

# La comète 67P/SG, Churyumov-Gerasimenko, dite Chury, Rosetta et Philae : déjà 12 mois d'histoires, de rebondissements, de résultats préliminaires ... et d'attente



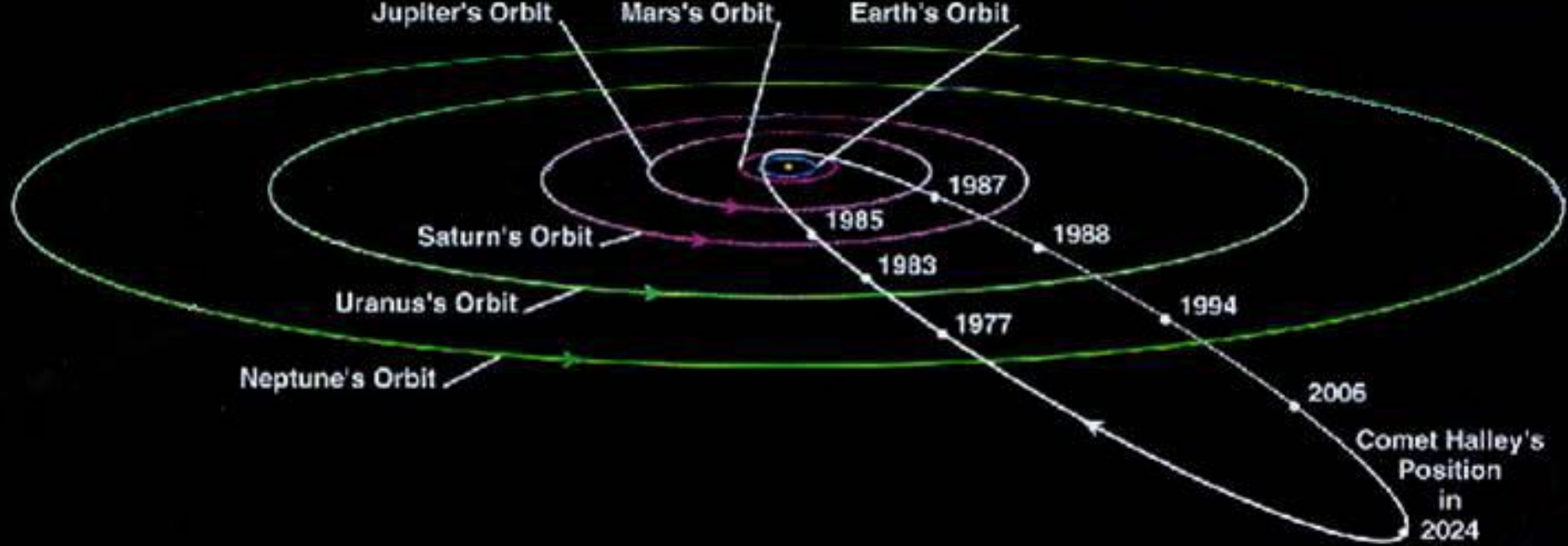
[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2013/12/Rosetta\\_and\\_Philae\\_at\\_comet6](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2013/12/Rosetta_and_Philae_at_comet6)



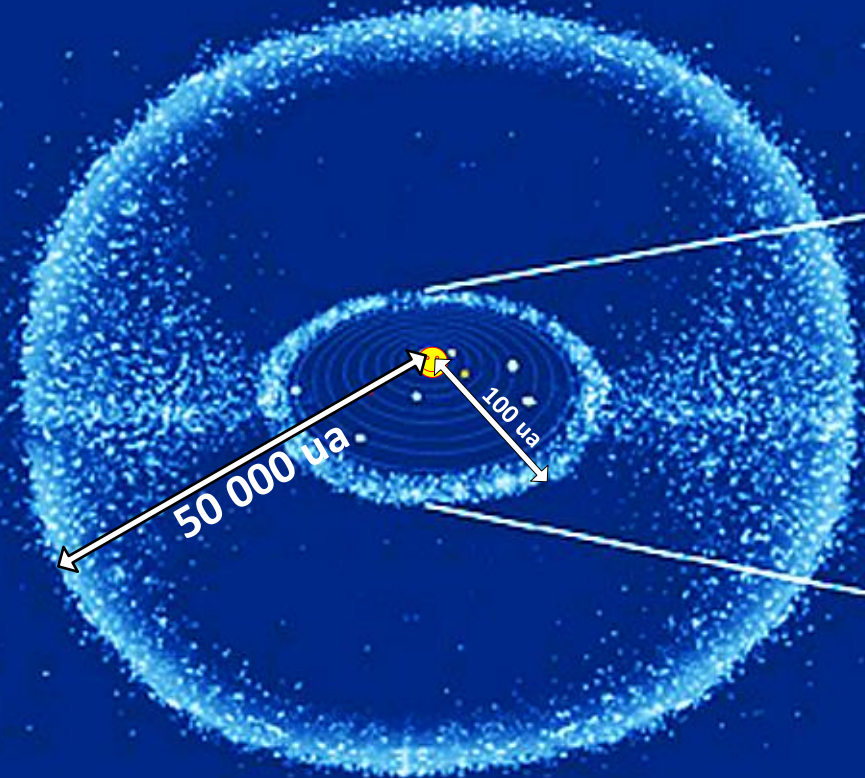
**Les comètes, astres chevelus ayant de tous temps intrigué les hommes.**

**A part Hale Bopp (et éventuellement Hyakutake), bien peu de comètes spectaculaires depuis des décennies visibles depuis l'hémisphère Nord !**

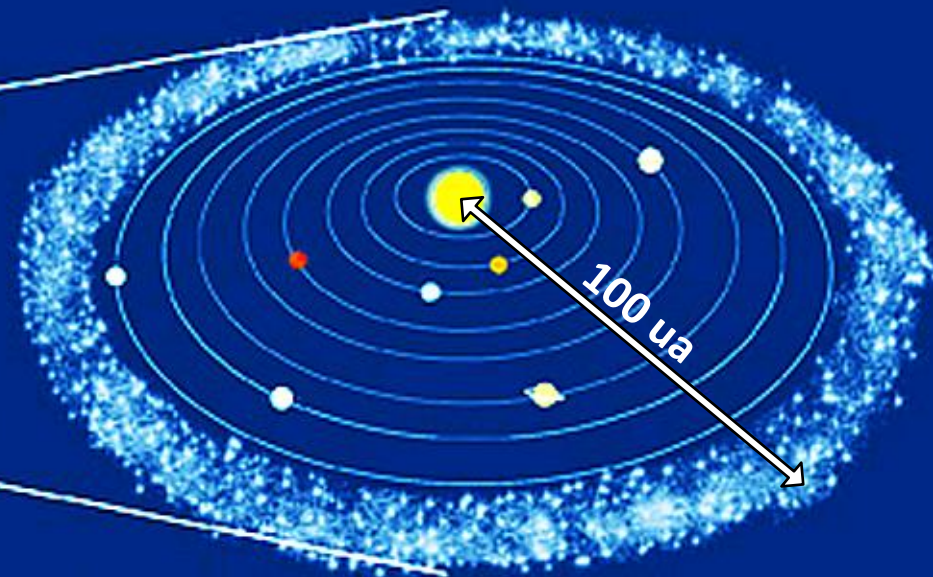




**Les comètes tournent autour du soleil avec des orbites très elliptiques. La plupart ont une orbite de période supérieure à des milliers d'années. Certaines reviennent plus fréquemment, par exemple la comète de Halley ( $T = 76$  ans, mouvement rétrograde). Chury a une orbite prograde, avec  $T = 6,44$  ans. Aphélie à  $1,24$  ua, périhélie à  $5,68$  ua.**



Nuage de Oort



Ceinture de Kuiper

**Les comètes ont deux « sources » : le nuage de Oort et la ceinture de Kuiper.** Des perturbations orbitales font que, parfois, certains de ces objets s'approchent du soleil et deviennent des comètes. Un passage près de Jupiter ou Saturne peut considérablement diminuer leur période orbitale.

