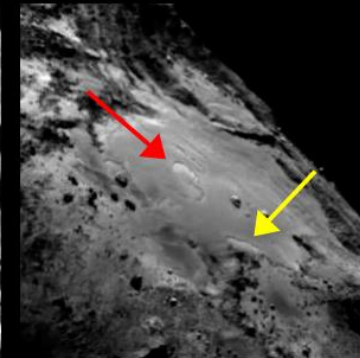
24 May 2015



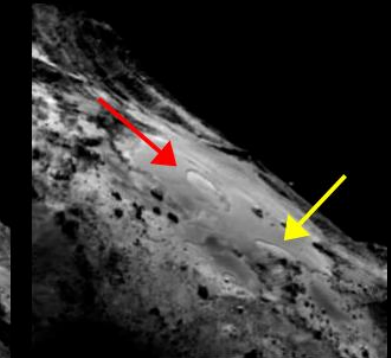
3 June 2015



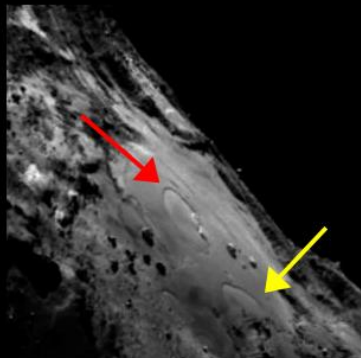
5 June 2015



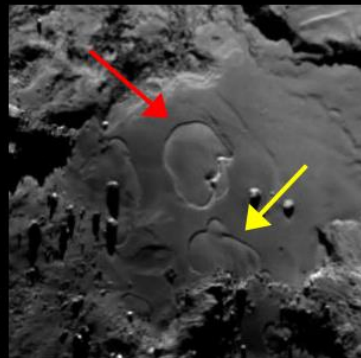
13 June 2015



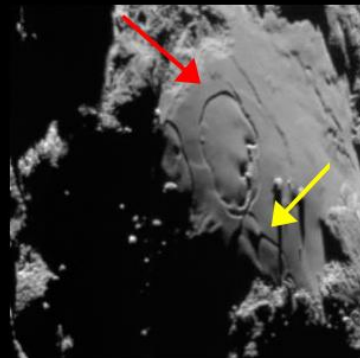
18 June 2015



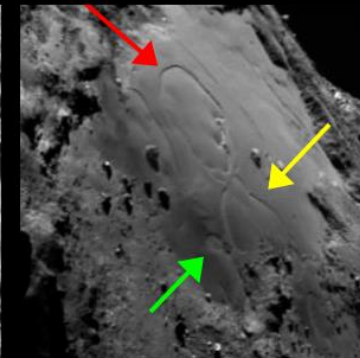
23 June 2015



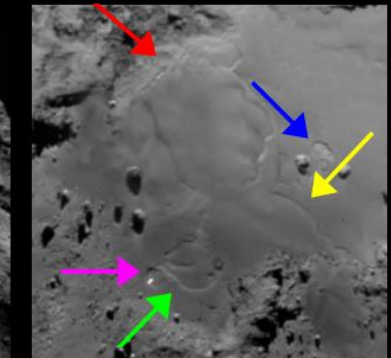
27 June 2015



1 July 2015



2 July 2015

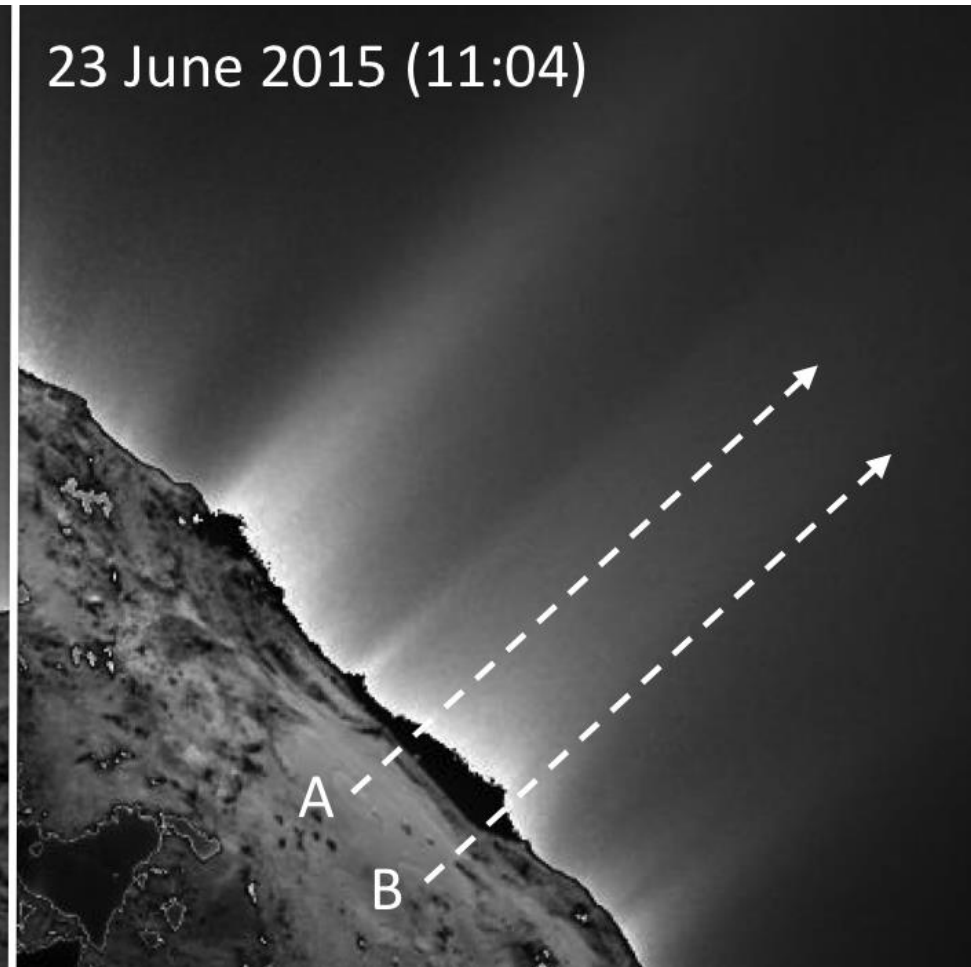
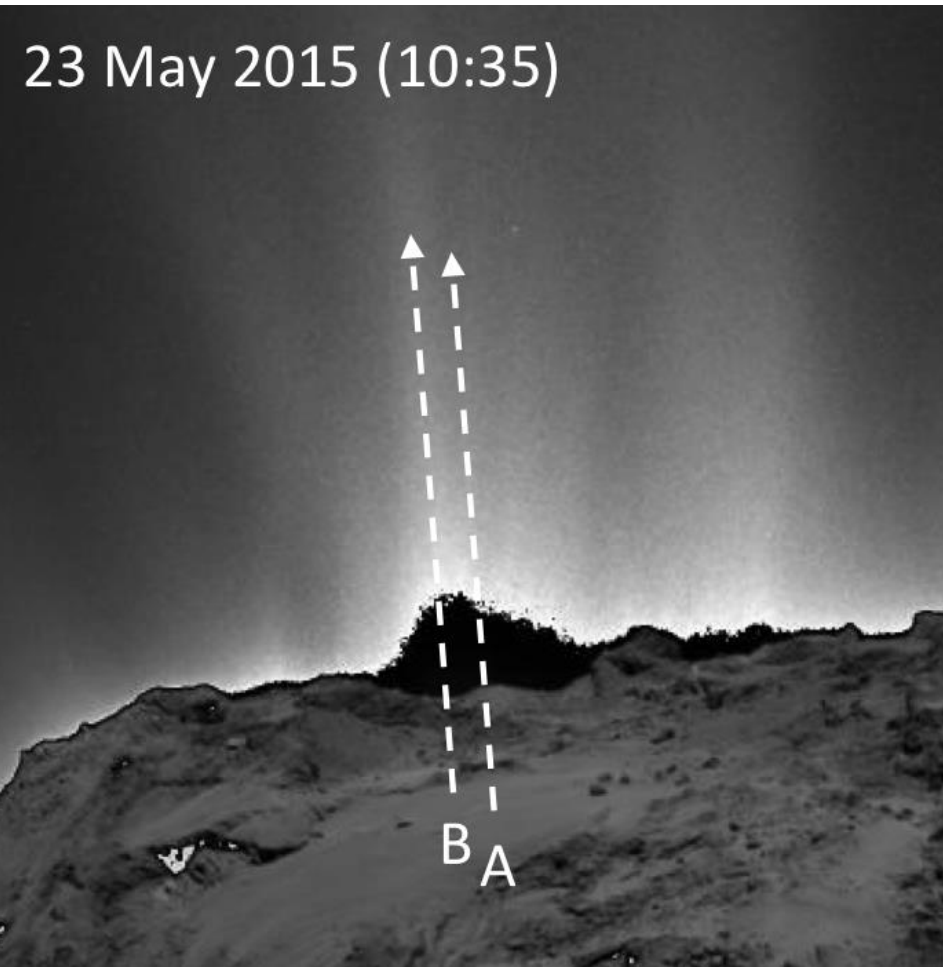


