

# ROSETTA - PHILAE

# L'Instrumentation

# A quoi ça sert ?



## Références et sources des images

Les images qui n'ont pas de libellé de source proviennent toutes des sites de l'ESA et du CNES où l'on trouve les mêmes documents :

[http://www.esa.int/fre/ESA\\_in\\_your\\_country/France/Rosetta](http://www.esa.int/fre/ESA_in_your_country/France/Rosetta)

<http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/11305-rosetta-rendez-vous-avec-la-comete-churyumov-gerasimenko.php>

# Préambule

## Orbiteur Rosetta

ALICE

CONSERT

COSIMA

GIADA

Si l'exploit technique de mettre une sonde en orbite autour d'une comète est grand, en faire poser une de

### Texte officiel de la mission scientifique

#### Mission :

Effectuer un rendez-vous avec la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko afin d'étudier le noyau de la comète et son environnement pendant presque deux ans, et poser un atterrisseur sur sa surface.

#### Objectifs principaux de la mission :

- Étudier une comète de près sur la durée afin d'observer sa transformation sous l'effet de la chaleur du Soleil le long de son orbite elliptique.
- Poser une sonde sur le noyau de la comète pour une analyse in-situ.

ur Philae

ROLIS

RT

MY

SD2

SESAME

# Préambule

Si l'exploit technique de mettre une sonde en orbite autour d'une comète est grand, en faire poser une dessus, encore plus grand...

Le véritable intérêt et le but pour les scientifiques (astronomes, planétologues, géologues, chimistes...) est d'explorer la comète.

Pour voir, mesurer, palper, analyser il faut des instruments adaptés.

D'où le nombre impressionnant d'appareils divers miniaturisés conçus pour un travail très spécialisé.

## Orbiteur Rosetta

ALICE  
CONCERT  
COSIMA  
GIADA  
MIDAS  
MIRO  
OSIRIS  
ROSINA  
RPC  
RSI  
VIRTIS

## Atterrisseur Philae

APXS  
ÇIVA / ROLIS  
CONCERT  
COSAC  
PTOLEMY  
MUPUS  
ROMAP  
SD2  
SESAME



# Instruments de Rosetta ou Orbiteur

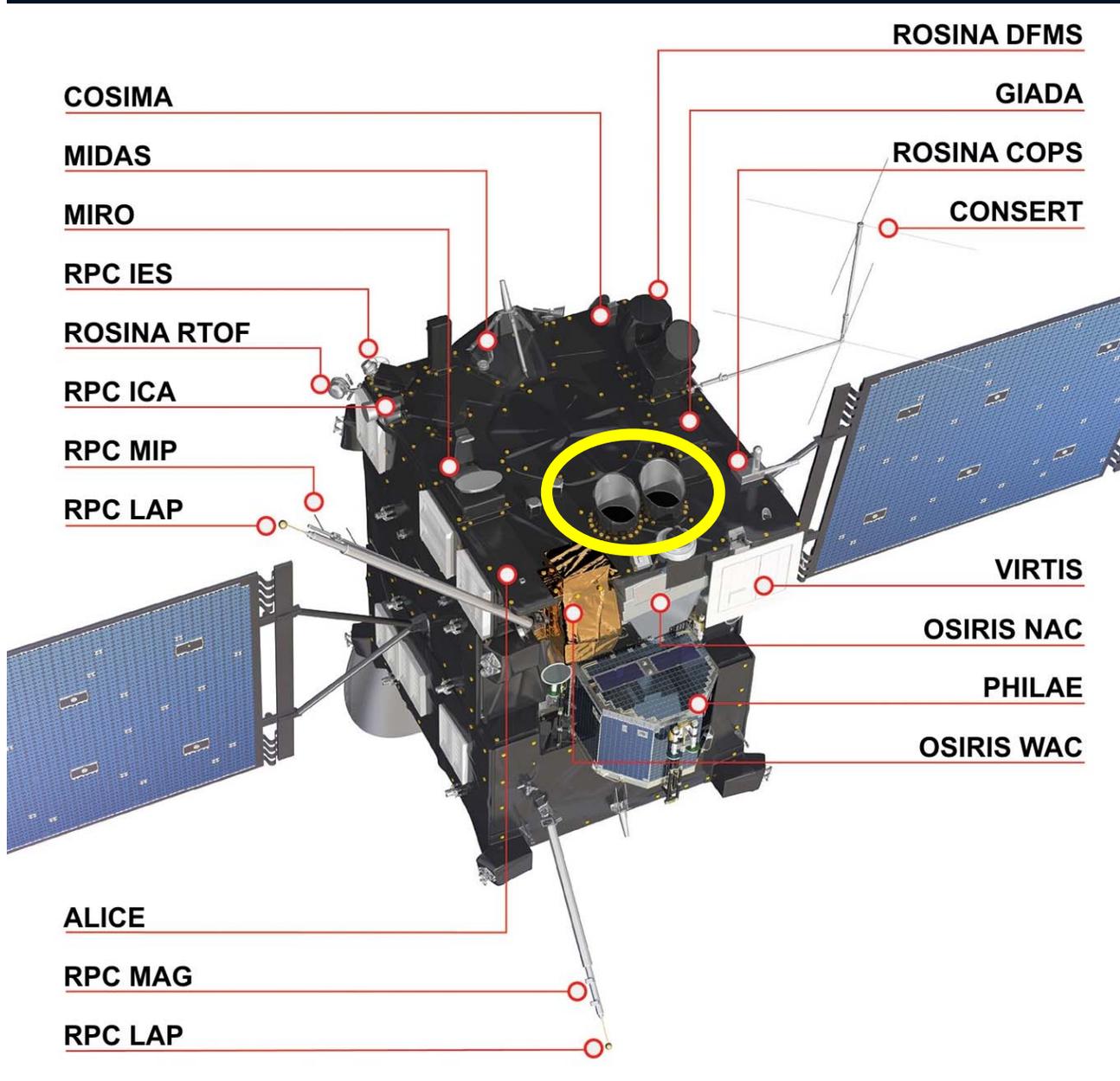
ALICE	spectromètre imageur dans l'ultraviolet
CONSERT	sondeur de noyau cométaire
COSIMA	spectromètre de masse d'ions secondaires cométaires (pour la poussière)
GIADA	analyseur d'impact des grains et collecteur de poussières
MIDAS	système d'analyse des poussières par microscopie
MIRO	instrument hyperfréquence (pour l'étude des gaz et de la température du noyau)
OSIRIS	système d'imagerie
ROSINA	spectromètre pour l'analyse des ions et des particules neutres
RPC	analyseur de plasma
RSI	instrument de recherche en radio-science
VIRTIS	spectromètre de cartographie dans le visible et l'infrarouge

# Instruments de l'atterrisseur Philae

APXS	spectromètre dans le rayonnement X des particules alpha
ÇIVA / ROLIS	système d'imagerie
CONSERT	sondeur de noyau cométaire
COSAC	analyseur de gaz
PTOLEMY	analyseur de gaz
MUPUS	capteurs multi-usage pour mesurer les propriétés de la surface et de la subsurface
ROMAP	magnétomètre et analyseur de plasma
SD2	collecteur d'échantillons
SESAME	sondeur électrique et acoustique



# Rosetta – les instruments



## NAVCAM

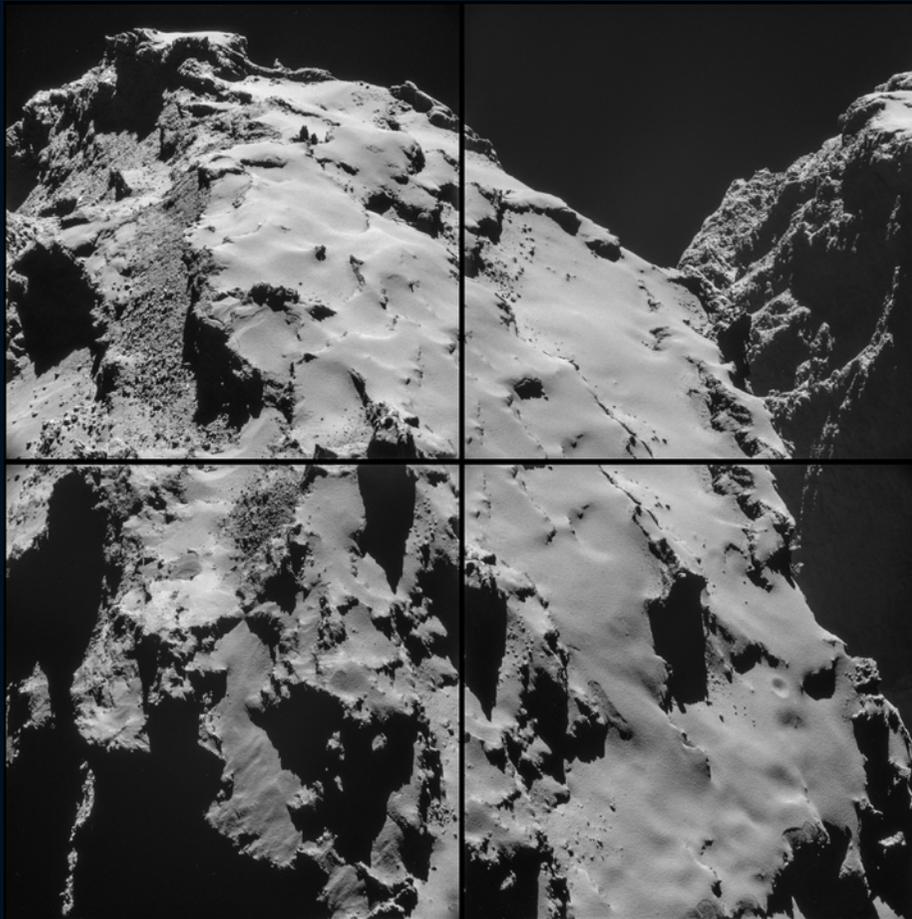
(navigational camera)

Une partie du système de positionnement et de contrôle orbital.

-deux caméras identiques par redondance

Donnent des images de champs pour le suivi des sources d'étoiles ou sources étendues pour la navigation.

# Image par NACAM

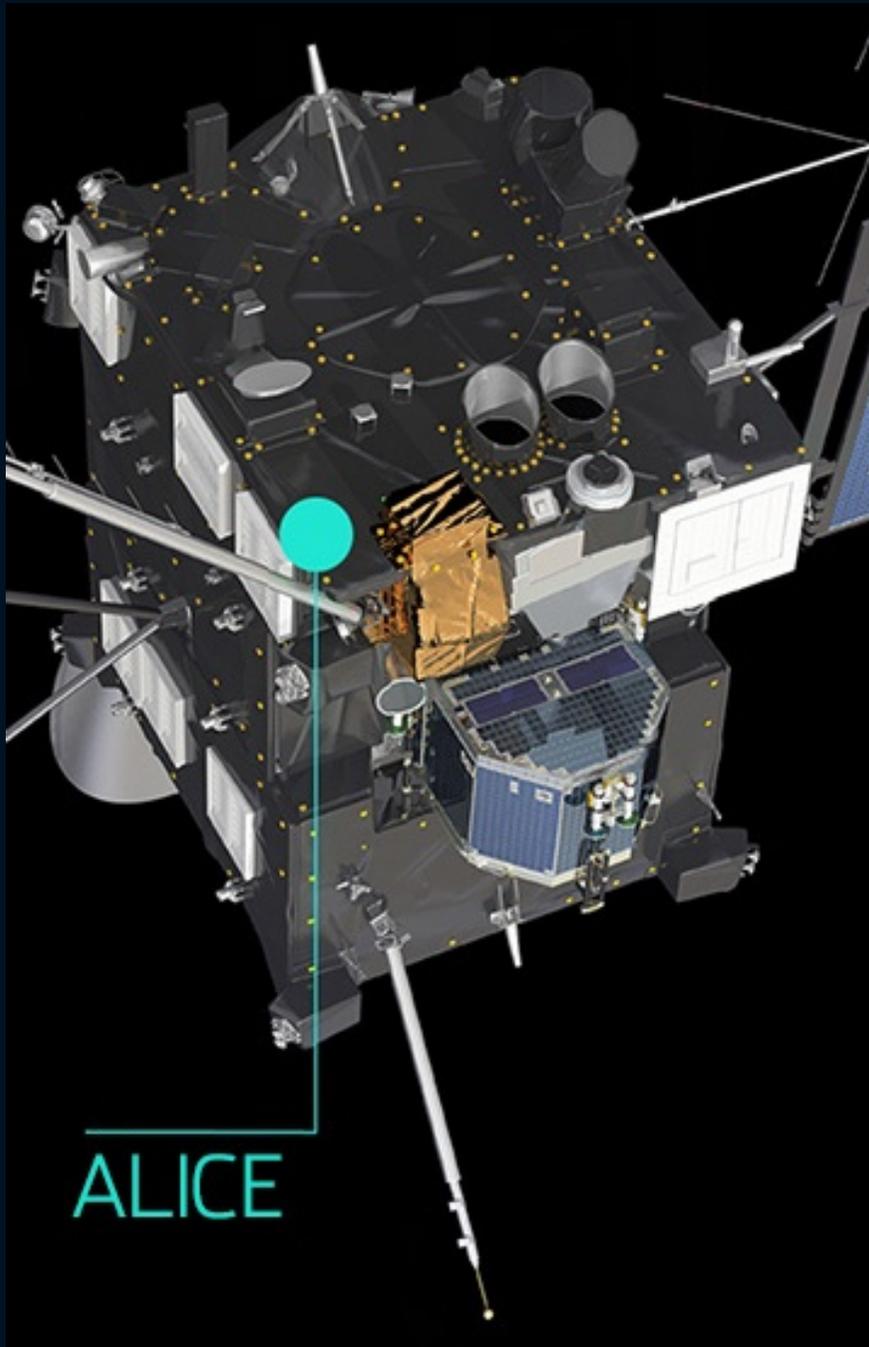


La comète le 28 octobre



Le départ de Philae le 12 novembre

# Rosetta – les instruments

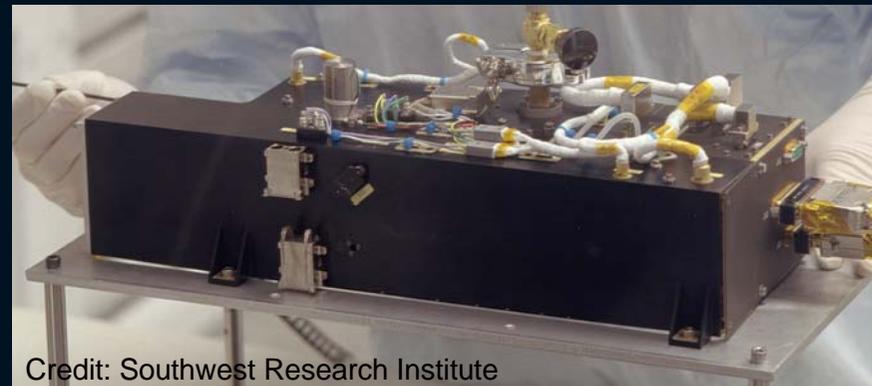


## ALICE

Spectromètre imageur *ultraviolet*

- analyser la composition du noyau, de la coma, de la queue
- production d'eau, monoxyde et dioxyde de carbone par le noyau
- composition de surface du noyau