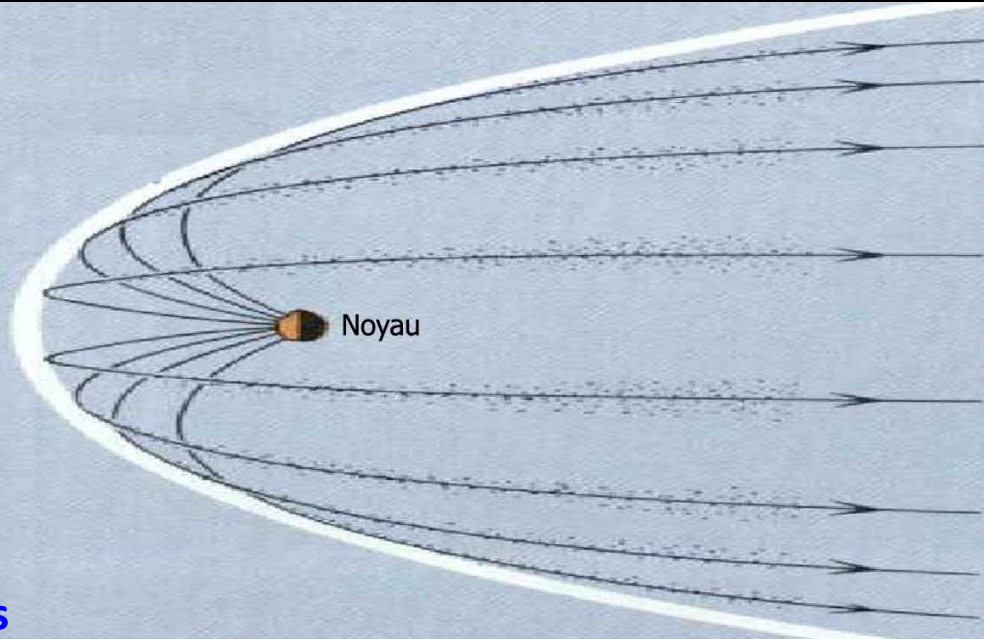
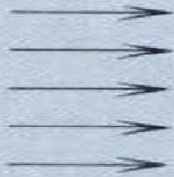
Elles deviennent alors « périodiques » (à échelle humaine).



# Une comète, comment ça marche ? Quand elle passe « près » du soleil, ses glaces se subliment.



Photons et  
vent solaire



Déviations des  
poussières  
par les photons  
et le vent solaire  
dans la direction  
opposée au soleil  
--> formation de  
la queue

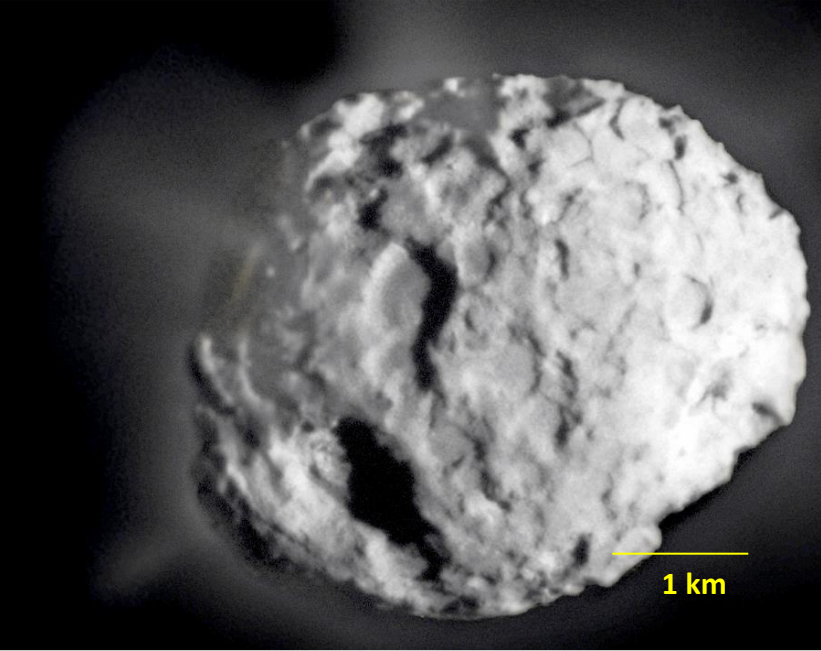
Schéma pris sur une  
encyclopédie vieille de 30 ans

# Les molécules et ions (gaz et poussières) cométaires identifiées depuis la Terre



- $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,
- $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}^+$ ,  $\text{HCO}^+$ ,
- $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{CS}$ ,  $\text{OCS}$ ,  $\text{CS}$ ,
- $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}$ ,  $\text{HCOOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{OCHO}$ ,
- $\text{HCN}$ ,  $\text{CH}_3\text{CN}$ ,  $\text{HC}_3\text{N}$ ,  $\text{HNCO}$ ,  $\text{CN}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_2$ ,  $\text{NH}_2\text{CHO}$ ,  $\text{NH}$ ,
- $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{CH}^+$ ,  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_2$ ,
- $\text{He}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{O}^+$ ,
- $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  (olivine magnésienne)
- ainsi que les variétés isotopiques suivantes :  
 $\text{HDO}$ ,  $\text{DCN}$ ,  $\text{H}^{13}\text{CN}$ ,  $\text{HC}^{15}\text{N}$ ,  $\text{C}^{34}\text{S}$





**Ces molécules organiques sont un des principaux intérêts des comètes. Avant Chury, quatre comètes avaient été visitées de « près » : Halley (1986), Wild 2 (2004, photo), Temple 1 (2005), et Hartley 2 (2010).**



**Grace à une « raquette » attrape poussière, des grains de Wild 2 ont été ramenés sur Terre**



**Gros plan (en coupe) sur un des impacts de poussière dans l'aérogel.**

**Les grains noirs, au bout des traces, sont des micrograins cométaires, dont la taille « standard » est celle d'un globule rouge unique ( $7 \mu\text{m}$ ). Ce sont ces micrograins qu'il s'agit d'analyser, dans un premier temps sans les détruire.**





C,N,O-XANES analyses of thin sections of individual grains confirm the presence of  $1s \rightarrow \pi^*$  transitions consistent with variable abundances of aromatic, keto/aldehydic, and carboxyl moieties, as well as amides and nitriles (Fig. 3A). XANES data suggest that considerably less H- and C-substituted  $sp^2$ -bonded C (olefinic and aromatic) is present than in highly primitive chondritic organic matter. Aliphatic C likely contributes to spectral intensity around 288 eV in most of the particles. One particle (particle 1 in Fig. 3A) has remarkably simple C chemistry, consistent with a predominance of alcohol and/or ether moieties. However, the XANES data generally indicate complex molecular structures variably rich in hetero atoms O and N and, compared with the macromolecular material in primitive meteorites, containing additional materials that are relatively poor in aromatic and olefinic C. The high abundances of heteroatoms and the low concentration of aromatic C in these organics differ greatly from the acid insoluble organic matter in meteorites and, in terms of thermal processing, appear to be more primitive.



# Autre nouvelle de Wild 2 (17 août 2009) :



Jet Propulsion Laboratory  
California Institute of Technology

JPL HOME EARTH SOLAR SYSTEM STARS & GALAXIES SCIENCE & TECHNOLOGY  
BRING THE UNIVERSE TO YOU: JPL Email News | RSS | Podcast | Video

search

News

Missions

Multimedia

Kids

Education

Public Events

Work at JPL

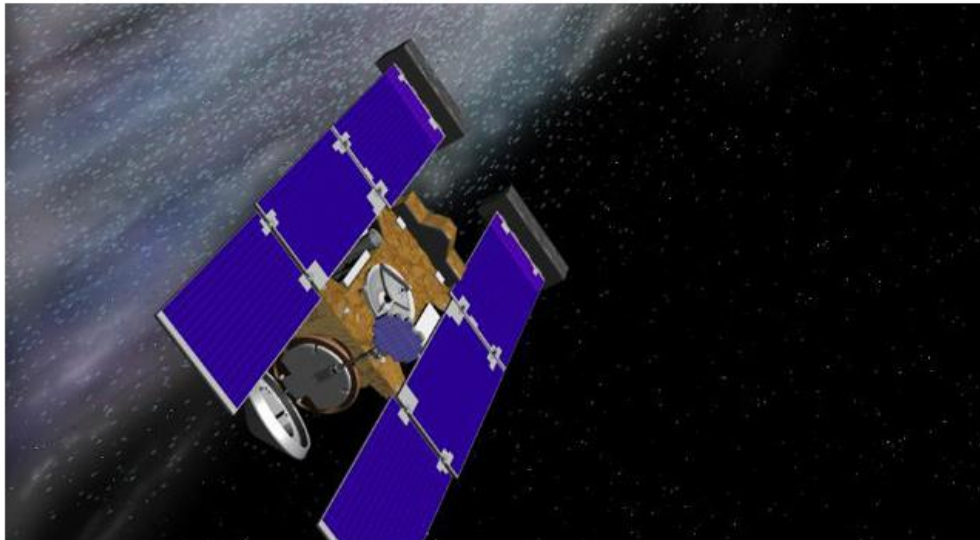
About JPL

## NEWS & FEATURES

[SUBSCRIBE JPL NEWS](#) [EMAIL](#) [SHARE](#) [PRINT](#) Text Size [+](#) [-](#)