11 July 2015

© ESA/ROSETTA/OSIRIS

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

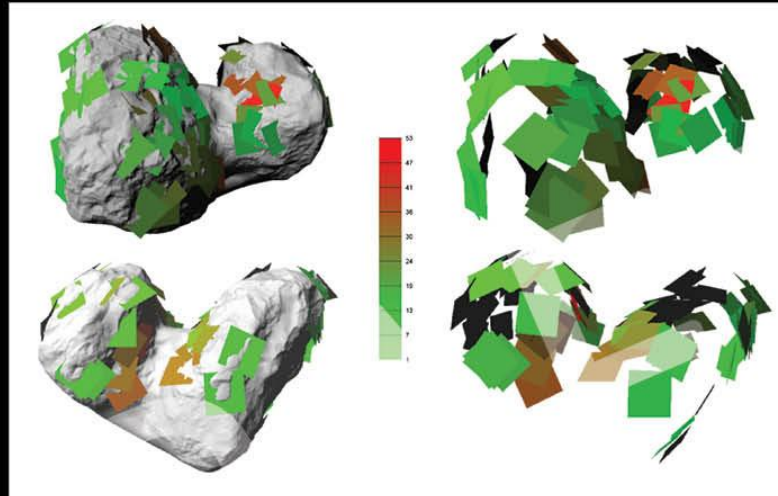
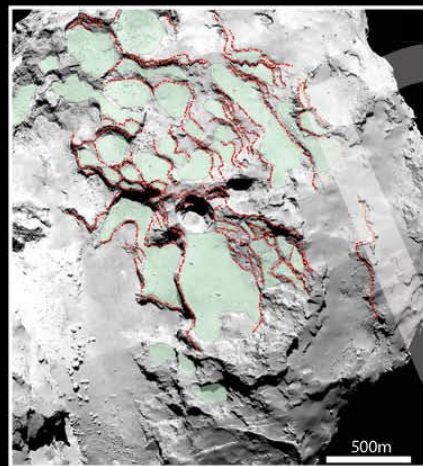
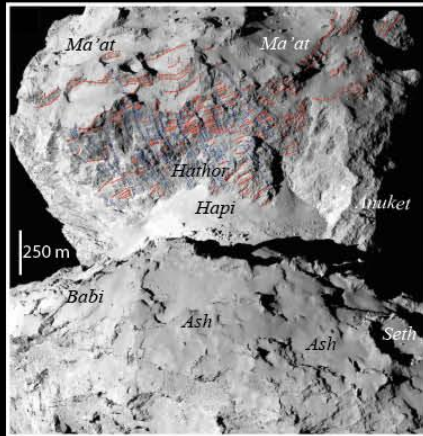
Changements dans la surface d'Imhotep :



© ESA/ROSETTA/OSIRIS

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

→ THE TWO LOBES OF COMET 67P/CHURYUMOV–GERASIMENKO

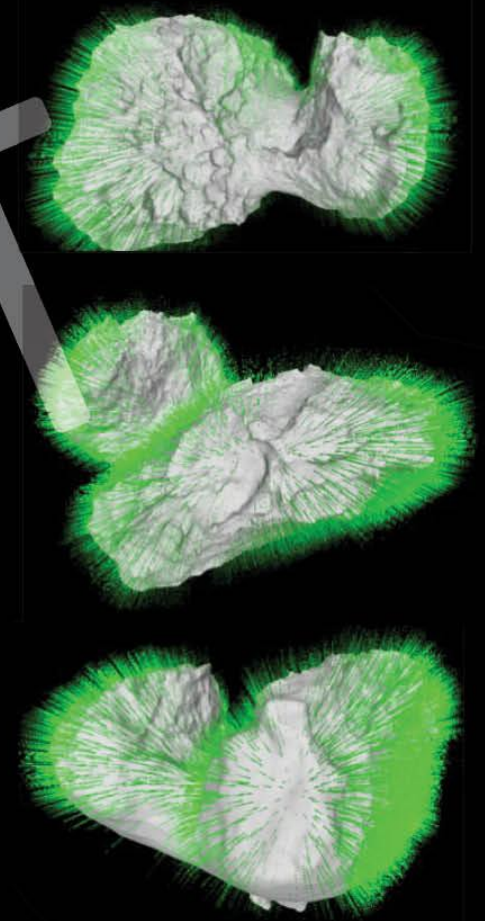


How were the comet's two lobes determined?