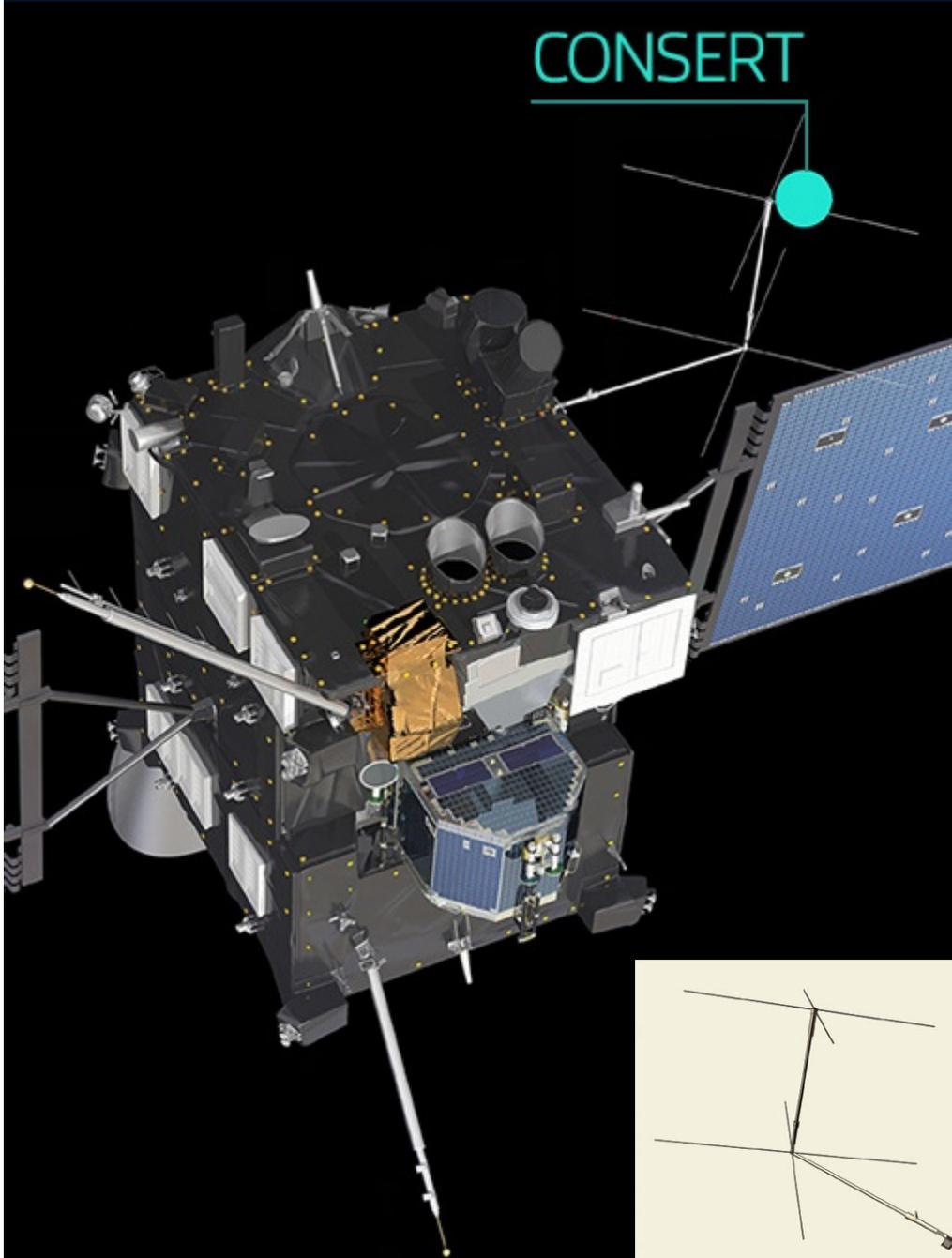
Appareil : ultra-léger spectromètre pour le domaine 700 à 2050 Angstroms et de 8 to 12 Angstroms de résolution.



Premier résultat : pas de glace vive à la surface

# Rosetta – les instruments

## CONCERT



## CONCERT

Sondeur de noyau cométaire

(Comet Nucleus Sounding Experiment  
by Radiowave Transmission)

Sonde l'intérieur cométaire en étudiant  
les ondes radios émises par Philae,  
réfléchies et diffusées par le noyau.

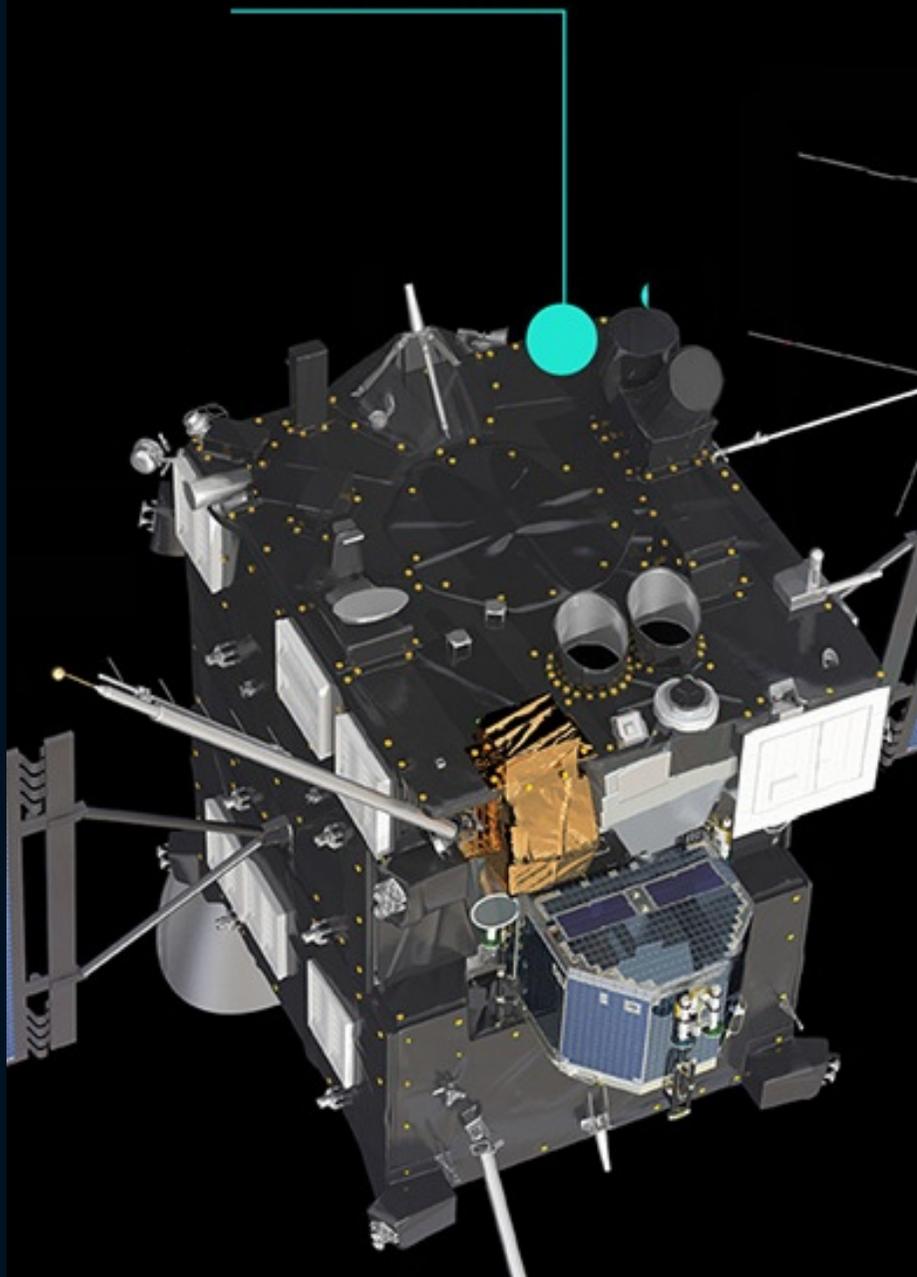
Les appareils sont sur l'orbiteur et sur  
l'atterrisseur.

informations inédites sur la structure  
interne et la composition du noyau :

- densité, hétérogénéité,
- présence de zones vides ou plus  
denses
- processus de formation de la comète

# Rosetta – les instruments

## COSIMA



## COSIMA

Spectromètre de masse d'ions  
secondaires cométaires

(Cometary Secondary Ion Mass Analyser)

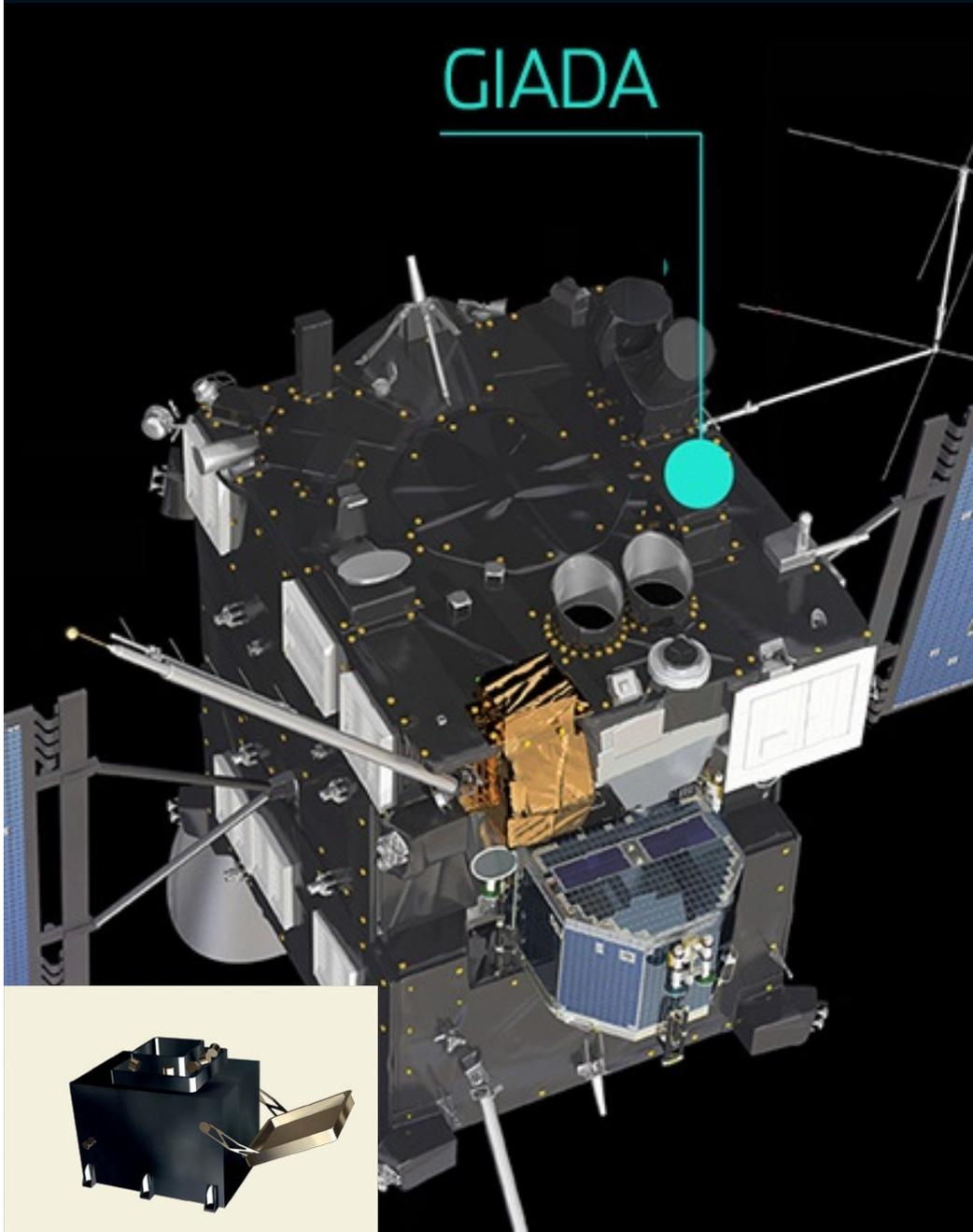
Spectromètre à temps de vol.