[LATEST NEWS](#) | [BLOG](#) | [MEDIA ROOM](#) | [PRESS KITS](#) | [FACT SHEETS](#) | [PROFILES](#)

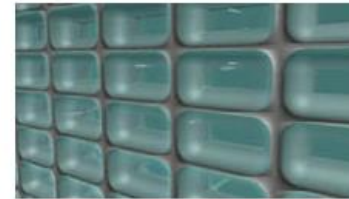
### NASA Researchers Make First Discovery of Life's Building Block in Comet



This is an artist's concept of the Stardust spacecraft beginning its flight through gas and dust around comet Wild 2. The white area represents the comet. The collection grid is the tennis-racket-shaped object extending out from the back of the spacecraft. Credit: NASA/JPL

search articles

#### Images



This is an artist's concept of particle hits on the aerogel collection grid. The greenish areas represent the aerogel. Hits are the light green teardrop-shaped areas. Particles are represented by dots at the tips of the teardrops. Credit: NASA/JPL

[enlarge image](#)

#### Related Links

[Stardust site](#)

**August 17, 2009. PASADENA, Cal -- NASA scientists have discovered **glycine**, a fundamental building block of life, in samples of comet Wild 2 returned by NASA Stardust spacecraft**



# On peut résumer l'intérêt scientifique des comètes :

- Ce sont des représentants des objets les plus nombreux du système solaire. Connaître leur géologie est donc fondamental.
- Ce sont des objets primitifs du système solaire, à peine sortis du congélateurs où ils étaient depuis 4,5 Ga.
- Ce sont, avec d'autres, de bons candidats à l'origine de l'eau sur Terre.
- Ce sont, avec d'autres, de bons candidats pour l'origine des molécules pré-biotiques à l'origine de la vie sur Terre.



# On peut résumer l'intérêt scientifique des comètes :

- Ce sont des représentants des objets les plus nombreux du système solaire. Connaître leur géologie est donc fondamental.
- Ce sont des objets primitifs du système solaire, à peine sortis du congélateurs où ils étaient depuis 4,5 Ga.
- Ce sont, avec d'autres, de bons candidats à l'origine de l'eau sur Terre.
- Ce sont, avec d'autres, de bons candidats pour l'origine des molécules pré-biotiques à l'origine de la vie sur Terre.