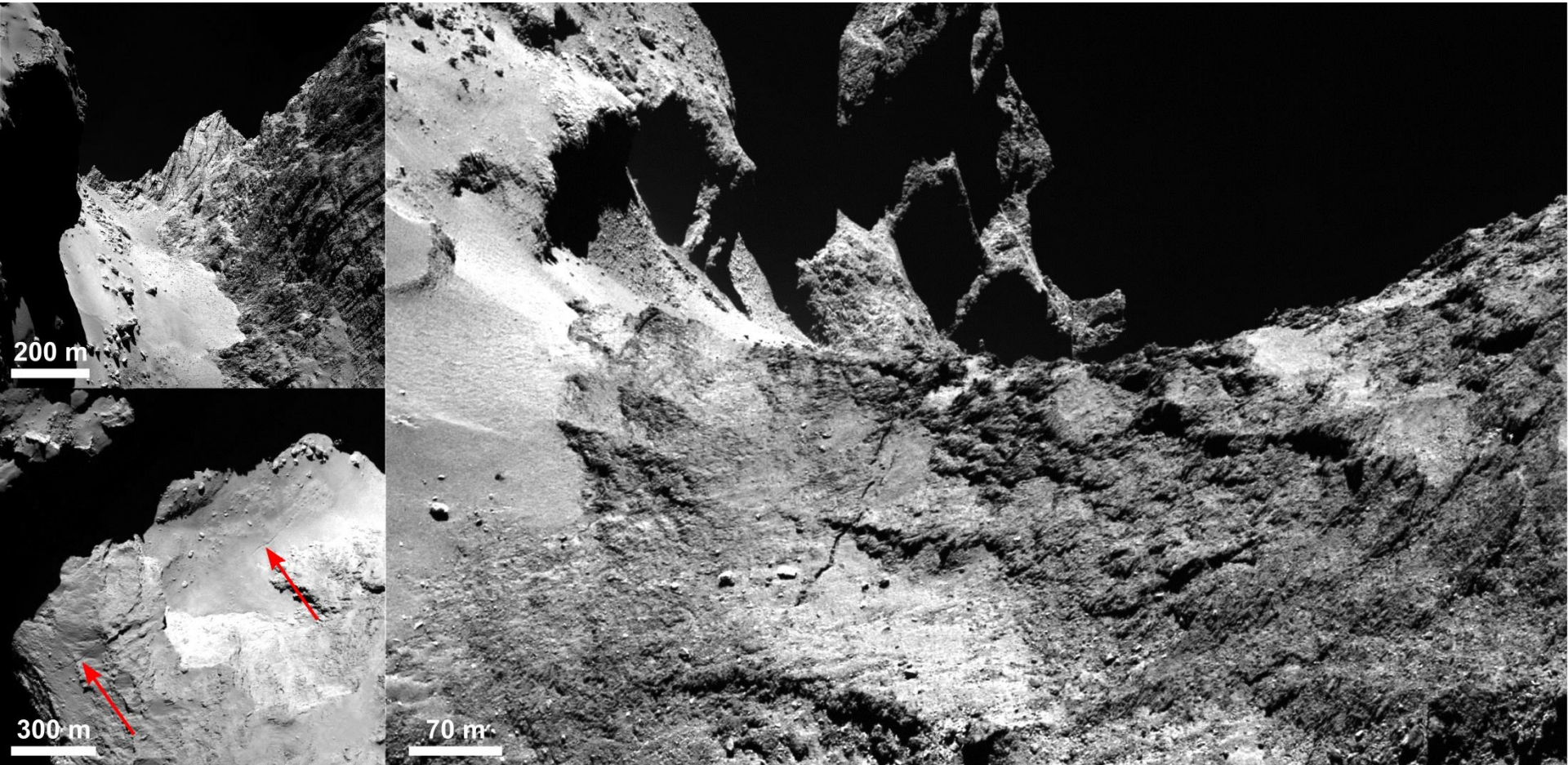
High-resolution OSIRIS images were used to visually identify over 100 terraces (green) or parallel layers of material – strata (red dashed lines) – in exposed cliff walls and pits all over the comet surface (left (top: Hathor and surrounding regions on comet's small lobe; bottom: Seth region on comet's large lobe).

A 3D shape model was used to determine the directions in which the terraces/strata are sloping and to visualise how they extend into the subsurface (above). The strata 'planes' are shown superimposed on the shape model (above left) and alone (above right) and show the planes coherently oriented all around the comet, in two separate bounding envelopes (scale bar indicates angular deviation between plane and local gravity vector).

Right: local gravity vectors visualised on the comet shape model perpendicular to the terrace/strata planes further realise the independent nature of the two lobes.

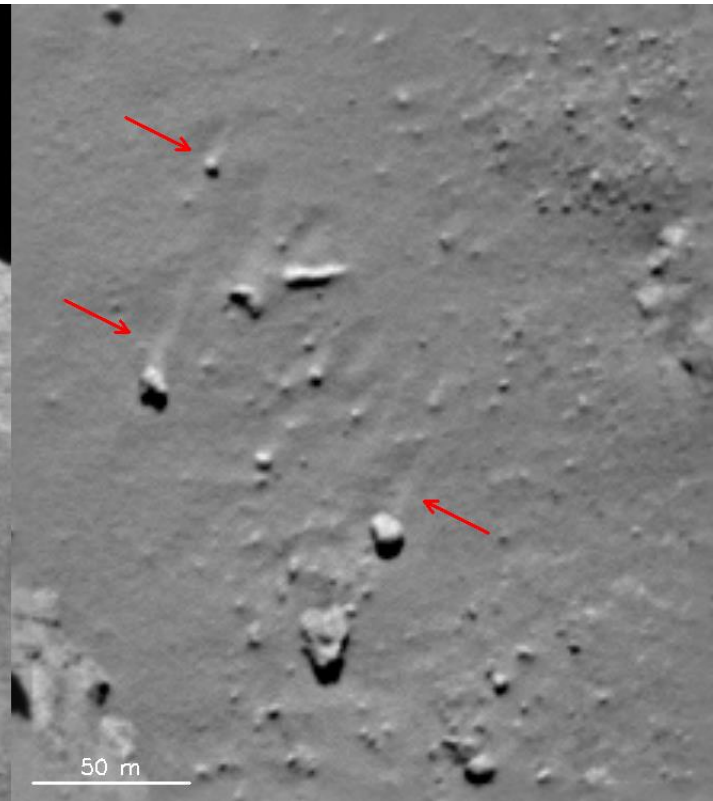
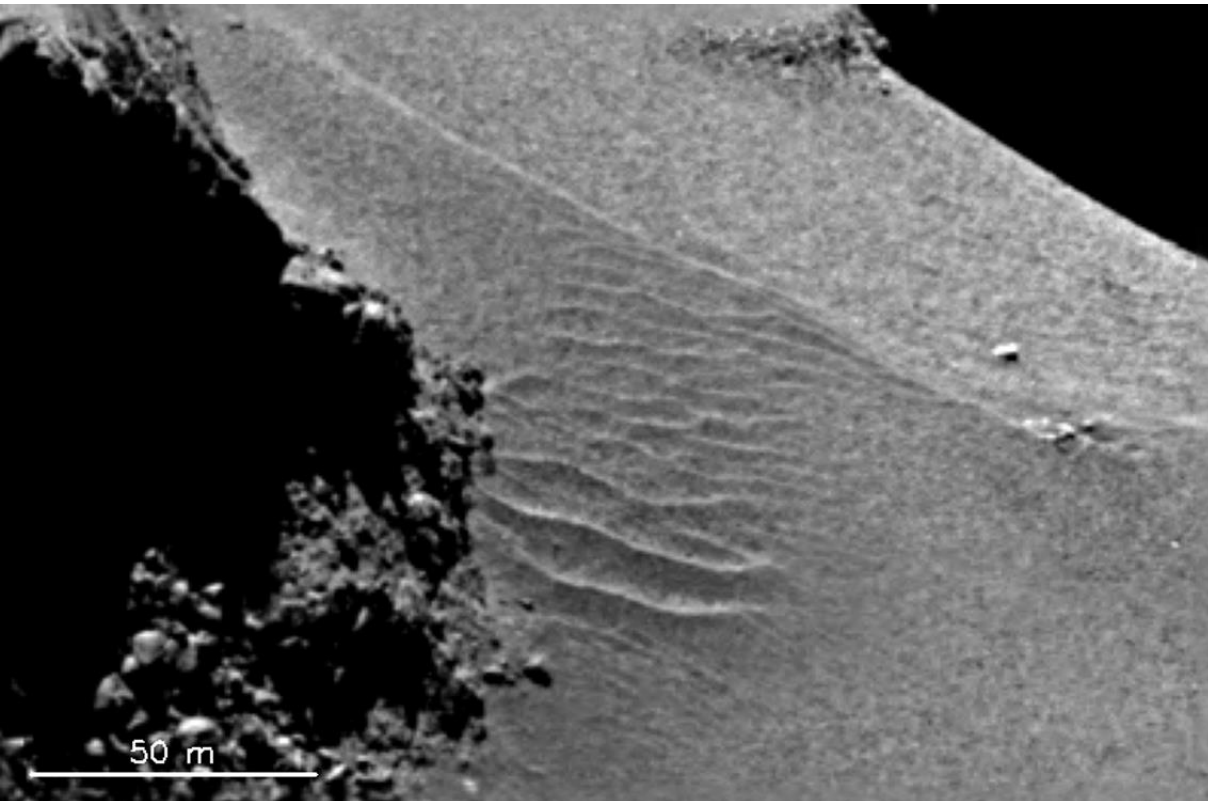


PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES



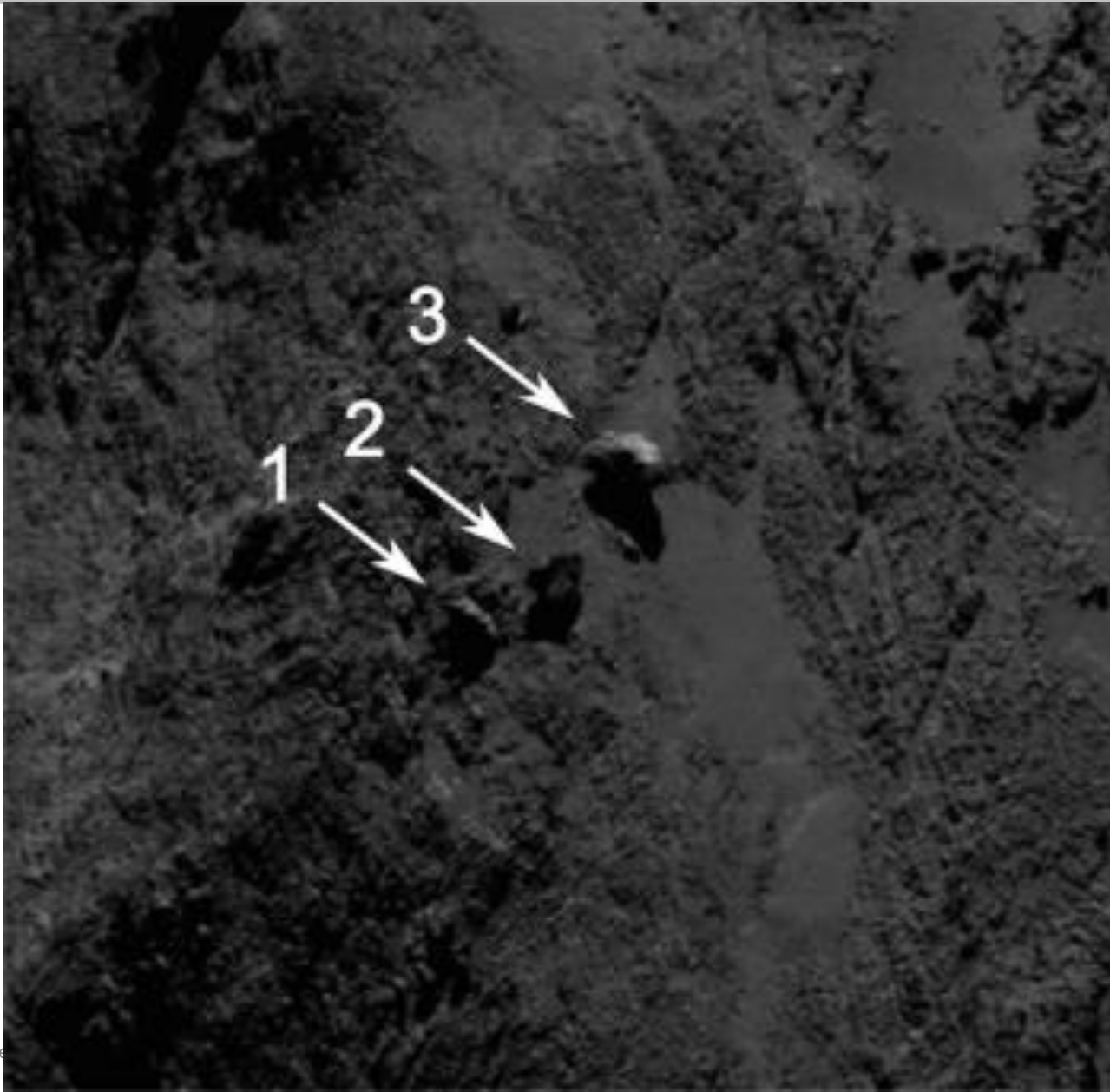
© ESA/ROSETTA/OSIRIS

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES



© ESA/ROSETTA/OSIRIS

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES



© ESA/ROSETTA
/OSIRIS

40 m

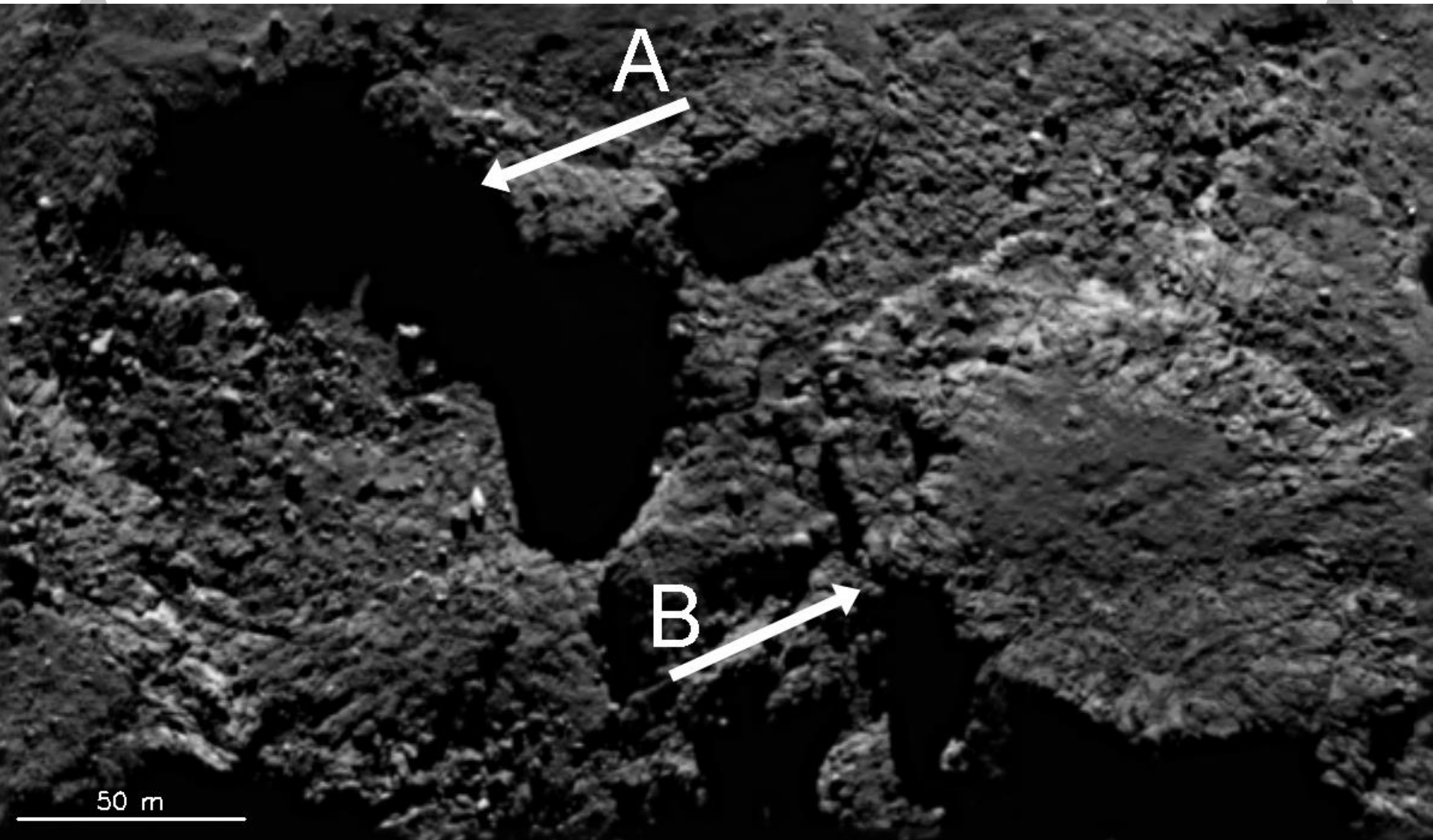