Doit analyser

- la composition des grains de  
poussière émis par la comète afin de  
déterminer s'ils sont organiques

# Rosetta – les instruments

GIADA



GIADA

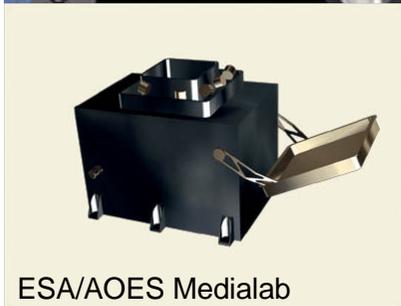
Analyseur d'impact des grains  
et collecteur de poussières

(Grain Impact Analyser and  
Dust Accumulator)

mesure :

- le nombre,
- la masse,
- la distribution des vecteurs de vitesses

des grains de poussière émis par la  
comète et réfléchis par la pression de  
radiation



ESA/AOES Medialab  
2014/11/12



# Rosetta – les instruments

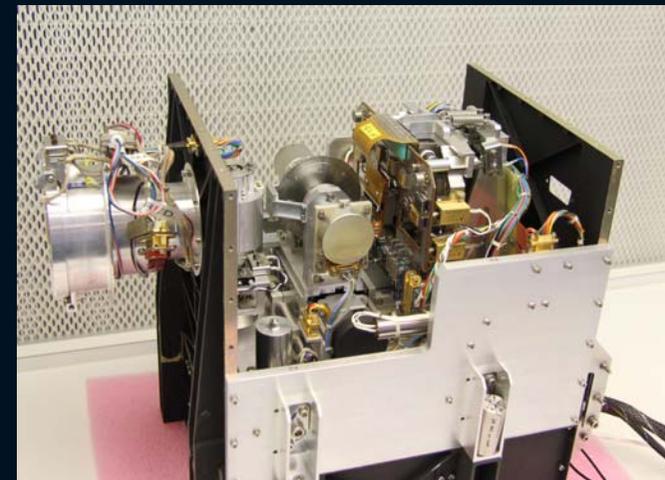
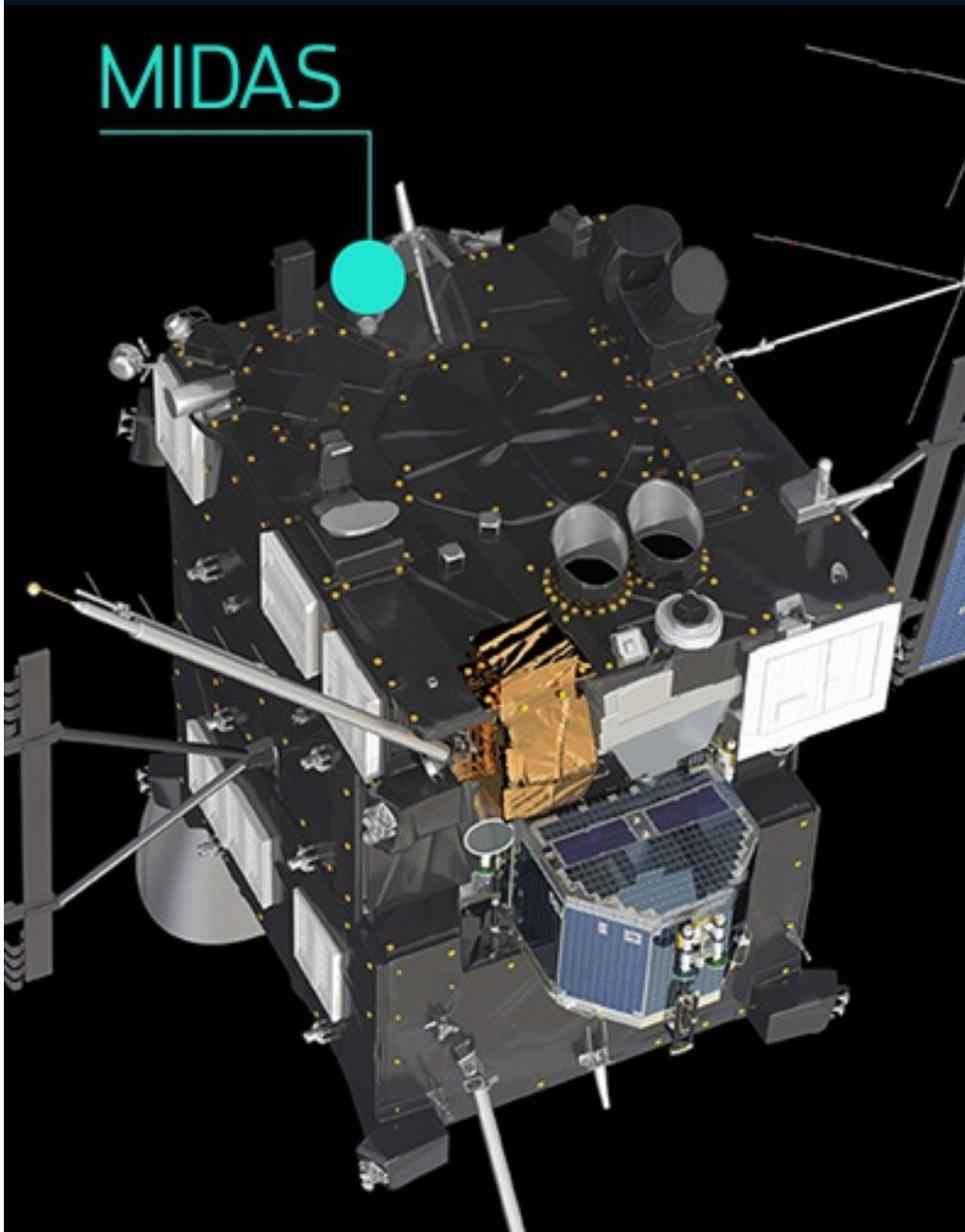
## MIDAS

Système d'analyse des poussières  
par microscopie

(Micro-Imaging Dust Analysis System)

Atomic Force Microscope ou  
microscope à sonde locale

Etudier l'environnement autour des  
astéroïdes et de la comète : abondances  
des particules, dimensions, volume et  
forme.



# Rosetta – les instruments

## MIRO

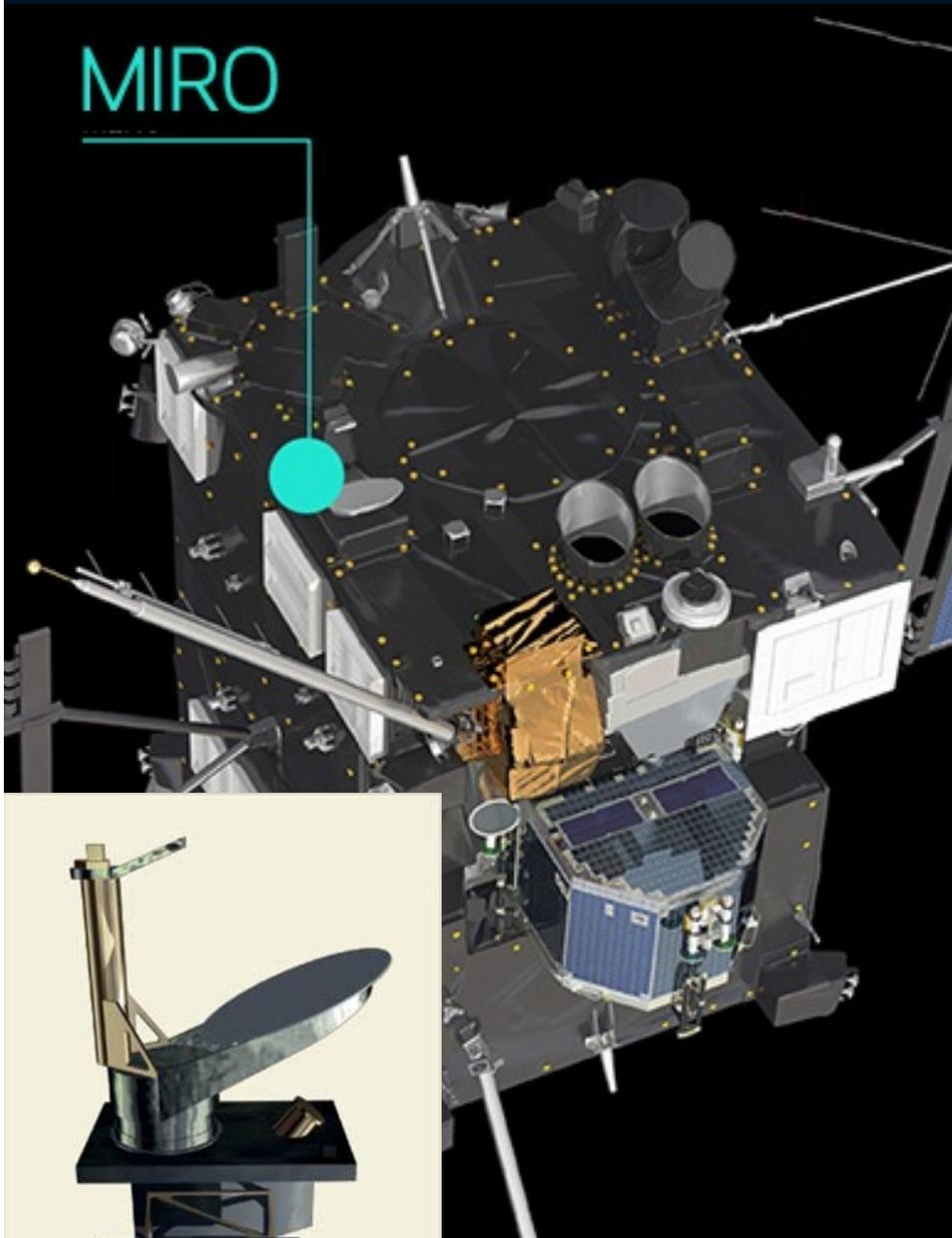
Instrument hyperfréquence (pour l'étude des gaz et de la température du noyau)

(Microwave Instrument for the Rosetta Orbiter)

Radiotélescope fonctionnant dans la bande millimétrique et sub-millimétrique

Etude de la comète :

- distinguer les parties de la surface couvertes de poussières et de glace pour déterminer les sites d'atterrissage propices
- déterminer la température de la surface et sous surface
- mesurer l'abondance des principaux gaz
- mesurer le taux de dégazage



4 juillet 2014 :

Les premières données recueillies par l'instrument Miro de Rosetta deux mois avant son rendez-vous du 6 août prochain avec 67P/CG, l'appareil a montré que la comète de 4 km de long se délestait d'environ 300 ml d'eau à chaque seconde.



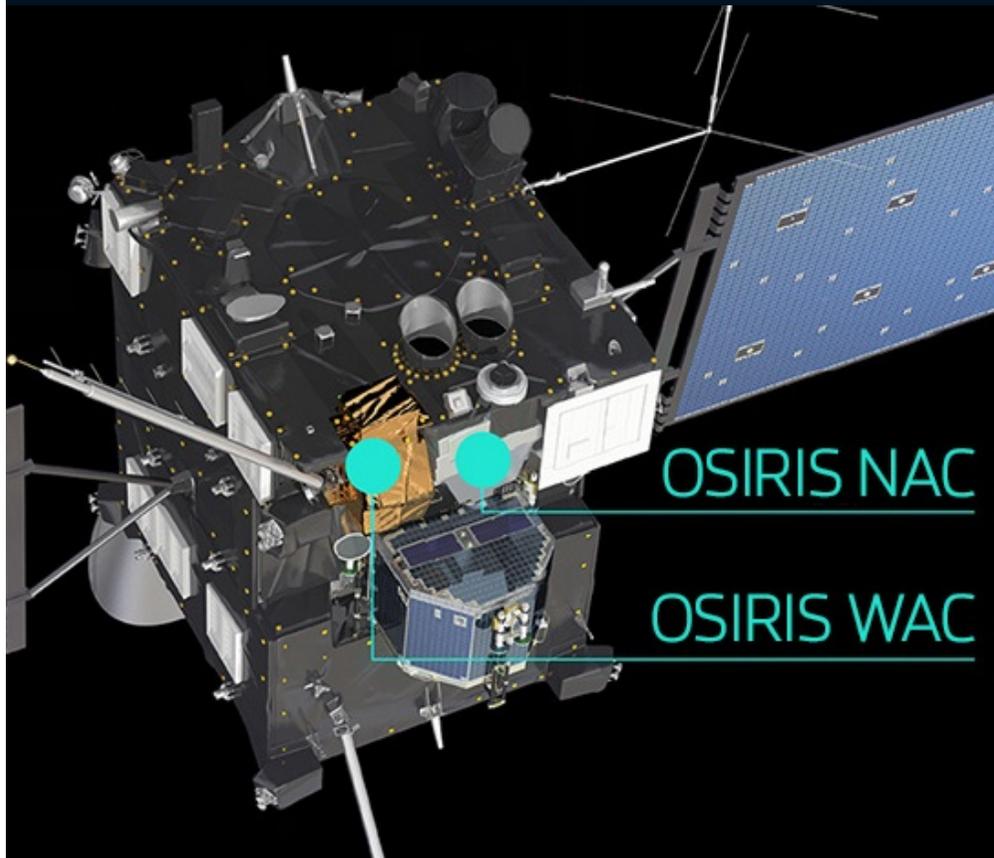
Image : NAVCAM

Champ étroit

# Rosetta – les instruments

## OSIRIS Système d'imagerie

Optical, Spectroscopic, and Infrared  
Remote Imaging System



- deux caméras optiques à haute résolution (4 Mpix)
- de l'ultraviolet au proche infrarouge
- peuvent être couplées pour obtenir des images stéréoscopiques.
- une caméra à petit champ ( $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ ) NAC (Narrow Angle Camera)
- une caméra grand champ ( $12^\circ \times 12^\circ$ ) WAC (Wide Angle Camera).

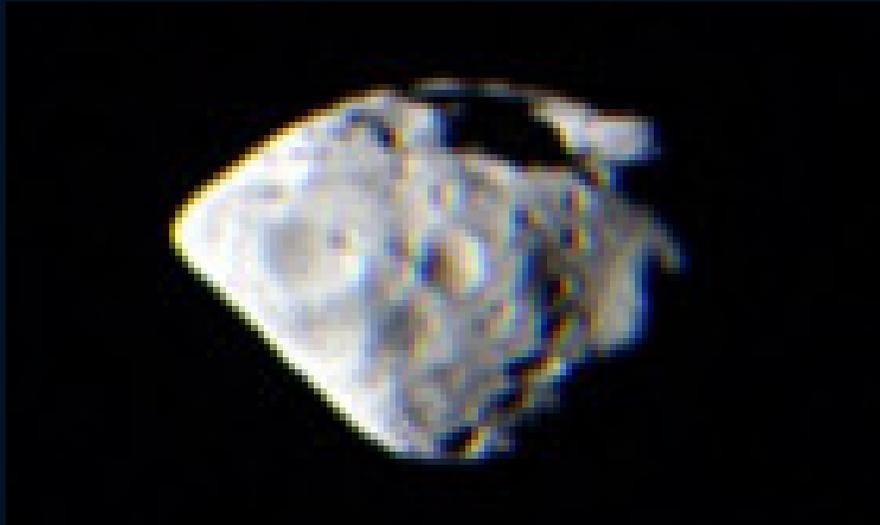
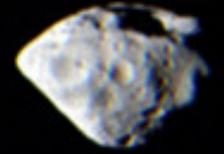
- faire des relevés topographiques du noyau avec une résolution d'un mètre,
- déterminer la rotation du noyau
- observer le dégazage,
- suivre les poussières et les jets de gaz
- photographier les astéroïdes

## Observations scientifiques avant l'arrivée à la comète

- A monitoring campaign of comet 9P/Tempel 1 around the Deep Impact event on 4 July 2005
- A swing-by manoeuvre at Mars on 26 February 2007
- The fly-by of asteroid 2867 Steins on 5 September 2008
- Two Earth swing-bys in Nov. 2007 and Nov. 2009
- The observation of the remnant of a collision between two main-belt asteroids in February 2010
- The fly-by of asteroid 21 Lutetia on 10 July 2010
- Early observation of the comet from more than 1AU distance in March 2011.