Distances at date  
2015-08-13

Rosetta - Sun  
185 986 924 km

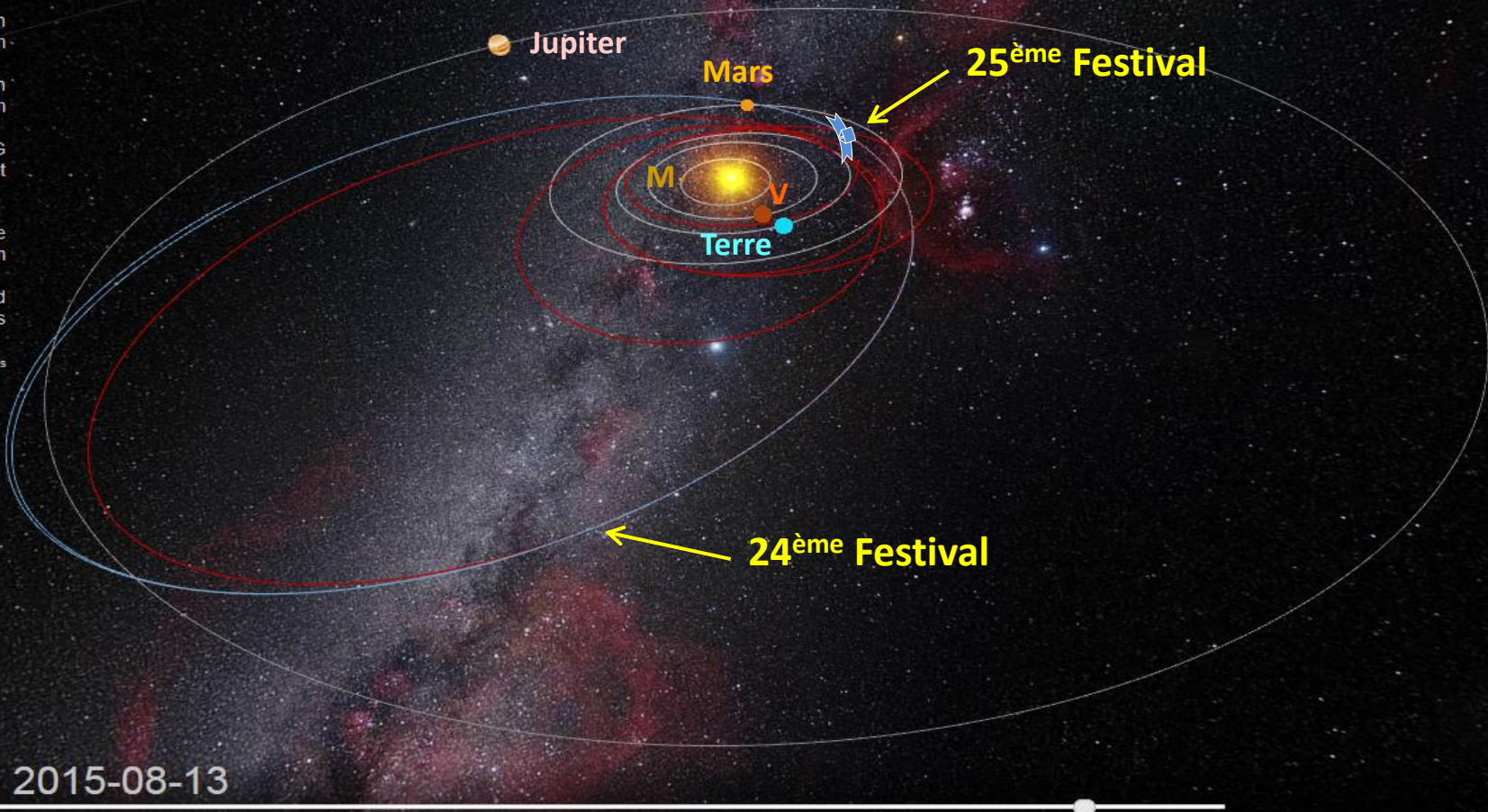
Rosetta - Earth  
265 138 407 km

Rosetta - comet 67P/C-G  
Living with a comet

Accumulated distance  
7 162 796 322 km

Comet speed  
34.22 km/s

See info, note for details

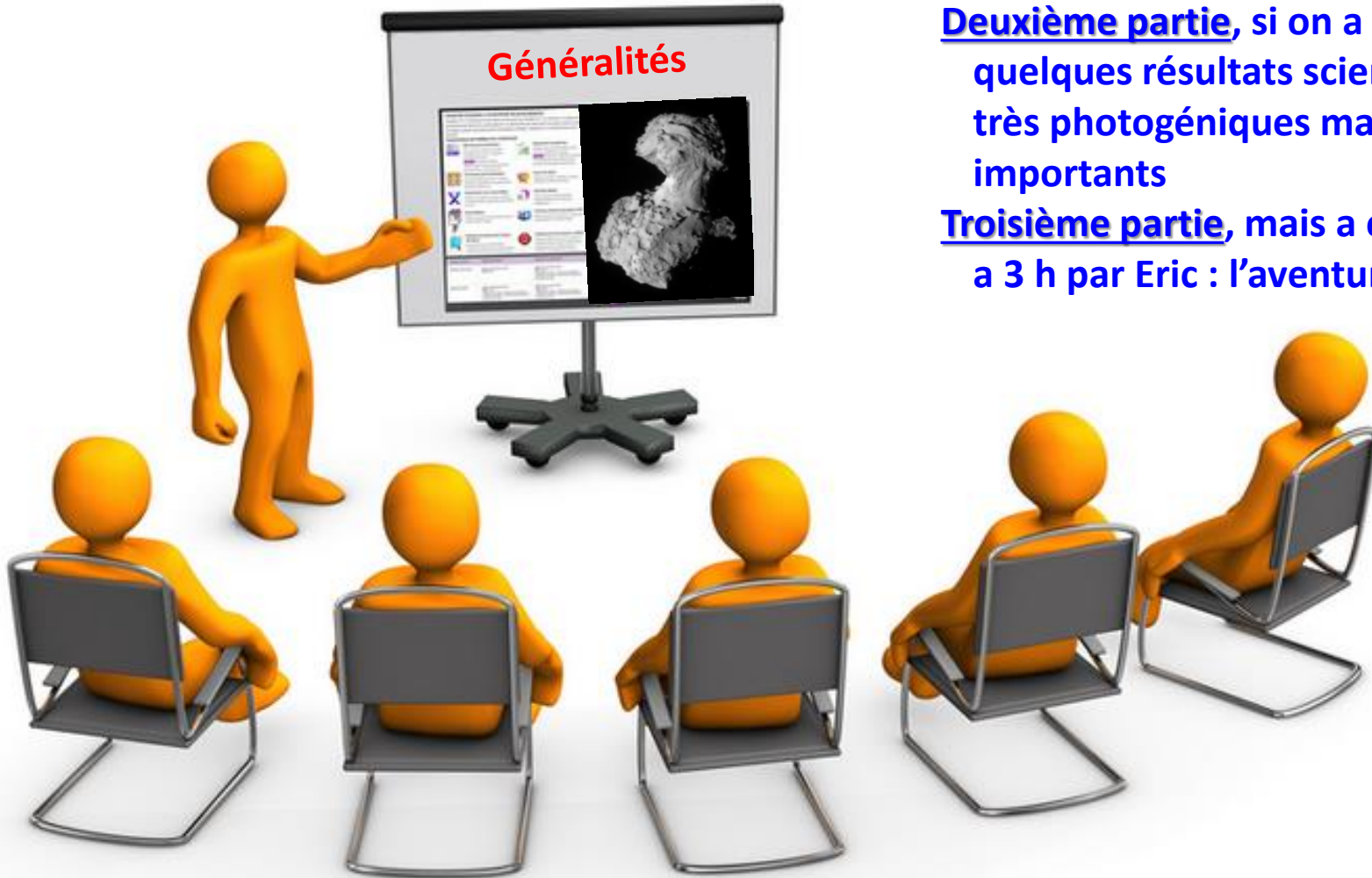


2015-08-13

**C'est pour tout ça que l'ESA a lancé Rosetta, dont voici la trajectoire (rouge) depuis mars 2004 à aujourd'hui (13 août 2015, jour du périhélie) et celle de la comète (bleu). Les deux trajectoires sont communes depuis 1 an.**



## Généralités



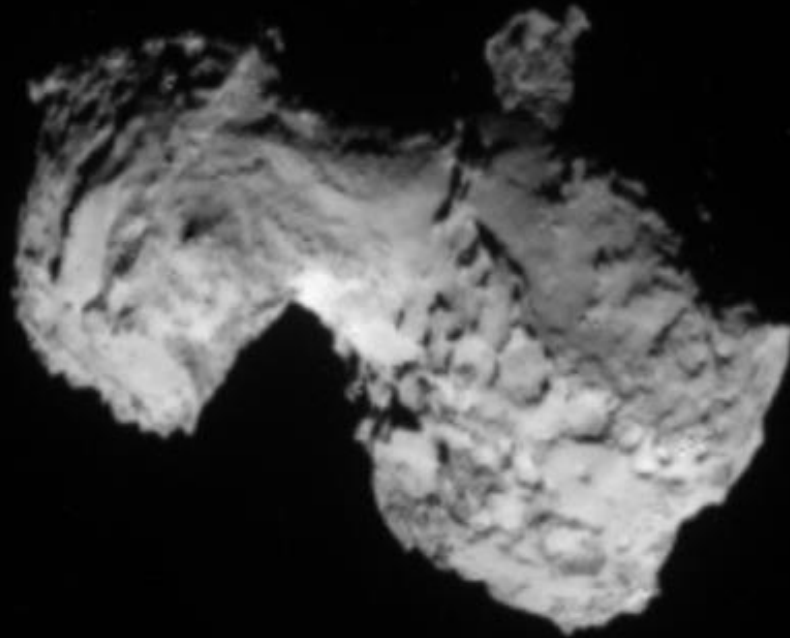
Première partie : généralité,  
dégazage, morphologie ....

Deuxième partie, si on a le temps :  
quelques résultats scientifiques pas  
très photogéniques mais  
importants

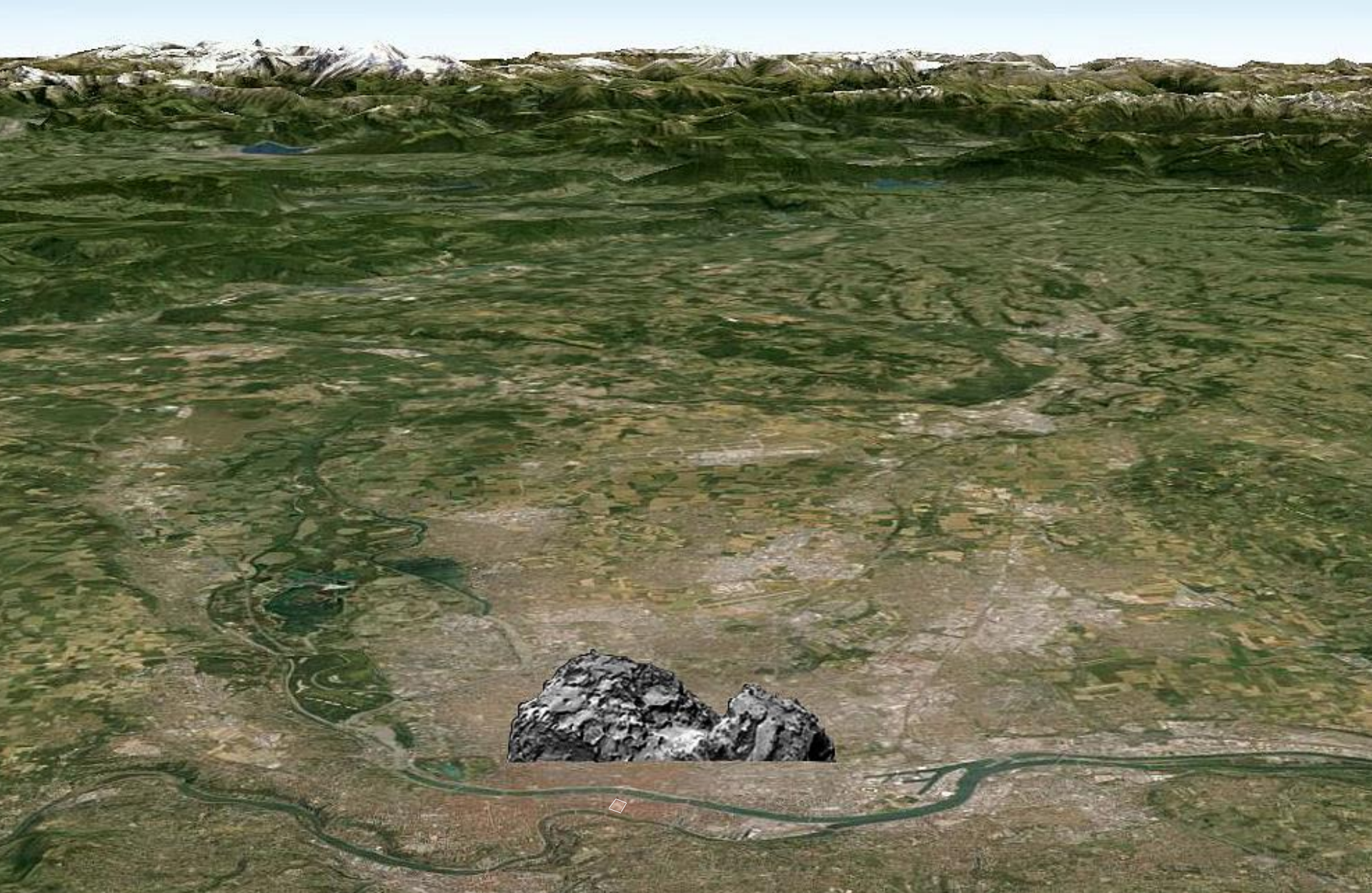
Troisième partie, mais a été faite il y  
a 3 h par Eric : l'aventure de Philae.