© ESA/ROSETTA
/OSIRIS

50 m

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES



© ESA/ROSETTA/OSIRIS



PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

Autres instruments

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

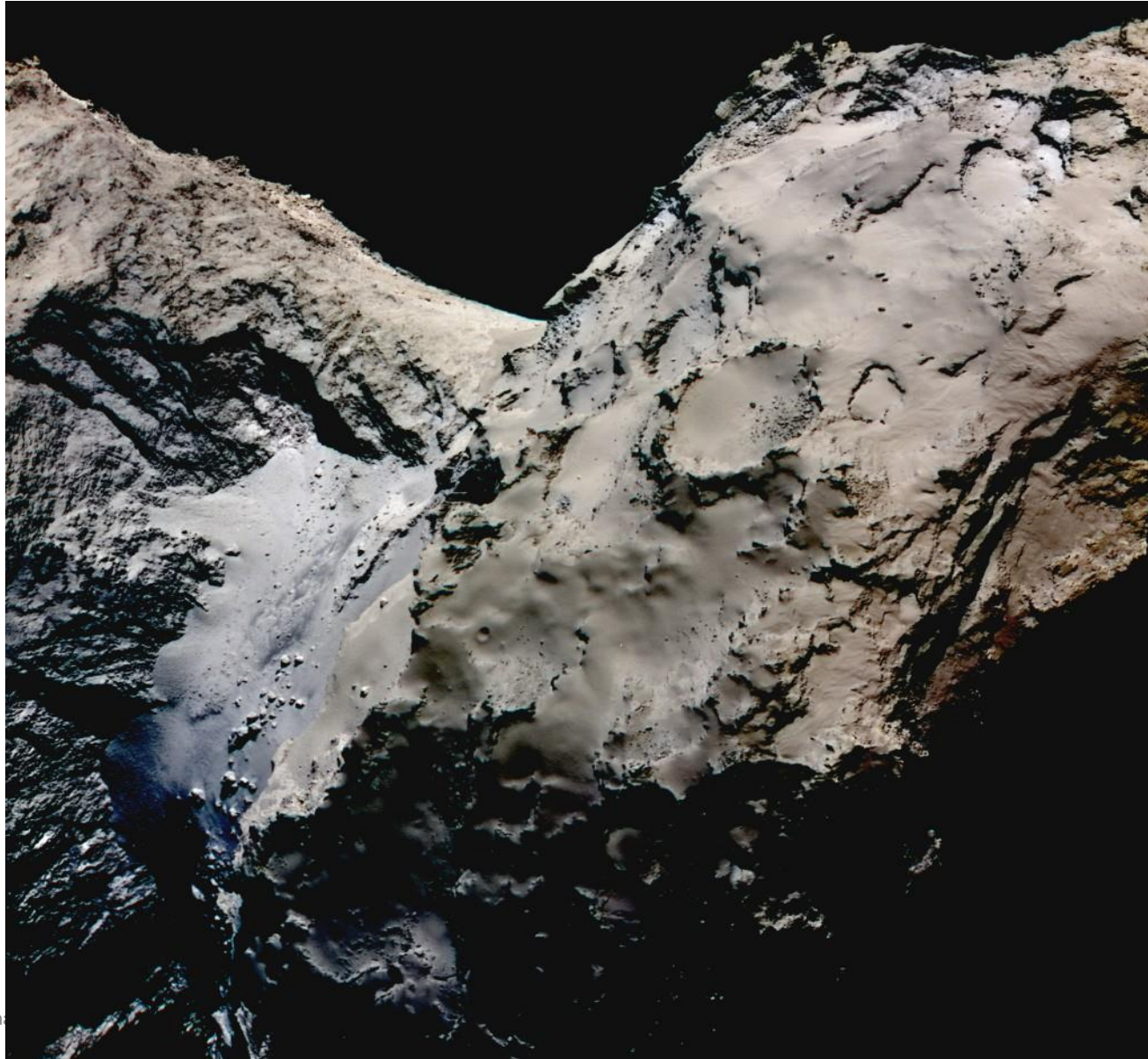
© ESA/ROSETTA
/OSIRIS

VIRTIS :