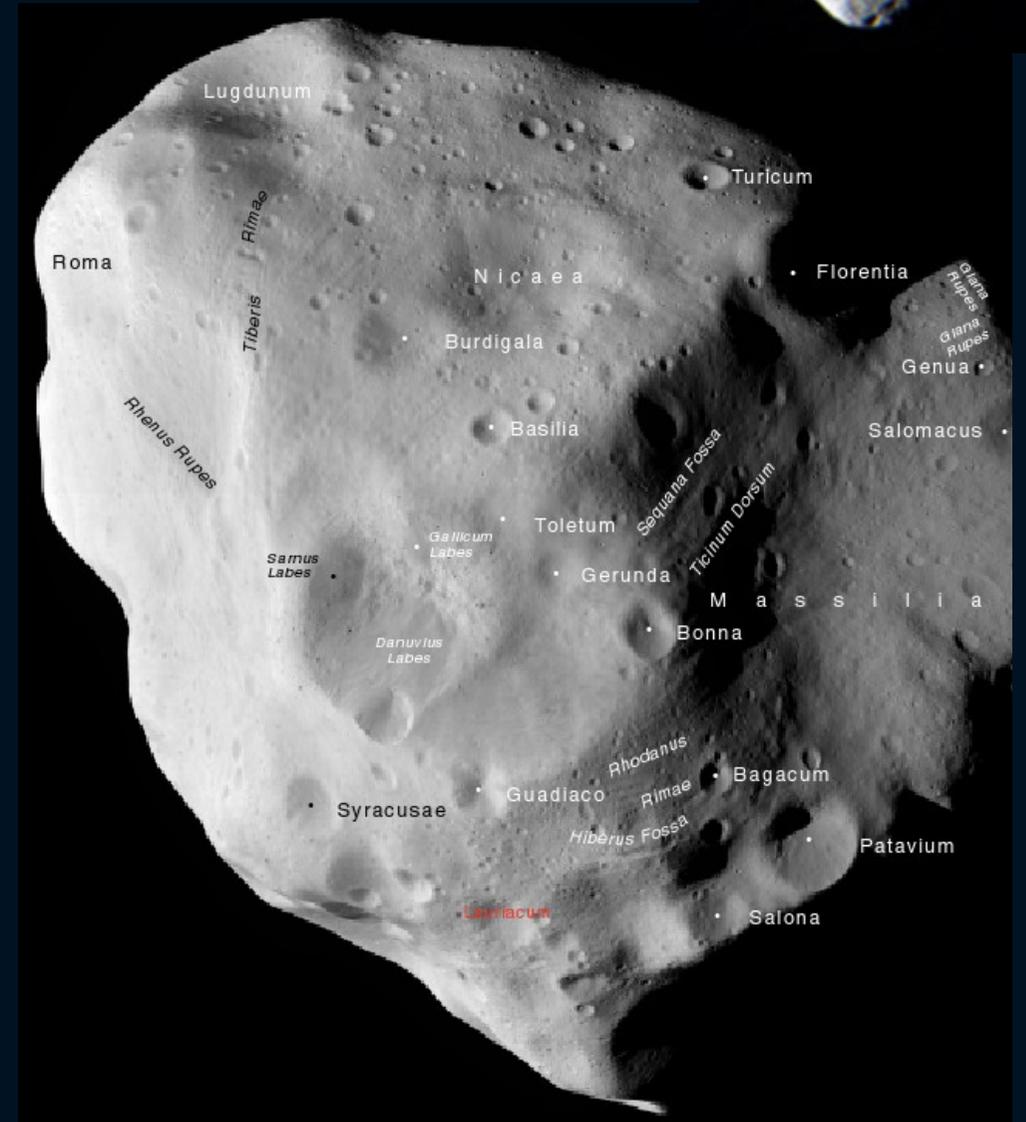


A l'échelle :



Astéroïde Stein, le 08/09/2008

5,9 km

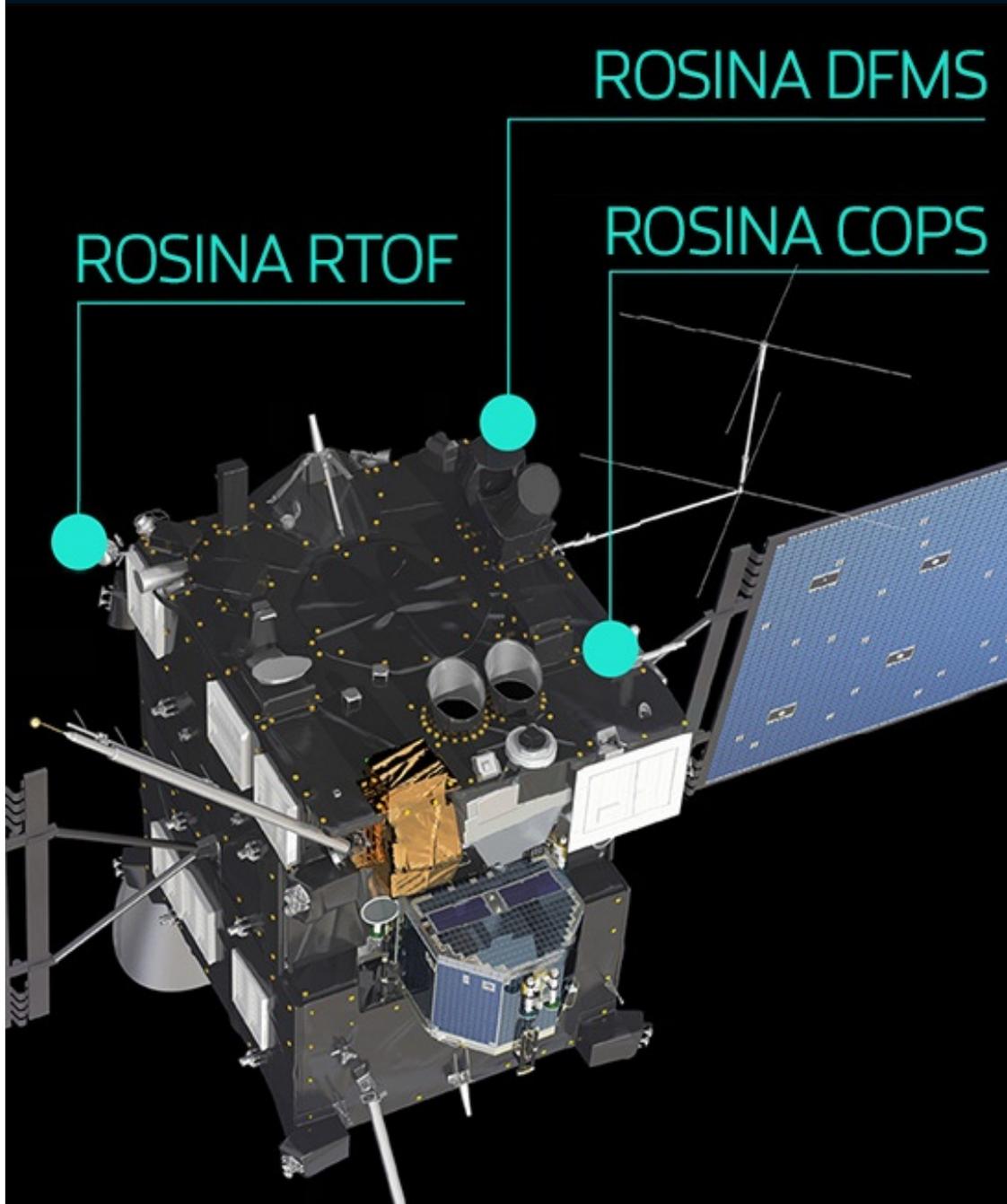


Astéroïde Lutetia, le 10/07/2010

121 km



# Rosetta – les instruments



## ROSINA

Spectromètre pour l'analyse des ions et des particules neutres

(Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis)

Déterminer :

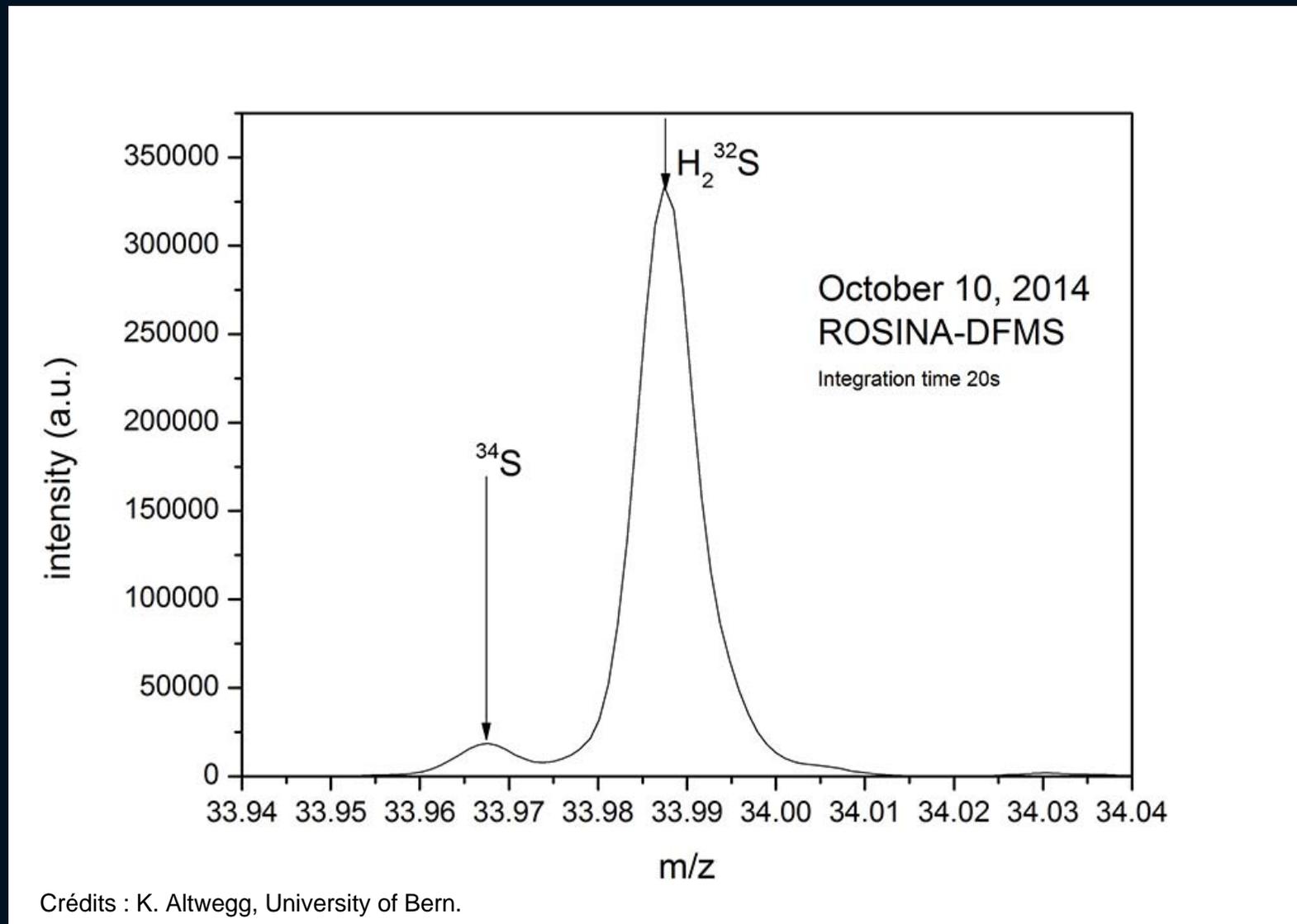
- la composition de l'atmosphère et de l'ionosphère de la comète,
- les réactions chimiques qui y ont lieu
- la température et les vitesses des particules gazeuses ionisées

DFMS (Double-focusing mass spectrometer),

RTOF (Reflectron Time-Of-Flight mass spectrometer)

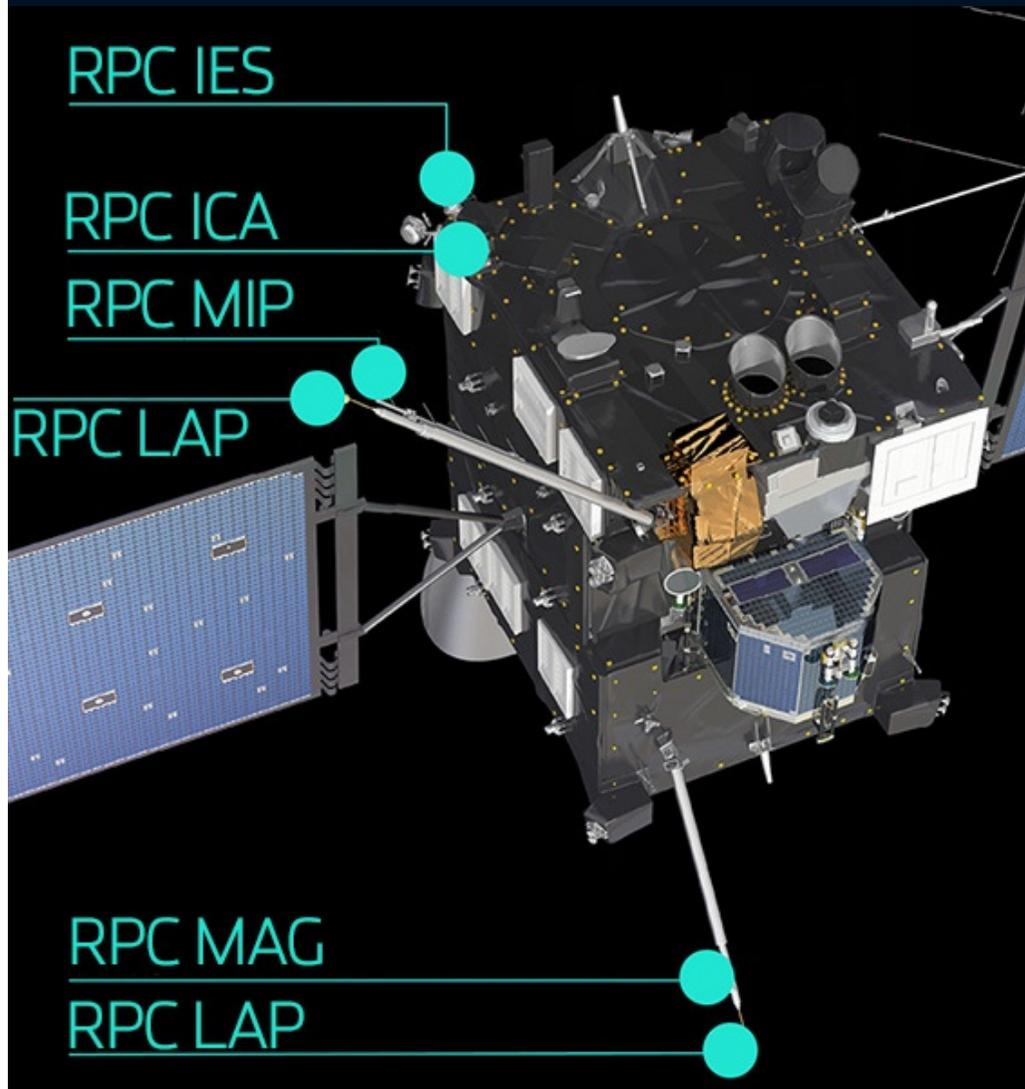
COPS (Comet Pressure Sensor))

## Détection du H<sub>2</sub>S par Rosina



Spectre de masse à haute résolution obtenu le 10 octobre par ROSINA (DFMS, Double Focusing Mass Spectrometer) à 10 km du noyau. Le pic d'intensité correspond au sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S).  
Crédits : K. Altwegg, University of Bern.