**Généralités sur Churyumov-Gerasimenko, sur son  
dégazage, sa morphologie ...**

**Rosetta a été lancé en mars 2004. A partir du 3 août 2014, on commence à être suffisamment proche de 67P/Churyumov-Gerasimenko pour en étudier la morphologie de surface, la masse ... C'est autre chose qu'une boule de neige sale !**







**67P/Churyumov-Gerasimenko ( $L \approx 4,5$  km) est vraiment de petite taille : la taille de la Presqu'île (de Lyon)**



**On ne s'en rend pas compte sur les photos, mais Chury est extrêmement sombre et ne réfléchit que 5 à 6 % de la lumière du soleil, comme les autres comètes. Pas de glace « visible » !**



Quelle est la gravité à la surface d'un tel corps ?

On va approximer la comète par une sphère de rayon  $R = 1500$  m et de masse volumique  $\rho = 1000$  kg/m<sup>3</sup>.

On écrit les équations de la mécanique classique qui faisaient la joie de nos cours de physique au lycée :

$$g = \frac{G \cdot M}{R^2} \quad \text{et} \quad h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$\text{avec } M = \frac{4}{3} \pi \cdot R^3 \cdot \rho \quad \text{et} \quad G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

Avec ces hypothèses raisonnables, on trouve alors :

$g = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \approx 1/25\,000$  de la gravité terrestre.

Avec ma masse de 106 kg, je pèserais 4,3 g.

On mettrait 12 mn pour descendre 100 m en chute libre.



Isaac  
Newton

1642-1727

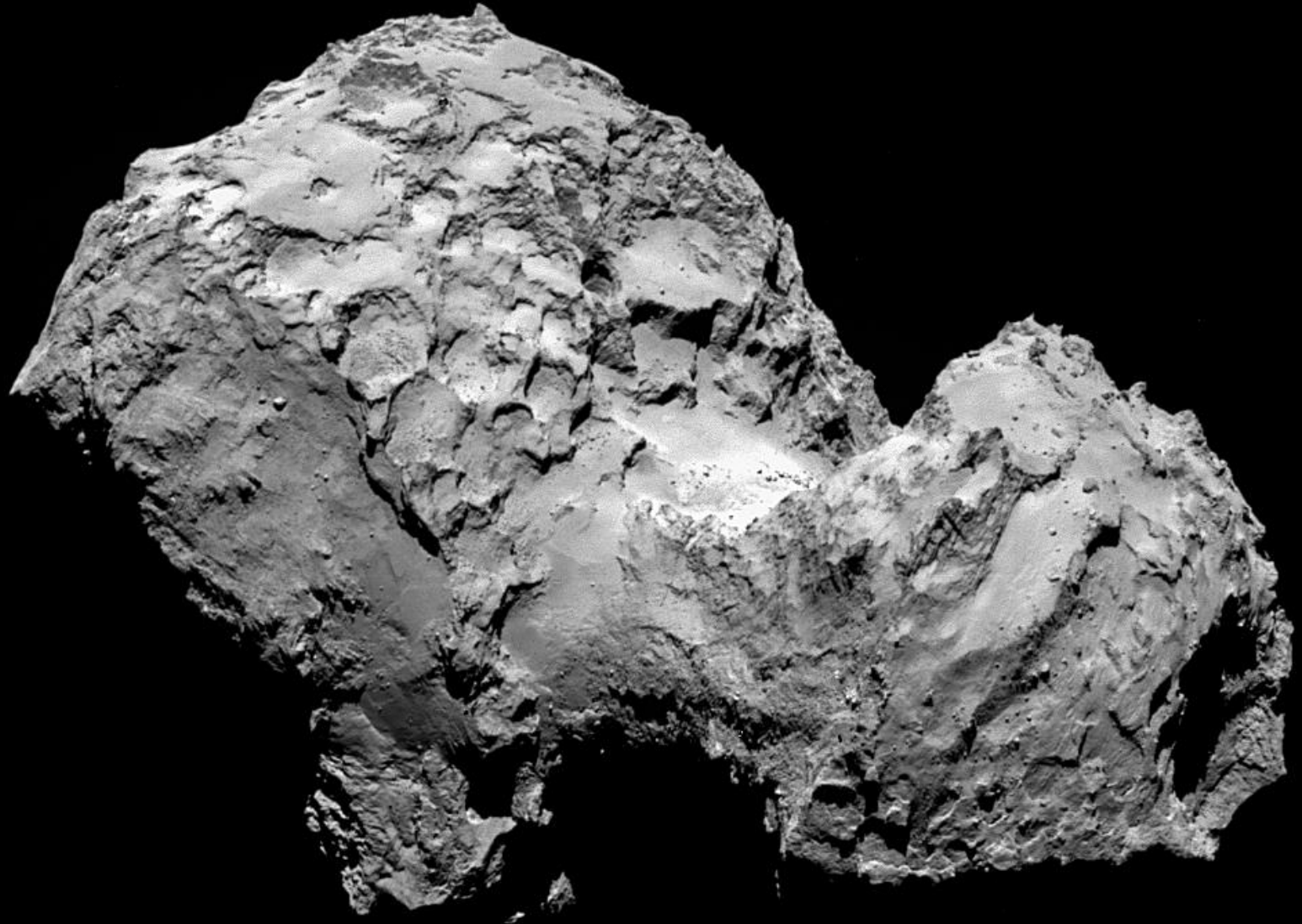
<http://pontamousson-gmdpam54.blogspot.fr/2011/07/le-pommier-brise.html>

**Avec la mise en orbite, on peut enfin déterminer la masse de la comète. La masse de Chury est de l'ordre de 10 milliards de tonnes ( $10^{13}$  kg), avec une densité voisine de 0,4 à 0,5 ( $470 \text{ kg/m}^3$  précisément), très largement inférieure à la densité de la (des) glace(s).**

**Chury serait constituée d'un matériel poreux, plein de vide. Ça diminue la gravité calculée page précédente d'un facteur 2, et ça augmente le temps de chute libre d'un facteur  $\sqrt{2}$ .**