Une surface de comète
très homogène

Albédo : 6 %

**Mais un spectre très
différent des
anthracites
(charbons mûrs) et
de celui des
météorites
chondritiques**

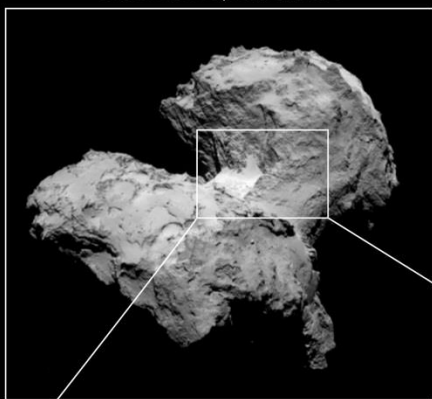


PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

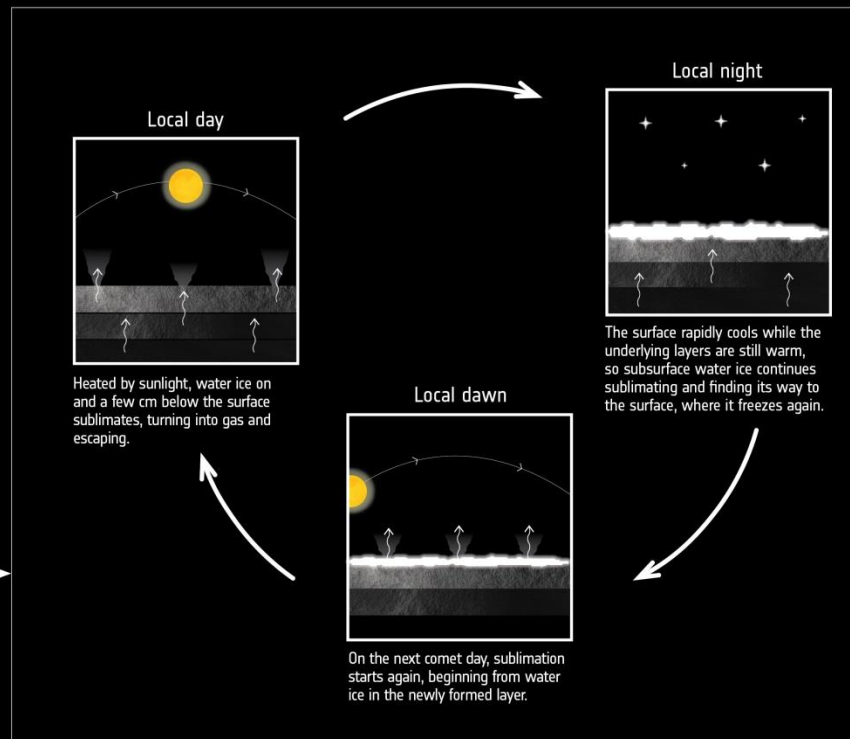
→ THE CYCLE OF WATER ICE AT COMET 67P/CHURYUMOV–GERASIMENKO



Comet on 2 September 2014



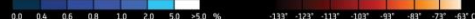
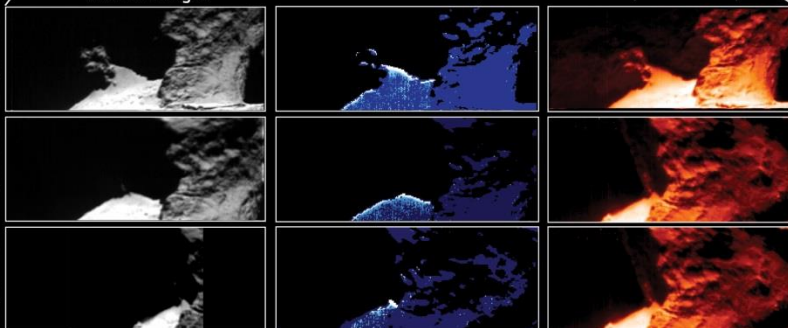
Water ice cycle at the comet



VIRTIS images

Ice abundance map

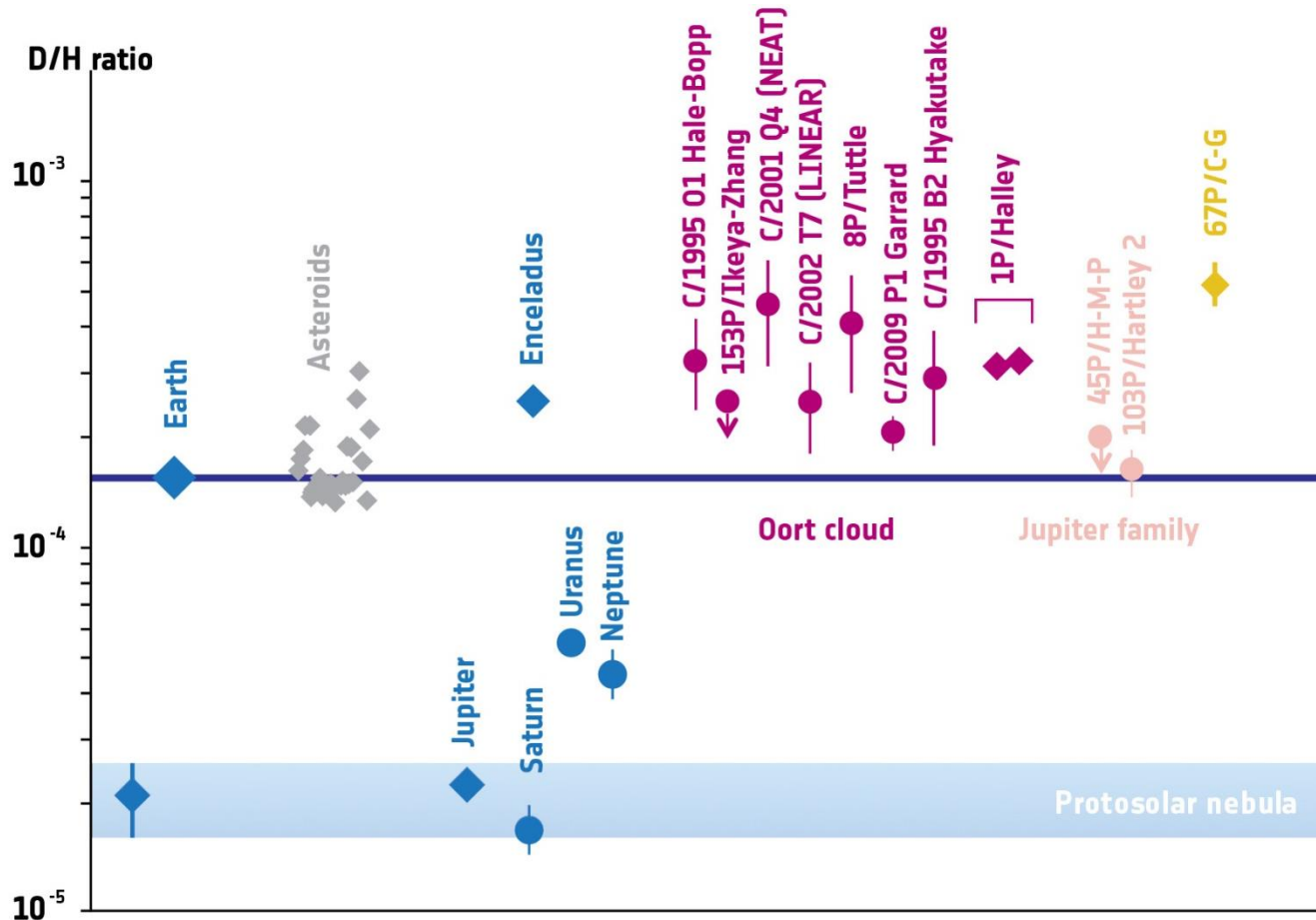
Temperature map



12 September 2014
13 September 2014
14 September 2014

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

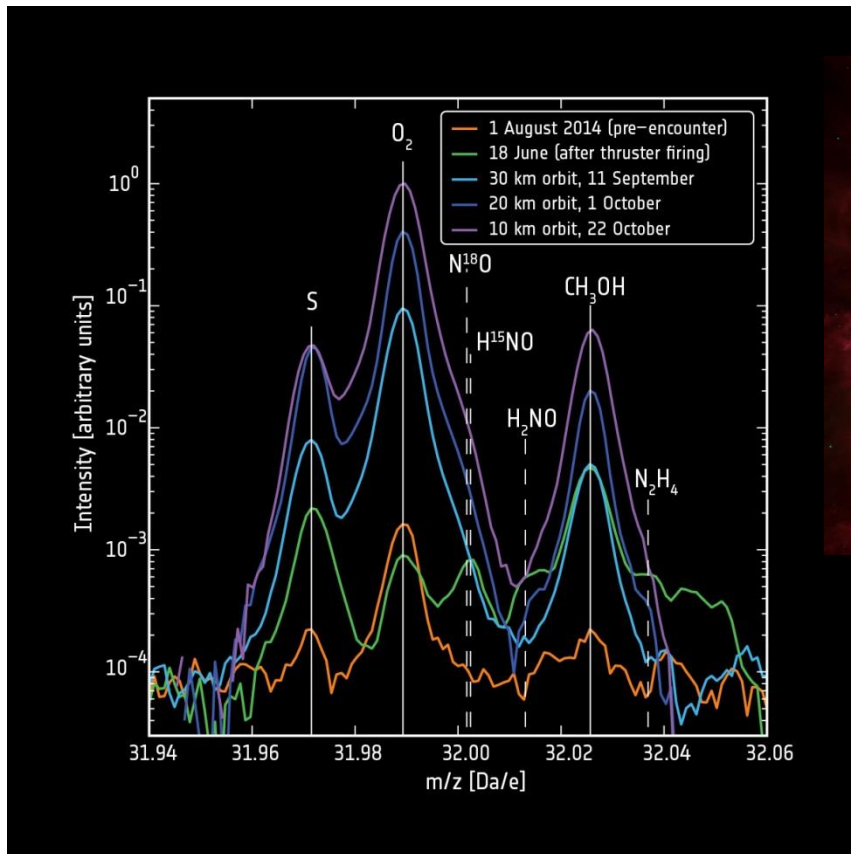
- **ROSINA :** très peu d'azote moléculaire
le rapport D/H \Rightarrow une comète formée très loin du soleil