# Rosetta – les instruments



RPC: analyseur de plasma  
(Rosetta Plasma Consortium)

RPC est constitué de cinq analyseurs de plasma et de deux sondes de Langmuir.

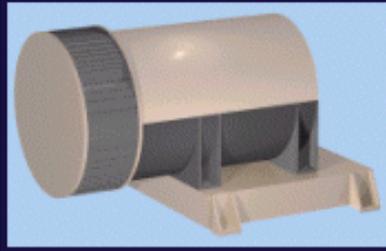
- étudier la structure de la coma interne
- interaction de la comète avec le vent solaire
- surveiller l'activité cométaire
- mesurer les propriétés physiques du noyau

ICA analyseur d'ions de composition  
IES deux analyseurs d'ions et d'électrons

LAP deux sondes de Langmuir

MAG magnétomètre à saturation de flux (fluxgate)

MIP Sonde de mutuelle Impédance  
PIU interface de l'Unité de Plasma



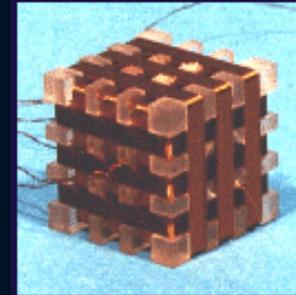
ICA spherical electrostatic analyser with a magnetic mass analyser  
*(R. Lundin)*



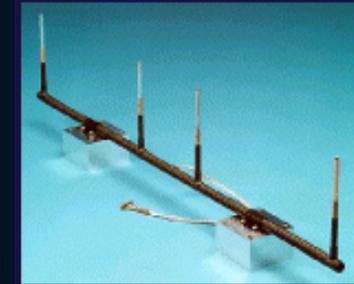
IES toroidal electrostatic analyser to measure ion and electron distribution functions  
*(J. L. Burch)*



LAP spherical Langmuir probe, 5cm in diameter, made of titanium  
*(R. Boström)*



MAG ultra light triaxial fluxgate magnetometer  
*(K. H. Glassmeier)*



MIP electric antenna, 1m long, including two transmitting and two receiving electrodes  
*(J. G. Trotignon)*

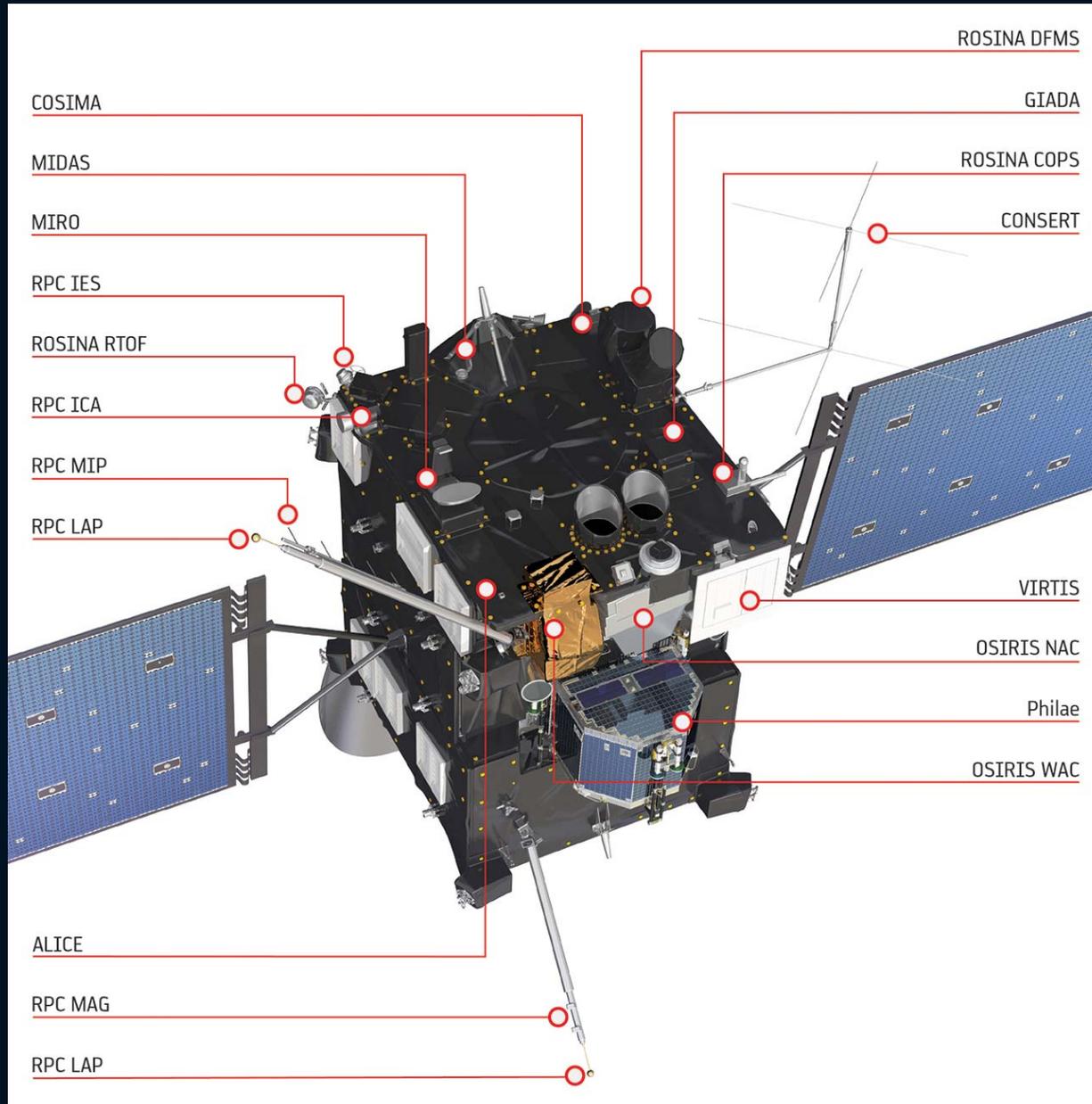
## Mars Flyby - February, 2007

During its approach to Mars, Rosetta's Standard Radiation Monitor (SREM) observed Mars' radiation environment for 48 hours, and its RPC spent 48 hours measuring the properties of the charged particles and the magnetic field within Rosetta's trajectory.

## Earth Fly-by 1 - March 4, 2005

The Rosetta Plasma Consortium (RPC) instruments measured the Earth's magnetic field strength, temperature and plasma density

# Rosetta – les instruments



## RSI

Instrument de recherche  
en radio-science

Suivi des mouvements de la sonde et en déduire l'environnement de la comète et du noyau

Les décalages des signaux radios sont utilisés pour :

Mesurer la masse, la densité, la gravité du noyau

Définir l'orbite de la comète et étudier la coma interne

# Rosetta – les instruments

## VIRTIS

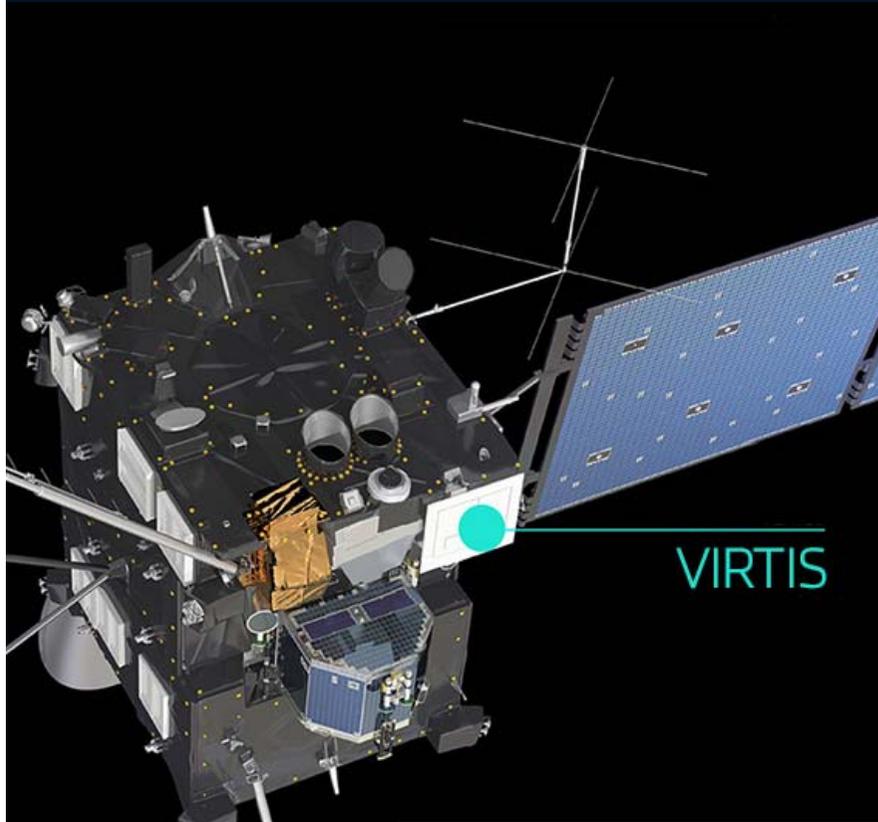
spectromètre de cartographie  
dans le visible et l'infrarouge

(Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer)

Etablir une carte de la nature des solides et la température à la surface du noyau et étudier les gaz de la coma.

Spectromètre visible et infrarouge à imagerie thermique.

Cet instrument a été utilisé afin de localiser les sites d'atterrissage



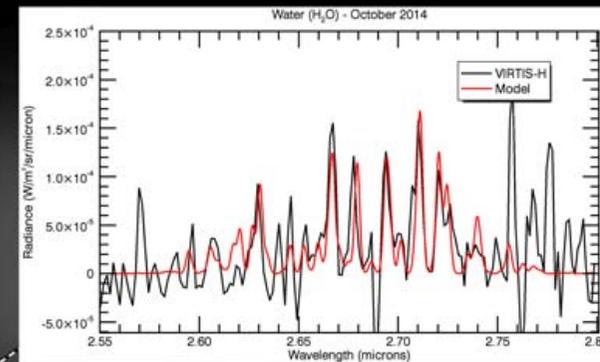
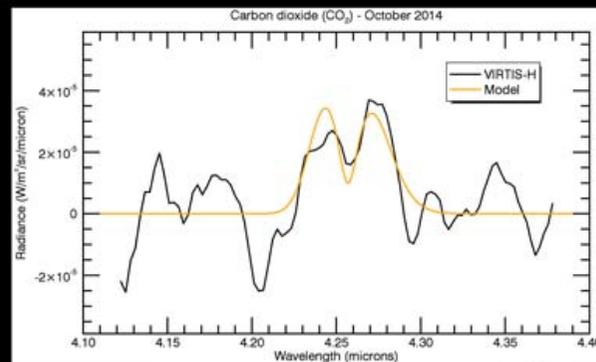
ESA/AOES Medialab



La lumière émise par la surface cométaire, est directement lié à la température de la comète.

La température de surface a pu être mesurée à partir des différents spectres obtenus.

Température : 205K +/- 5K, à une distance de 3,7UA du Soleil  
environ 20°C de plus que la plus basse température jamais mesurée sur Terre.



## Données sur la comète (14 octobre 2014)

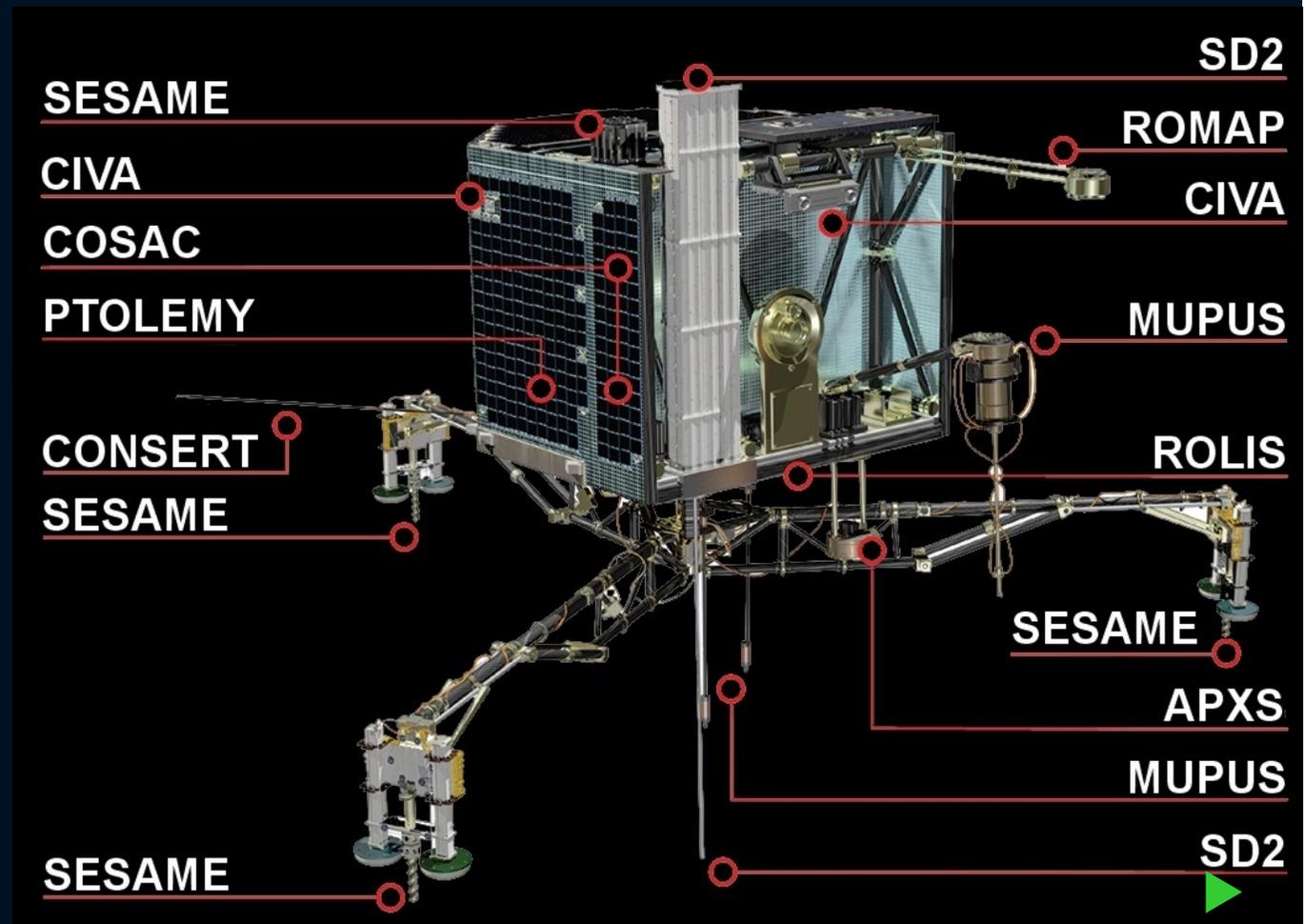
<b>Dimensions du petit lobe</b>	2,5 x 2,5 x 2,0 km	OSIRIS
<b>Dimensions du grand lobe</b>	4,1 x 3,2 x 1,3 km	OSIRIS
<b>Rotation</b>	12,4043 heures, soit 12 h 24 min 15 sec	OSIRIS
<b>Masse</b>	$10^{13}$ kg (10 milliards de tonnes) environ	RSI
<b>Volume</b>	25 km <sup>3</sup> environ	OSIRIS
<b>Densité</b>	entre 0,4 et 0,5	RSI/OSIRIS
<b>Taux de production de vapeur d'eau</b>	300 ml/s (juin 2014) ; 1 à 5 l/s (juillet-août 2014)	MIRO
<b>Température de la surface</b>	205-230 K, soit -68 °C à -43 °C (juillet-août 2014)	VIRTIS
<b>Température sous la surface (1 à 10 mm)</b>	30-160 K, soit -243 °C à -113 °C (août 2014)	MIRO
<b>Gaz détectés</b> : vapeur d'eau, monoxyde de carbone, dioxyde de carbone, ammoniac, méthane, méthanol		ROSINA
<b>Grains de poussière</b>	De quelques dizaines à quelques centaines de micromètres ; OSIRIS a détecté des grains (une cinquantaine) plus gros, jusqu'à 2 cm de diamètre	COSIMA/GIADA/OSIRIS