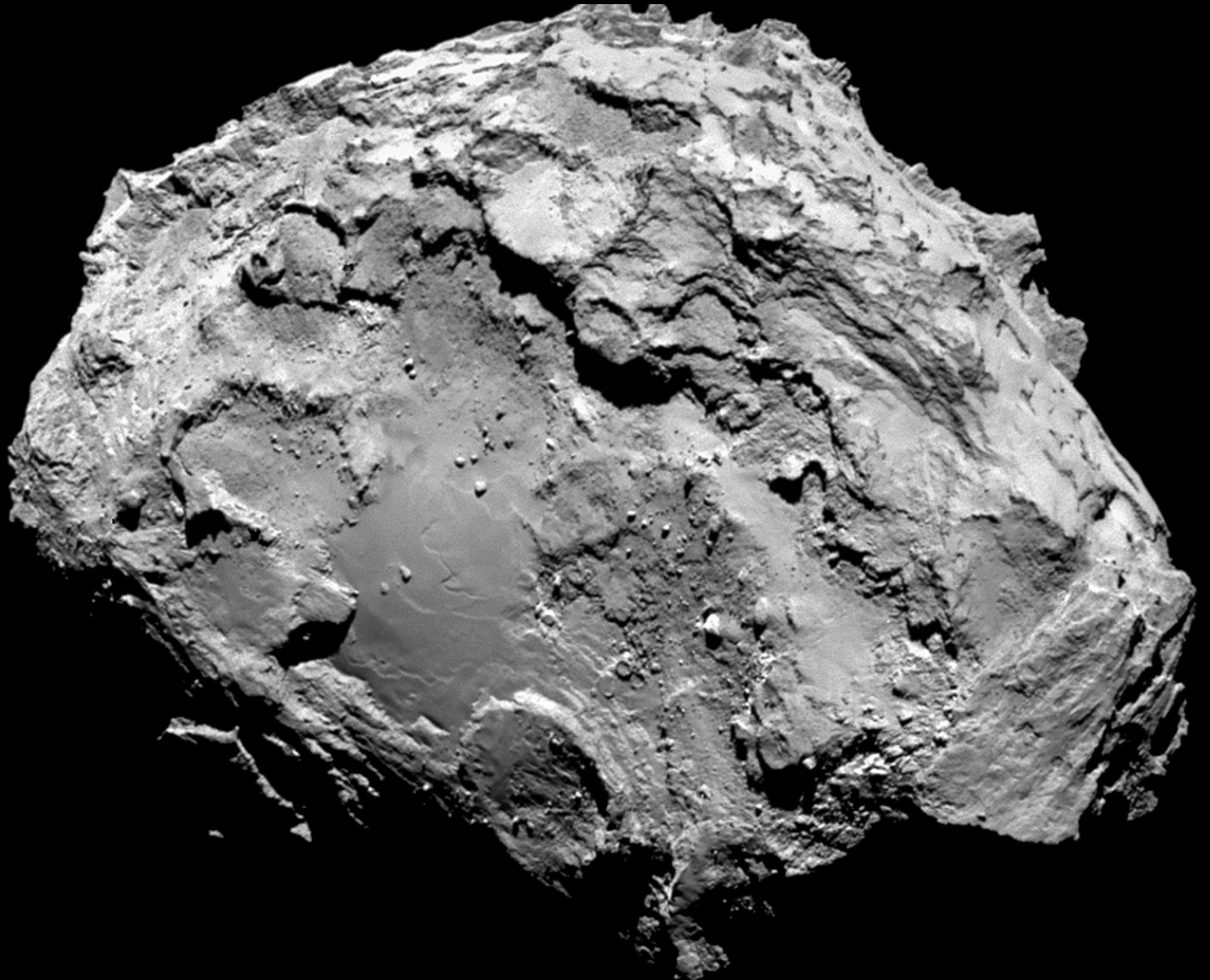
# 67P/Churyumov-Gerasimenko dans toute son étrangeté, avec ses deux lobes et son « cou »



3 août 2014

[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/08/Comet\\_on\\_3\\_August\\_2014](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/08/Comet_on_3_August_2014)

**On s'approche de plus en plus « Chury » en regardant le gros lobe « de face ».**



**3 août 2014**

[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/08/Comet\\_on\\_3\\_August\\_20142](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/08/Comet_on_3_August_20142)