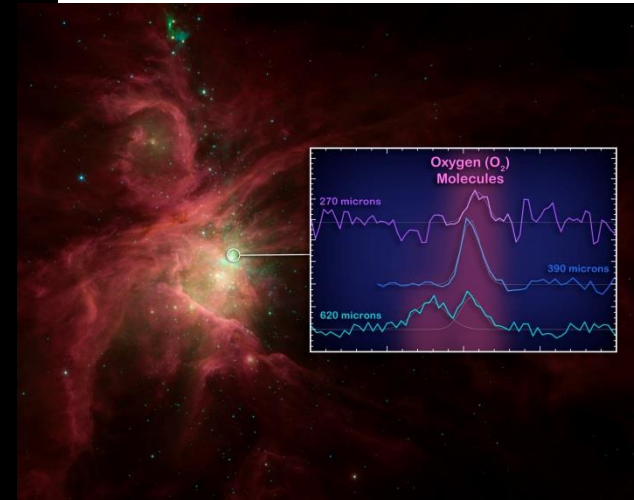
© ESA/ROSETTA
/ROSINA

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

- **ROSINA :** oxygène moléculaire en grande quantité (3%)
=> un oxygène sûrement présent dans le nuage primordial



© ESA/ROSETTA/ROSINA



© ESA/HERSCHEL/HIFI

Très petite quantité dans les nuages tels qu'Orion

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

- ROSINA : autres composants (quelques %)**

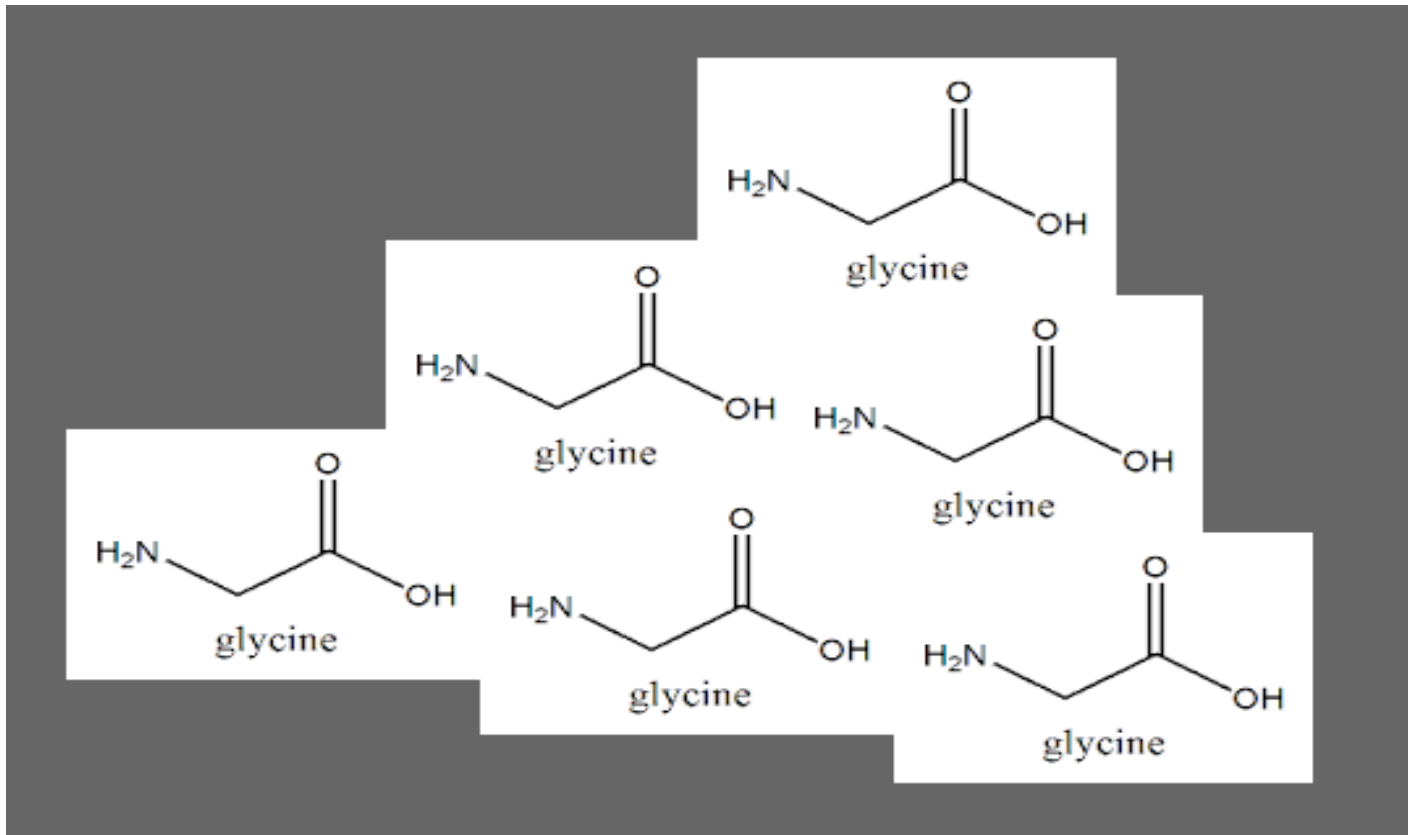
Nom	Formule chimique	Quantité / eau
Eau	H ₂ O	100
Dioxyde de carbone	CO ₂	Hiver : 80 Eté : 2,5
Monoxyde de carbone	CO	Hiver : 20 Eté : 2,7
Méthane	CH ₄	0,41
Acétylène	C ₂ H ₂	0,3
Ethane	C ₂ H ₆	1,81
Méthanol	CH ₃ OH	0,43
Formaldéhyde	H ₂ CO	0,43
Acide méthanoïque	HCOOH	0,02
Ethylène glycol	CH ₂ OHCH ₂ OH	0,002
Formiate de méthyle	HCOOCH ₃	0,01
Acétaldéhyde	CH ₃ CHO	0,01
Formamide	NH ₂ CHO	0,0005
Ammoniaque	NH ₃	0,1
Acide cyanhydrique	HCN	0,35
Acide isocyanide	HNCO	0,02
Acétonitrile	CH ₃ CN	0,01
Cyanoacéthylène	HC ₃ N	0,0007
Sulfure d'hydrogène	H ₂ S	1,21
Oxysulfure de carbone	OCS	0,06
Monoxyde de soufre	SO	0,002
Dioxyde de soufre	SO ₂	0,03
Sulfure de carbone	CS ₂	0,01
Sulfure	S ₂	0,001