# Philae – les instruments

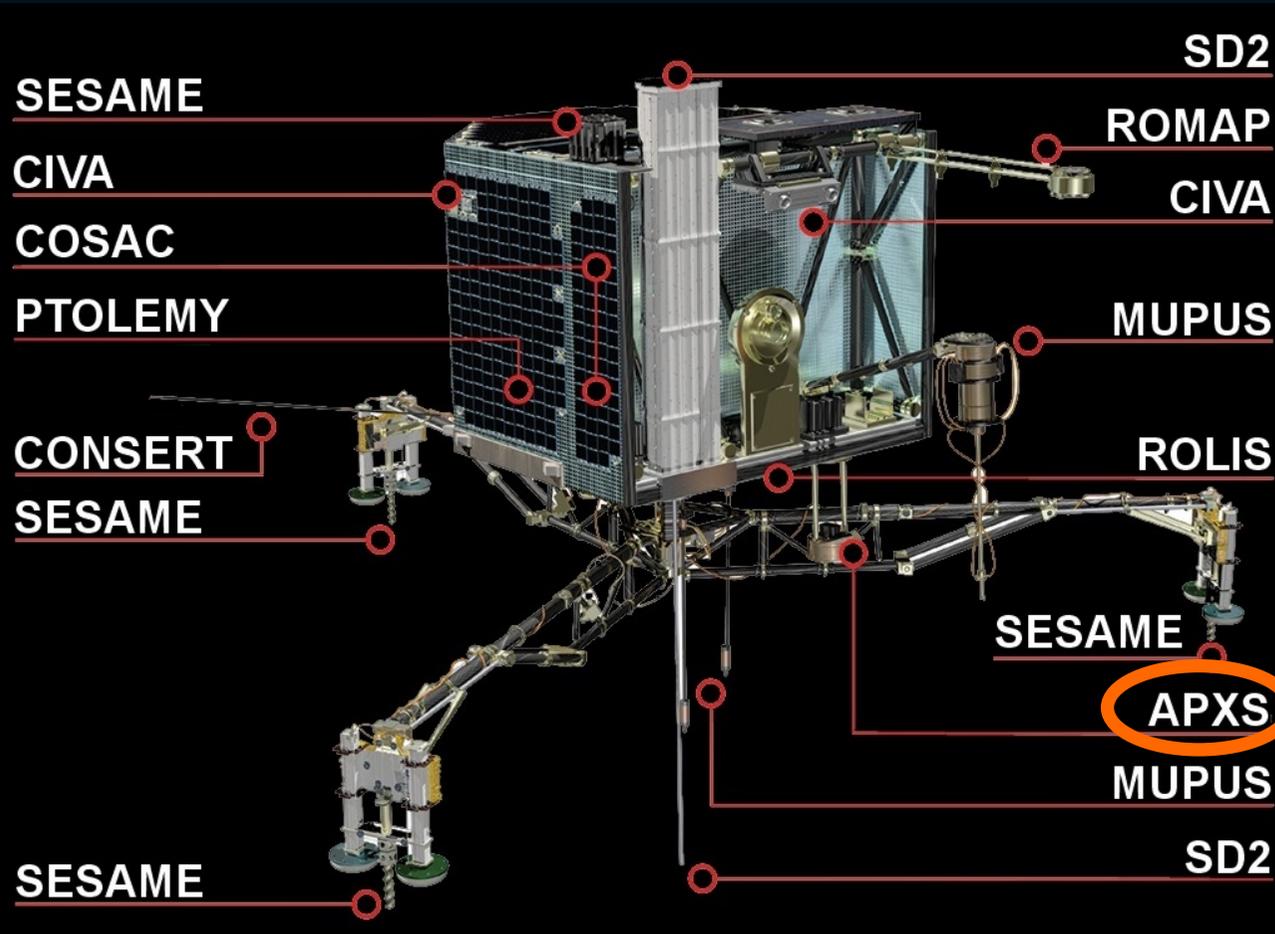
La charge utile de l'atterrisseur Philae est composée de 10 instruments qui sont destinés à 3 types d'investigation :

- l'étude de la structure du noyau (3 instruments).
- l'analyse de la composition du sol de la comète (3 instruments).
- l'étude des propriétés physiques du noyau (3 instruments).

Plus la foreuse :  
fournit des échantillons aux  
microscopes et analyseurs  
pour la dureté du sol.



# Philae – les instruments



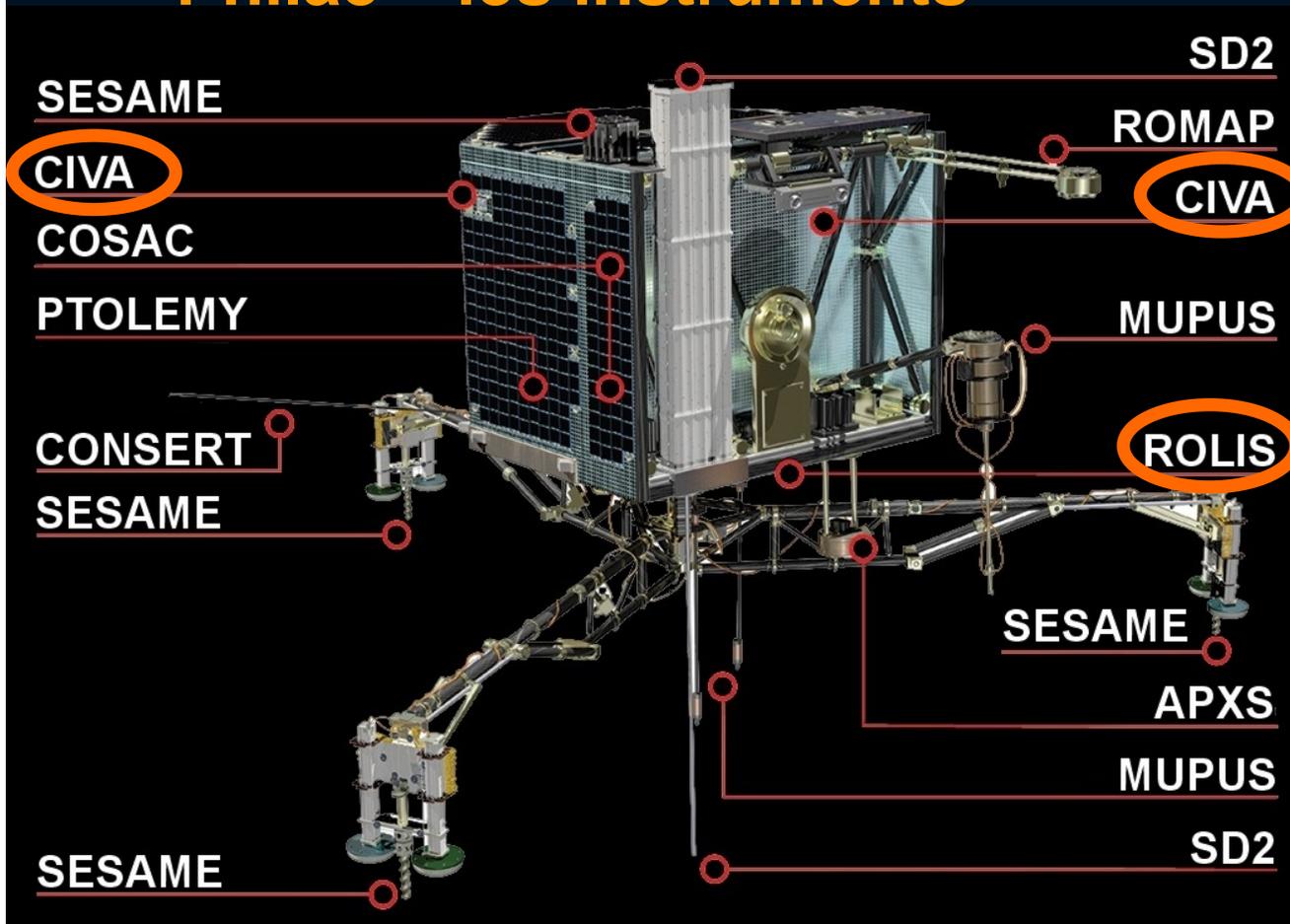
APXS  
spectromètre dans le  
rayonnement X des  
particules alpha

Descendu à 4 cm du sol

Détecte particule alpha et  
rayonnement gamma

Donne informations sur les  
éléments et compositions à  
la surface.

# Philae – les instruments



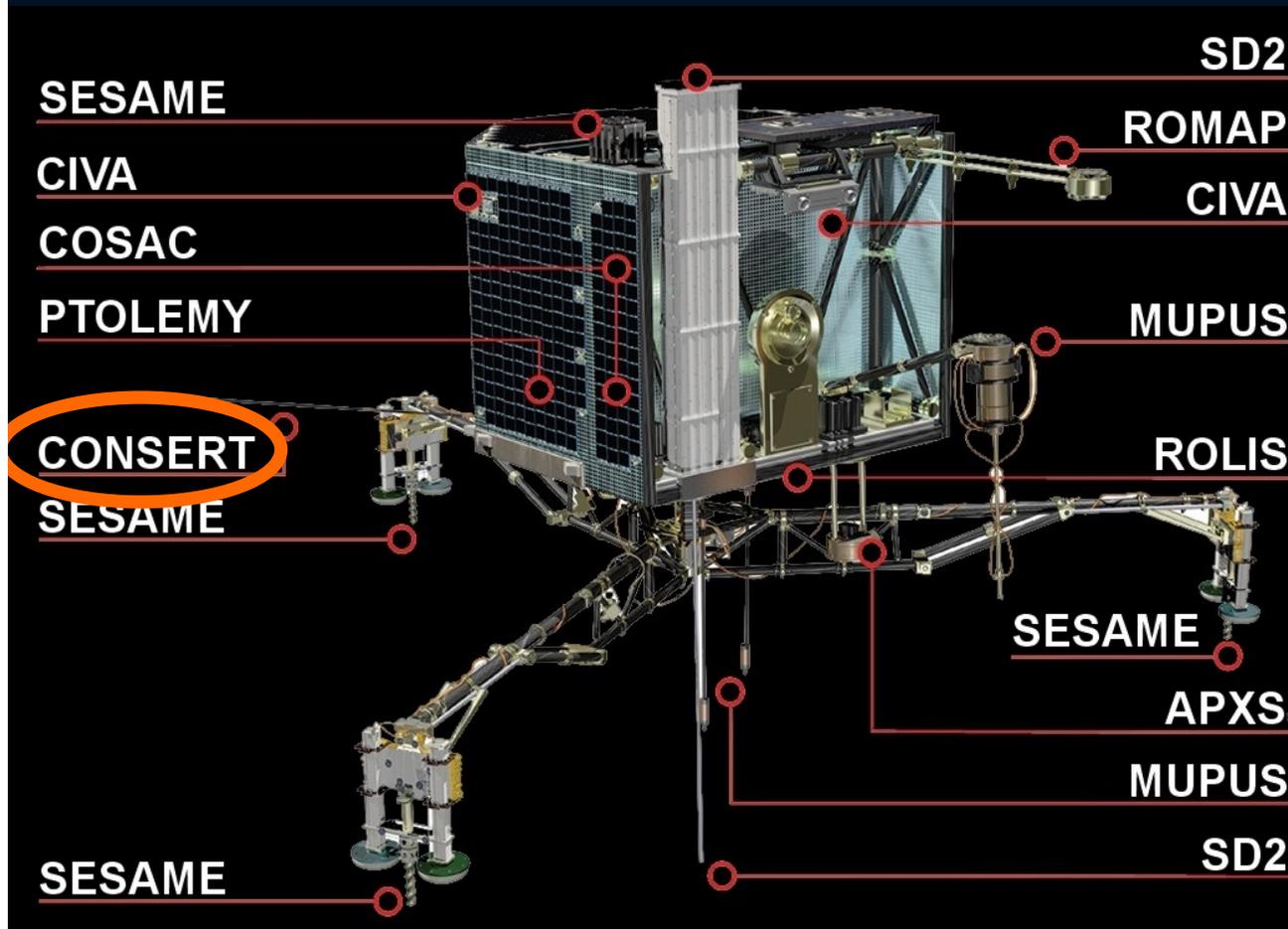
CIVA / ROLIS  
système d'imagerie

System d'imagerie panoma-  
rique et microscopique

Six micro-cameras  
identiques prennent des  
vues panoramiques.