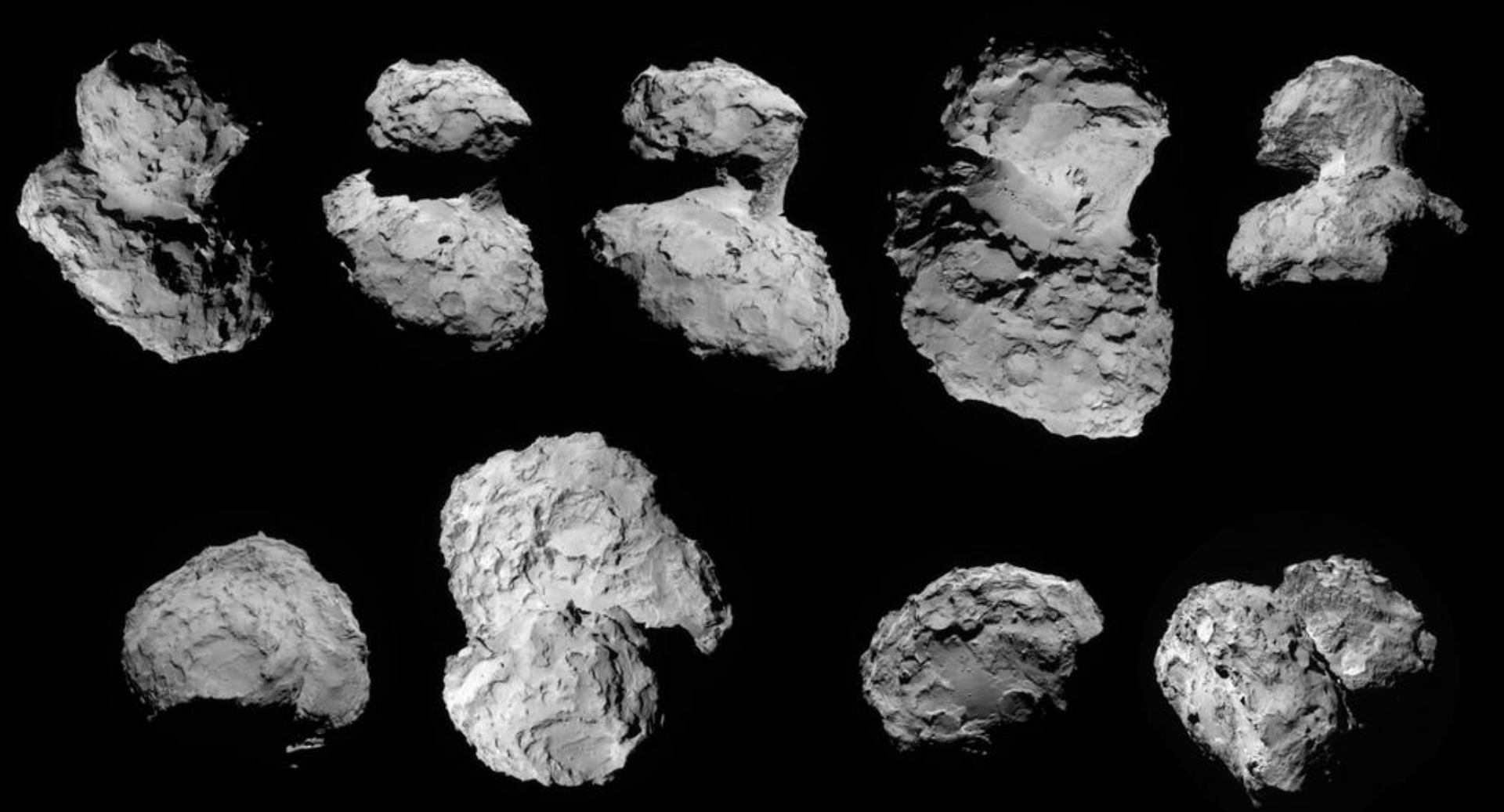


14 septembre 2014

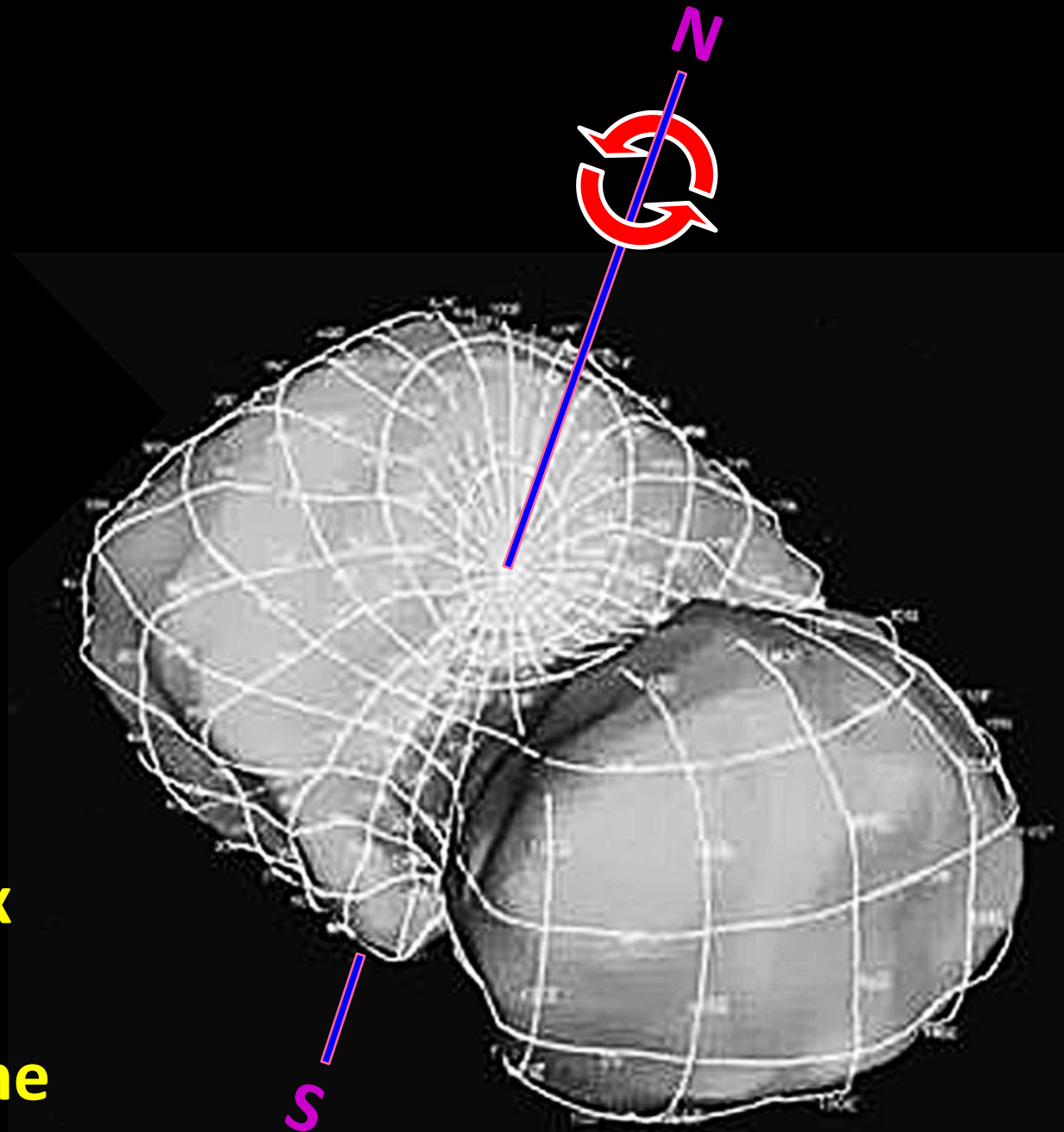
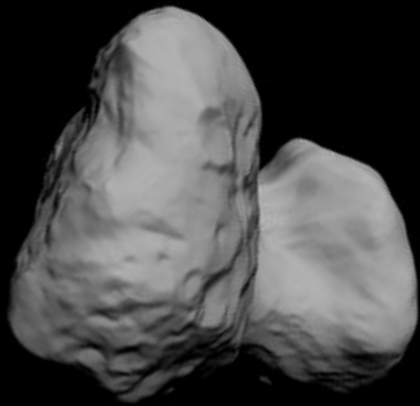
[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/09/Comet\\_on\\_14\\_September\\_2014\\_-\\_NavCam](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/09/Comet_on_14_September_2014_-_NavCam)

**Là, c'est le petit lobe qui est au premier plan**

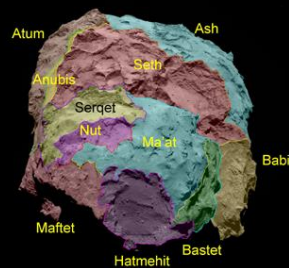
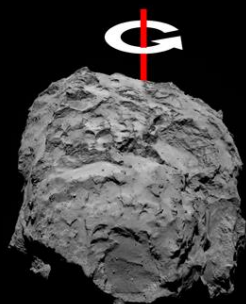
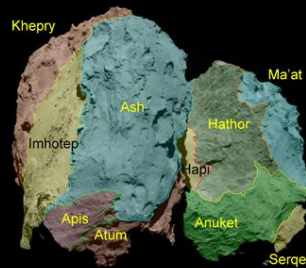
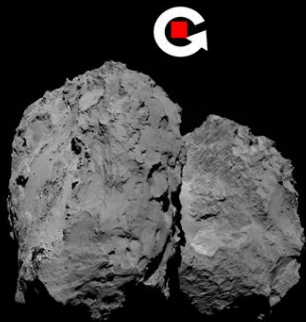