© ESA/HERSCHEL/HIFI

PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

- ROSINA :

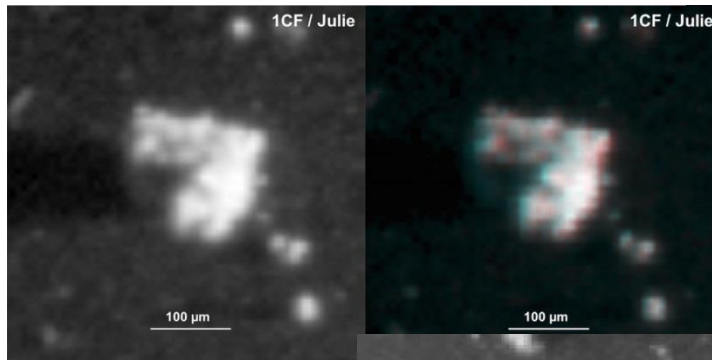
Découverte de la glycine, le plus simple des acides aminés



PREMIERS RESULTATS SCIENTIFIQUES

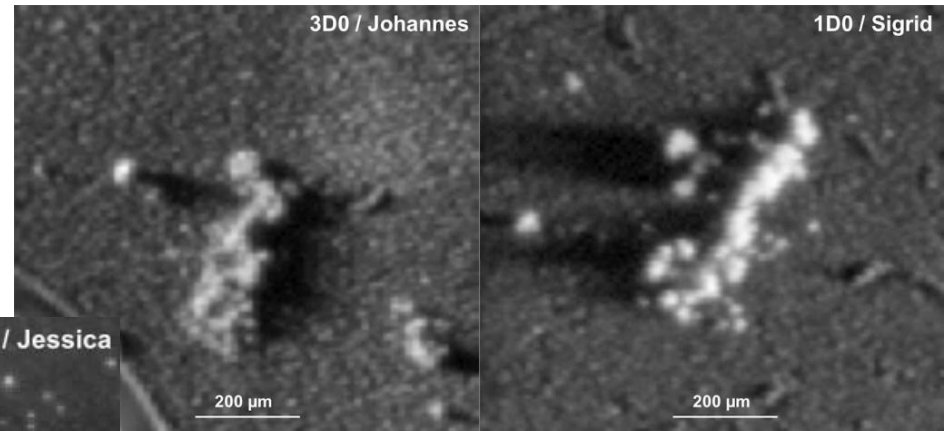
- **COSIMA** : des poussières de différents types

Particules compactes (30%)

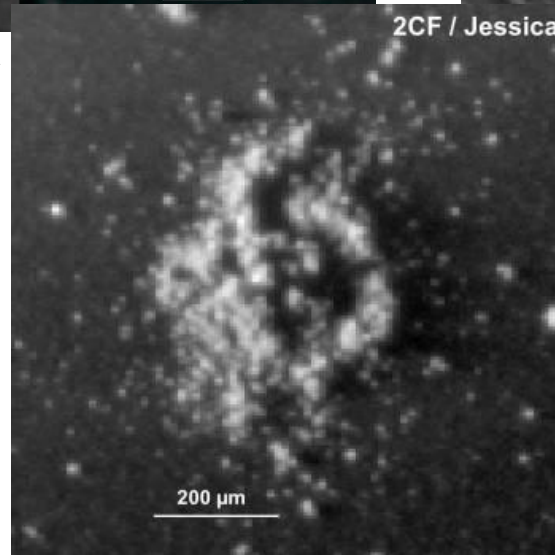


© ESA/Rosetta/COSIMA

Groupes collés

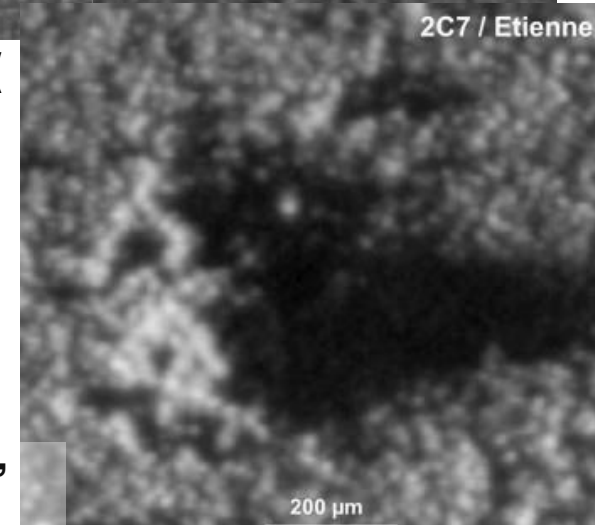


Groupes éclatés



© ESA/Rosetta/
COSIMA

“Détritus”





Fin de la présentation

Des questions ?



1 m³
C'est la dimension de Philae replié

28 MINUTES

C'est le temps nécessaire pour recevoir les données de Rosetta, au moment de l'atterrissage

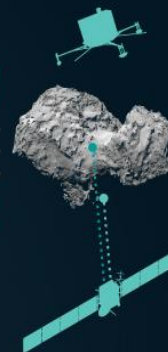
Zzz

957

C'est le nombre de jours d'hibernation de Rosetta du 8 juin 2011 au 20 janvier 2014

3,5 km/h
soit 1m/s

La vitesse de descente de Philae sur la comète au moment de l'atterrissage
soit la vitesse d'un Homme marchant au pas



20 km

C'est l'altitude lors de la séparation entre l'orbiteur et Philae

Philae pèse

100 kg sur Terre 1 g sur la comète

6,5 MILLIARDS de km parcourus par la sonde depuis son départ de la Terre en 2004
10 ANS de trajet 1/2



LES CHIFFRES-CLÉS DE LA MISSION ROSETTA

LE NOYAU DE LA COMÈTE 67P/CHURYUMOV-GERASIMENKO

mesure environ 4,1 x 5,4 KM
tourne sur lui-même en 12h24 HEURES
a une masse de 10 MILLIARDS DE TONNES



C'est l'équivalent de la taille des 6^{ES} arrondissements parisiens

1,3 MILLIARDS €

250 MILLIONS €

Le financement de la France sur 20 ans

Cela représente

20 CENTIMES D'€ PAR AN ET PAR FRANÇAIS

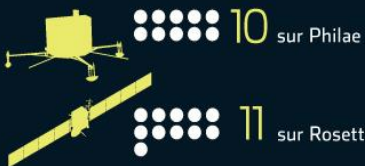
LE COÛT TOTAL DE LA MISSION

C'est l'équivalent de

4 AIRBUS A380

NOMBRES D'INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES

dont 2 français : CIVA et CONSERT



500

Le nombre de scientifiques et d'ingénieurs mobilisés en Europe

dont 150 français, répartis dans :

- 17 laboratoires et instituts scientifiques
- une dizaine d'entreprises

LE CNES c'est

20 PERSONNES qui travaillent au SONC (Centre des opérations scientifiques et de navigation)

300 000 HEURES DE TRAVAIL consacrées à cette mission



510 MILLIONS DE KM

C'est la distance entre la Terre et la comète au moment de l'atterrissage



6,44

C'est le nombre d'années que met 67P/Churyumov-Gerasimenko pour tourner autour du Soleil

Son orbite est elliptique et l'amène à