Un spectromètre étudie la  
composition, texture et  
albedo (réflectivité) des  
échantillons collectés à la  
surface.

# Philae – les instruments



CONSERT  
Sondeur de noyau  
cométaire

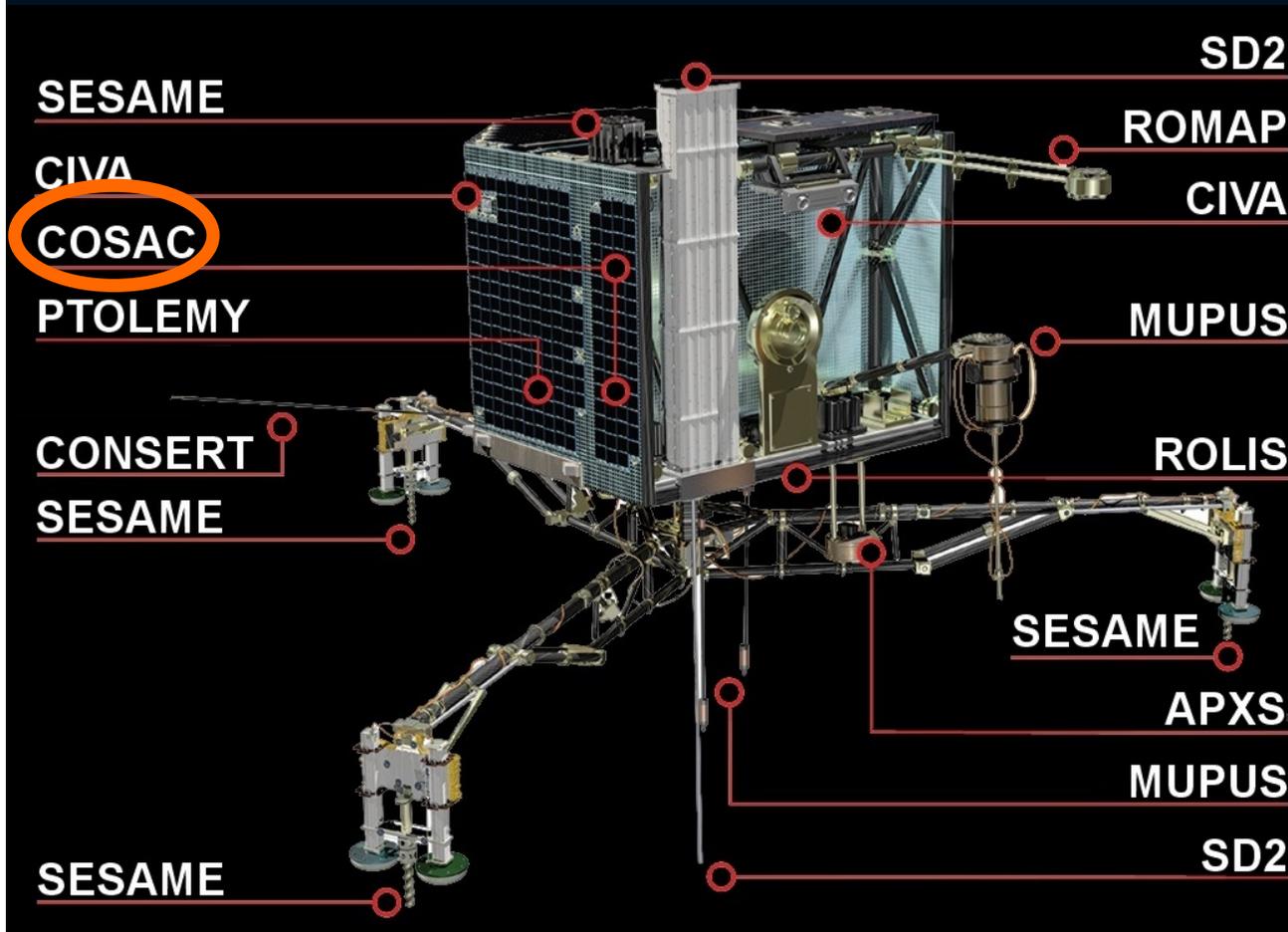
Comet Nucleus Sounding  
Experiment by Radiowave  
Transmission

Tomographie (par coupe)

Sonde l'intérieur de la comète  
par l'étude des ondes radio  
qui sont réfléchies et  
diffusées par le noyau .

L'expérience a des éléments  
à la fois sur l'orbiteur et  
l'atterrisseur.

# Philae – les instruments



## COSAC

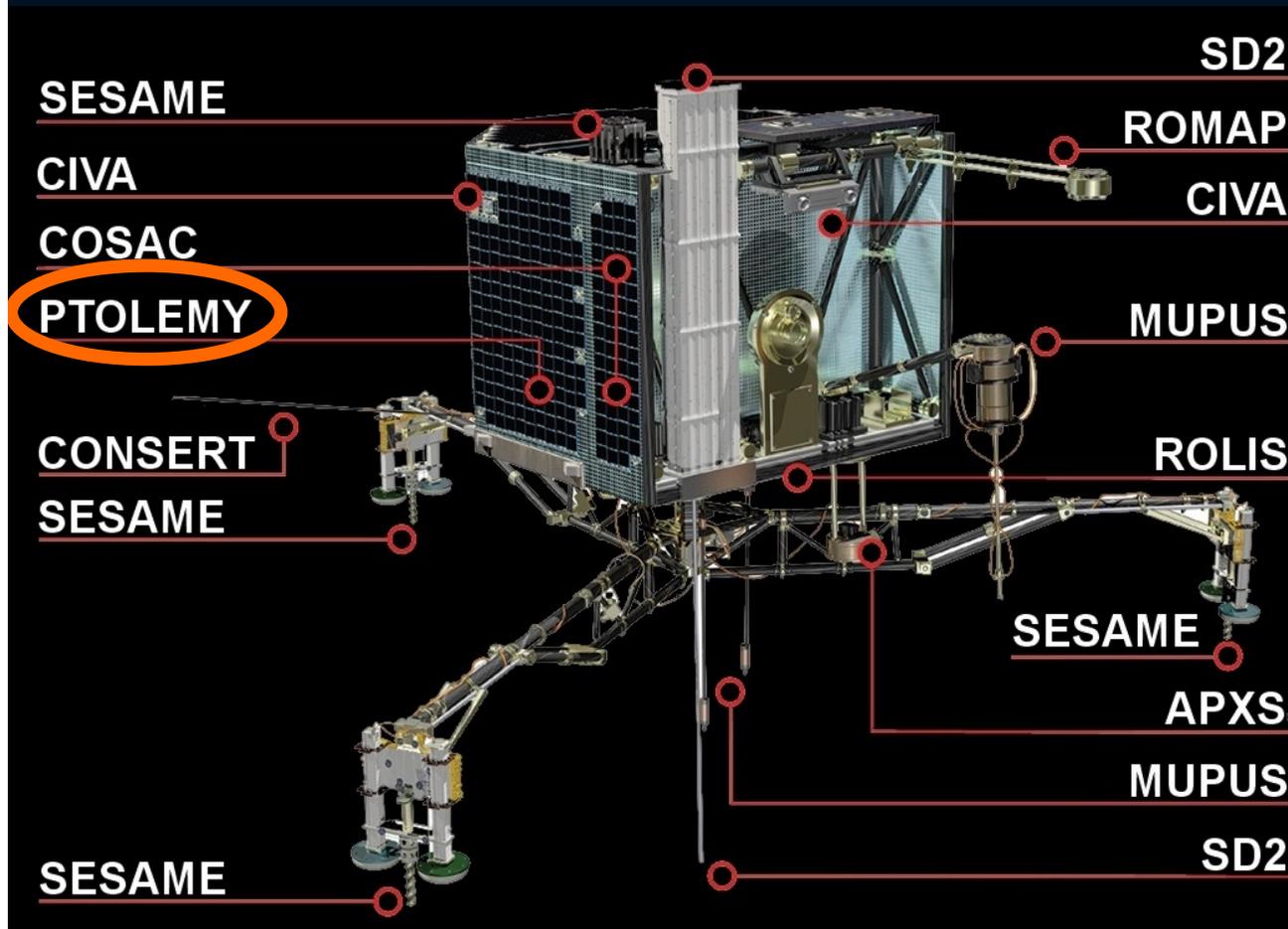
Analyseur de gaz

Cometary Sampling and  
Composition experiment

Analyseur évolué pour les  
compositions des éléments  
et des molécules.

Détecte et identifie les  
éléments des molécules  
organiques complexes  
Et leur composition  
moléculaire.

# Philae – les instruments

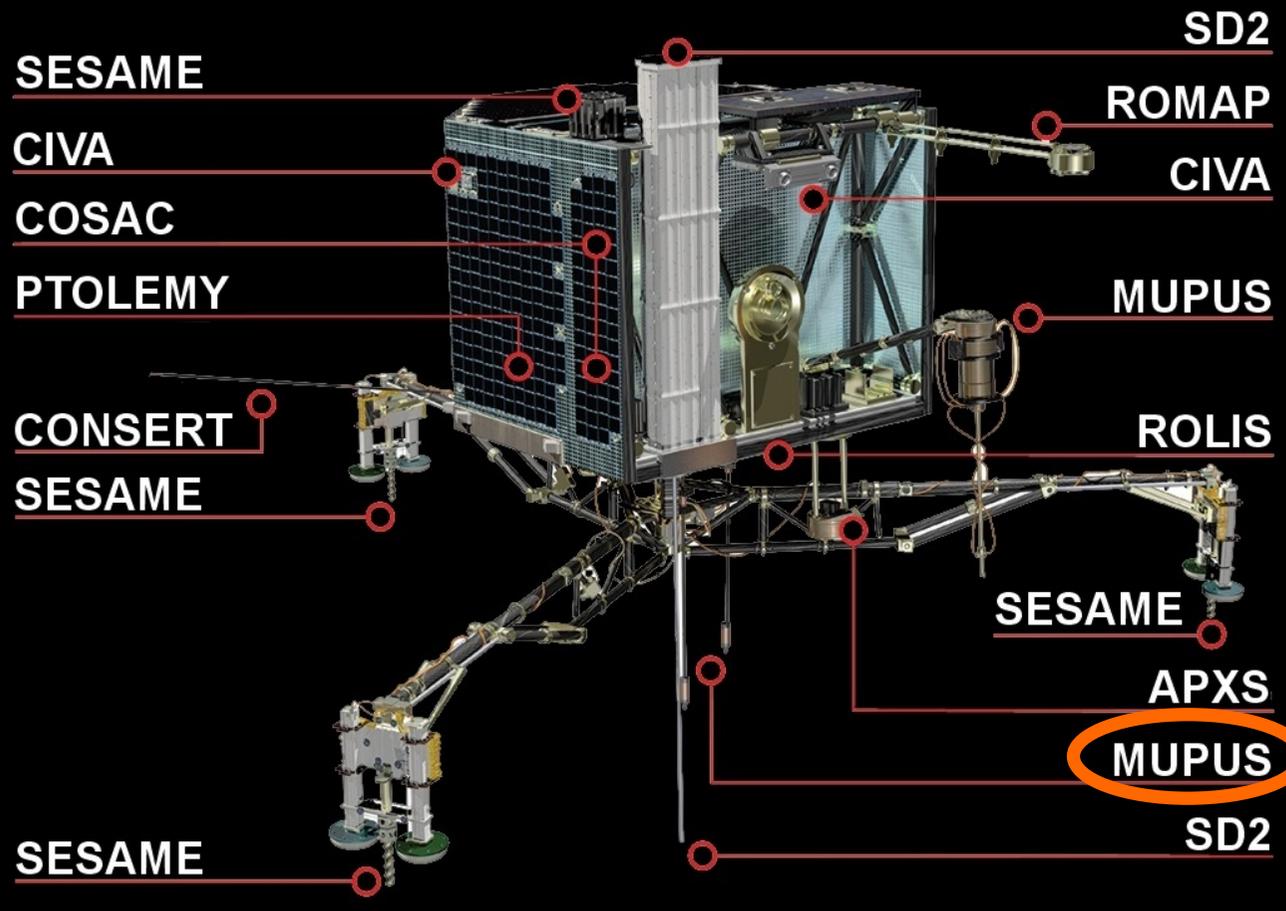


## PTOLEMY Analyseur de gaz

Analyseur évolué de la composition isotopique des gaz.

PTOLEMY mesurera les rapports isotopiques des éléments légers.

# Philae – les instruments



## MUPUS

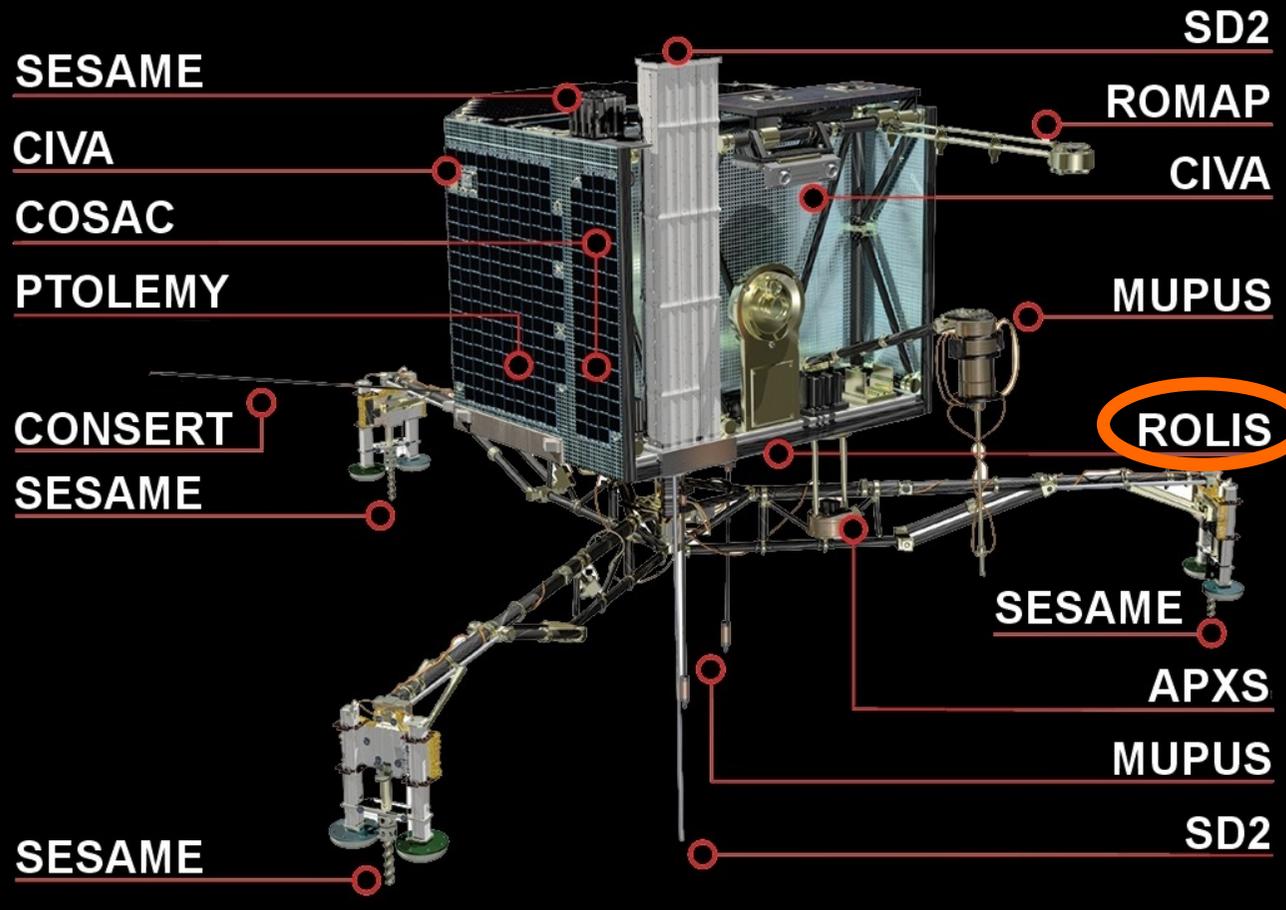
Capteurs multi-usage pour mesurer les propriétés de la surface et de la subsurface

Multi-Purpose Sensors for Surface and Subsurface

Utilise des capteurs des ancres.

Mesure la densité, les propriétés thermiques, mécaniques, la densité de la surface et subsurface.

# Philae – les instruments



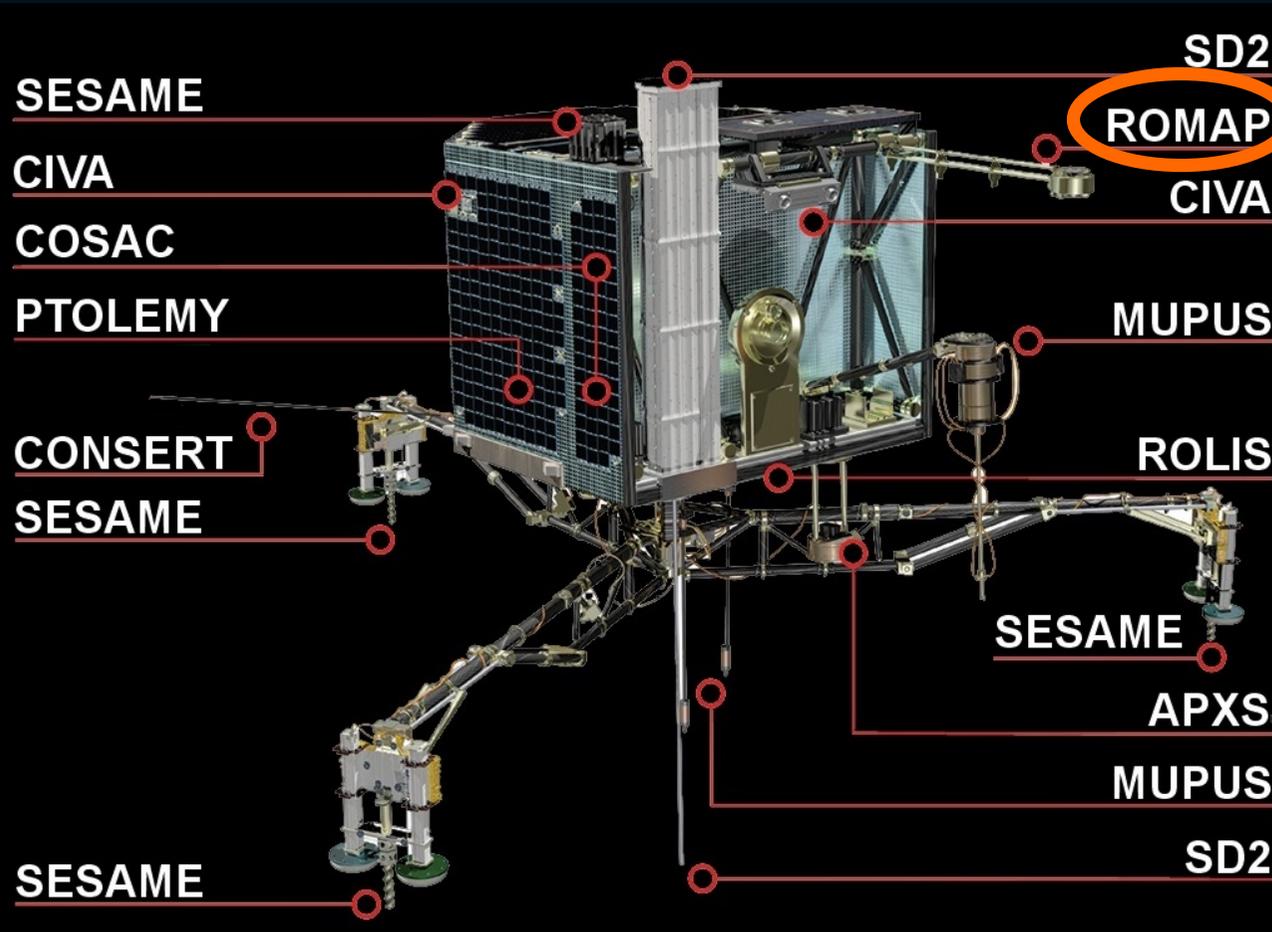
## ROLIS Imagerie

Rosetta Lander Imaging  
System

Une caméra CCD qui a donné

- des images à haute résolution durant la descente
- et donnera
- des images stereos panoramiques des images des surfaces prises par les autres instruments.

# Philae – les instruments



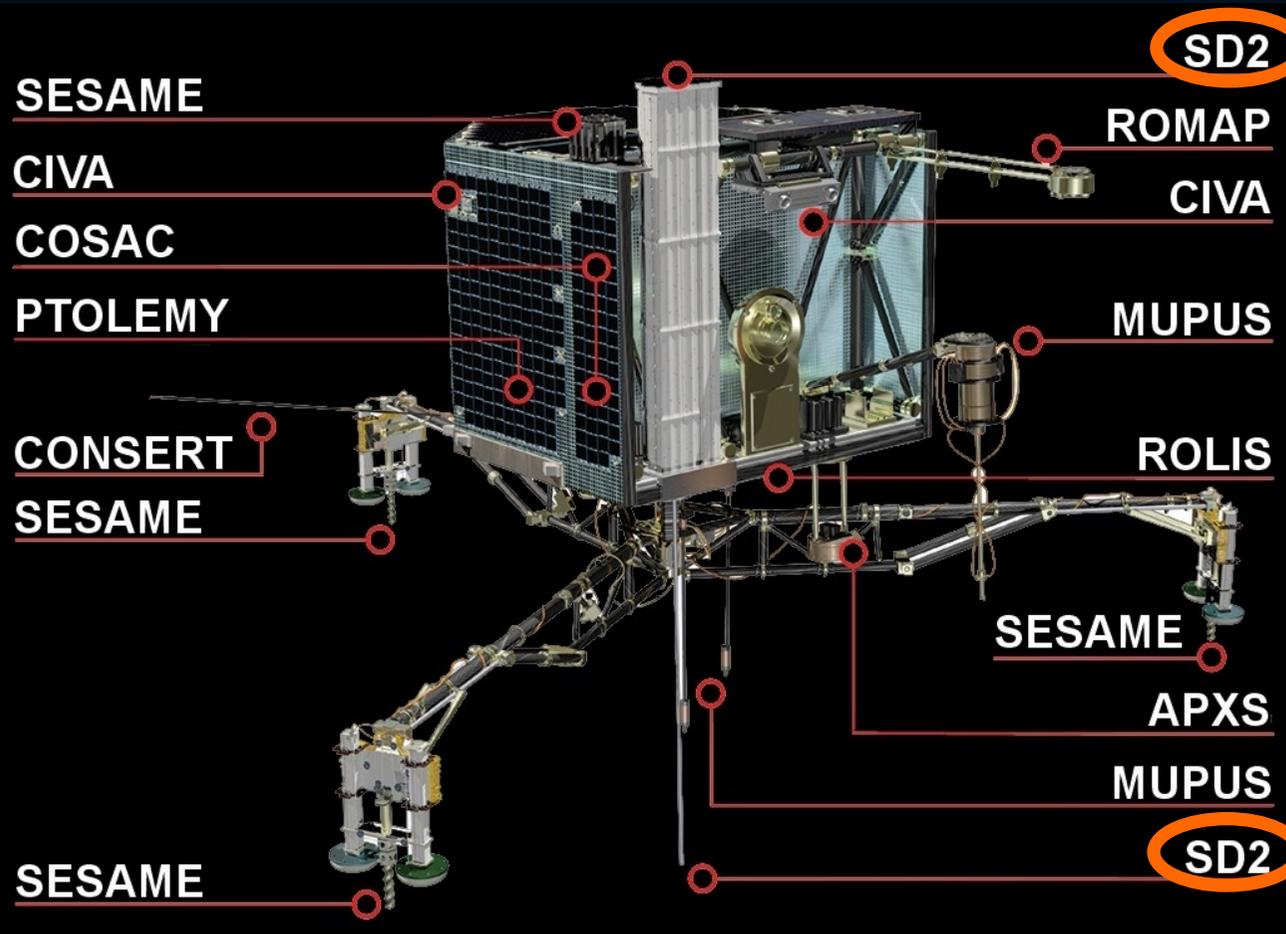
ROMAP  
Magnétomètre et  
analyseur de plasma

Rosetta Magnetometer and Plasma

Un magnétomètre et un  
analyseur de plasma pour  
étudier le champ magnétique  
local et son interaction avec le  
vent solaire.



# Philae – les instruments



SD2

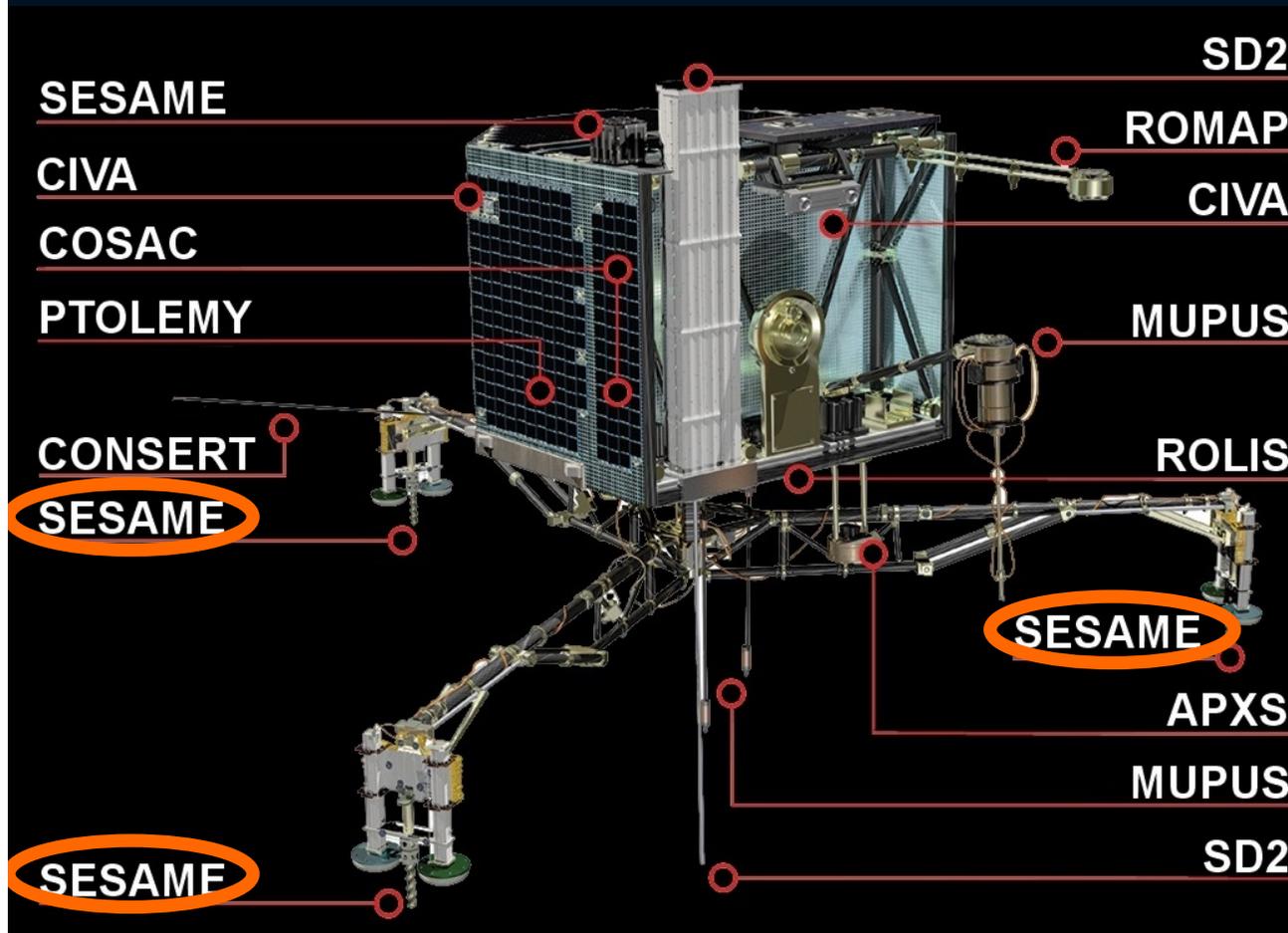
Collecteur d'échantillons

Sample and Distribution Device

Fore et récupère des échantillons

Doit forer à plus de 20 cm sous la surface, collecter des échantillons et les donner à différents fours pour inspections microscopiques.

# Philae – les instruments



SESAME  
Sondeur électrique et  
acoustique

Surface Electrical, Seismic and  
Acoustic Monitoring Experiments

CASSE : Comet Acoustic  
Surface Sounding Experiment

DIME : Dust Impact Monitor

PP : Permittivity Probe

Three instruments will investigate the comet's outer layers. A Cometary Acoustic Sounding Surface Experiment will measure the way sound travels through the surface; a Permittivity Probe will look at its electrical characteristics; and a Dust Impact Monitor will measure dust falling back to the surface.

# Philae : vidéos sur les instruments

<http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/11547-gp-animation-video-de-la-descente-de-philae-et-de-ses-instruments.php>

**F i n**