**Neuf aspects de Chury vue en août 2014 (Chury tourne sur elle-même, et Rosetta tourne autour de Chury).**

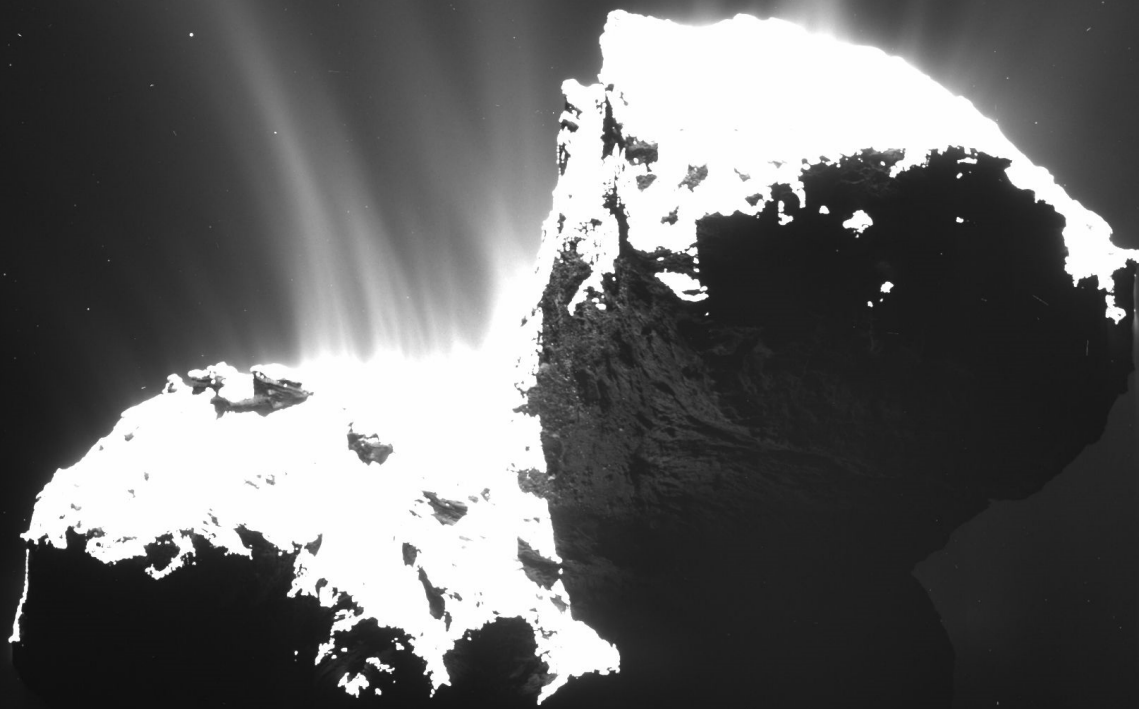


**Cette forme  
bizarroïde posera  
des problèmes aux  
cartographes.  
Imaginez le système  
de coordonnées !**

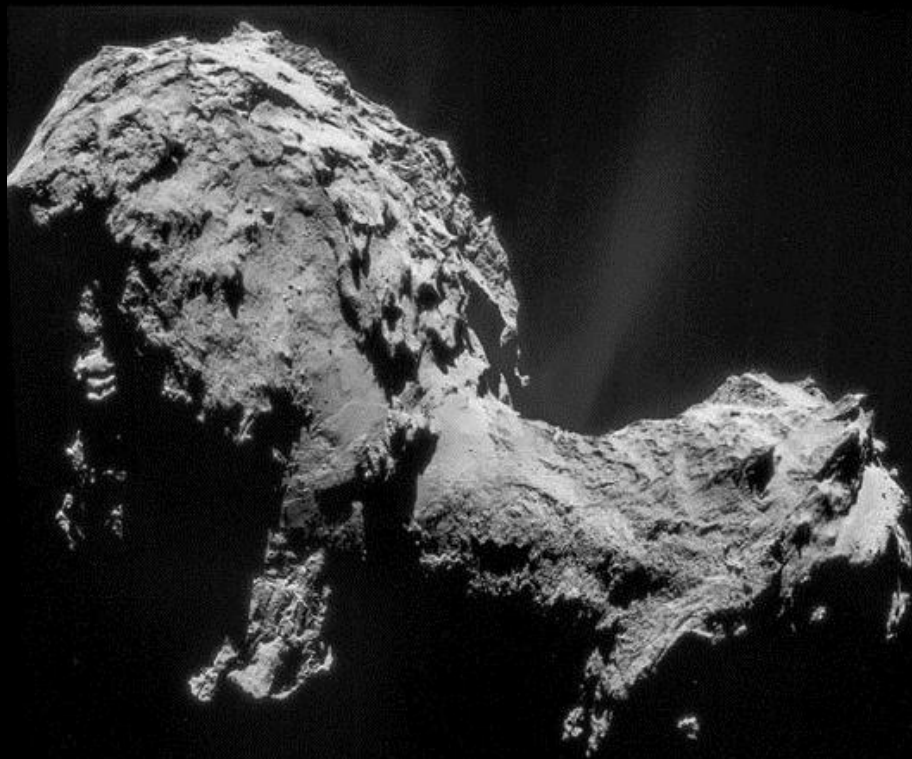


Pour se repérer plus facilement, toute la surface a été divisée en « régions », chacune ayant une relative unité morphologique.

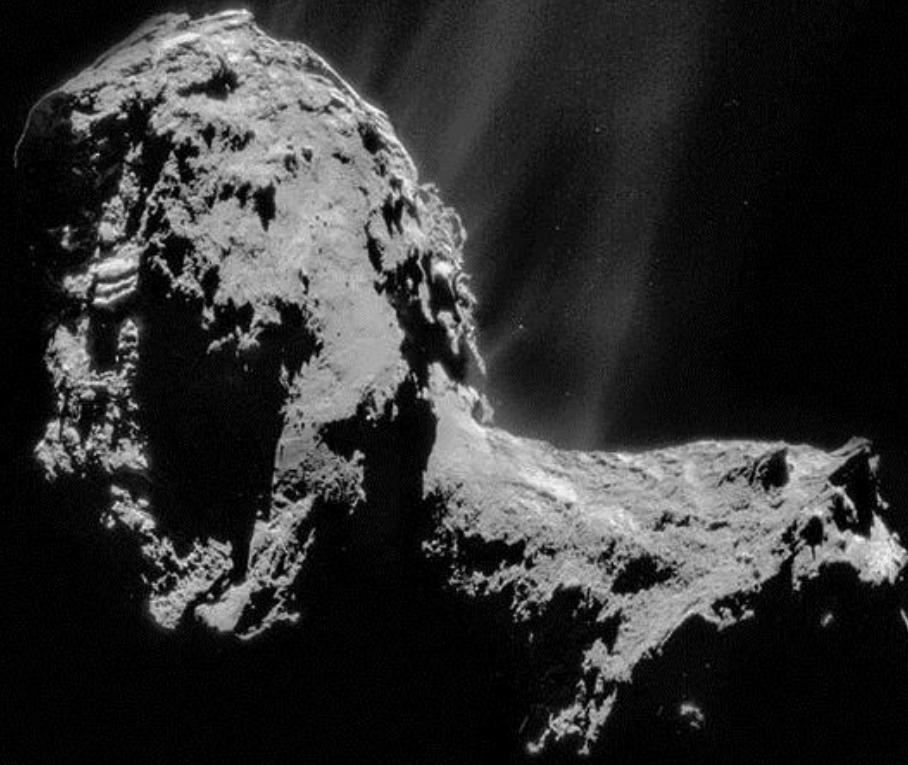




**Mais ce qui  
« définit » une  
comète, c'est  
son dégazage !  
On a pu suivre  
ce dégazage  
depuis août  
2014 jusqu'en  
août 2015,  
date du passage  
au périhélie ;  
et espérons  
qu'on pourra  
bien après.**



17 septembre 2014



20 novembre 2014

## Les jets de gaz et poussières

- (1) sortaient majoritairement du « cou » en août-septembre
- (2) voient leur intensité et leurs points de sortie augmenter avec le temps

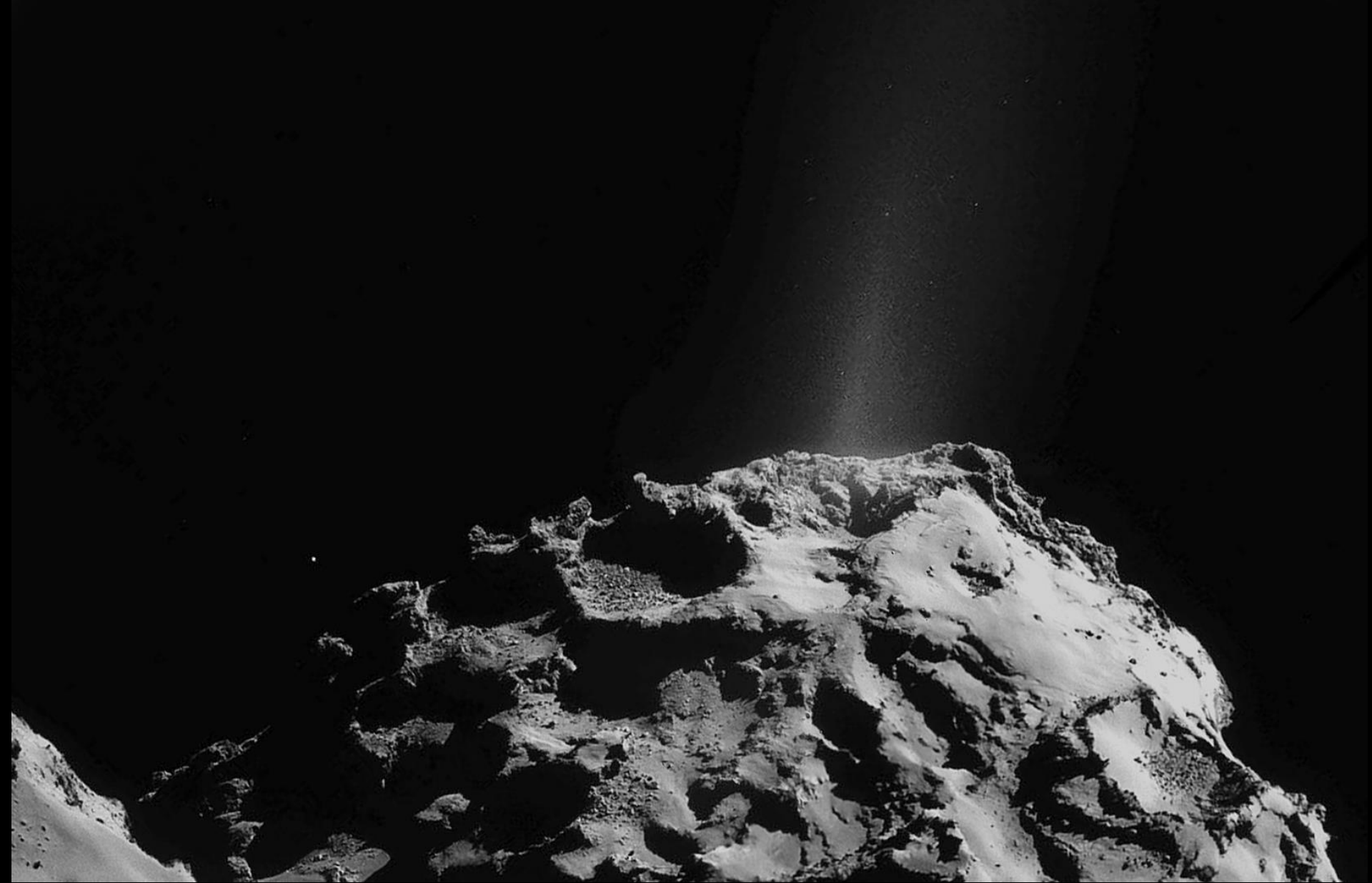


**Voici un jet  
ne sortant  
pas du  
« cou » fin  
novembre  
2014**

**30 novembre 2014**

<https://www.flickr.com/photos/lunexit/15746724949/in/set-72157640456168396>





30 novembre 2014

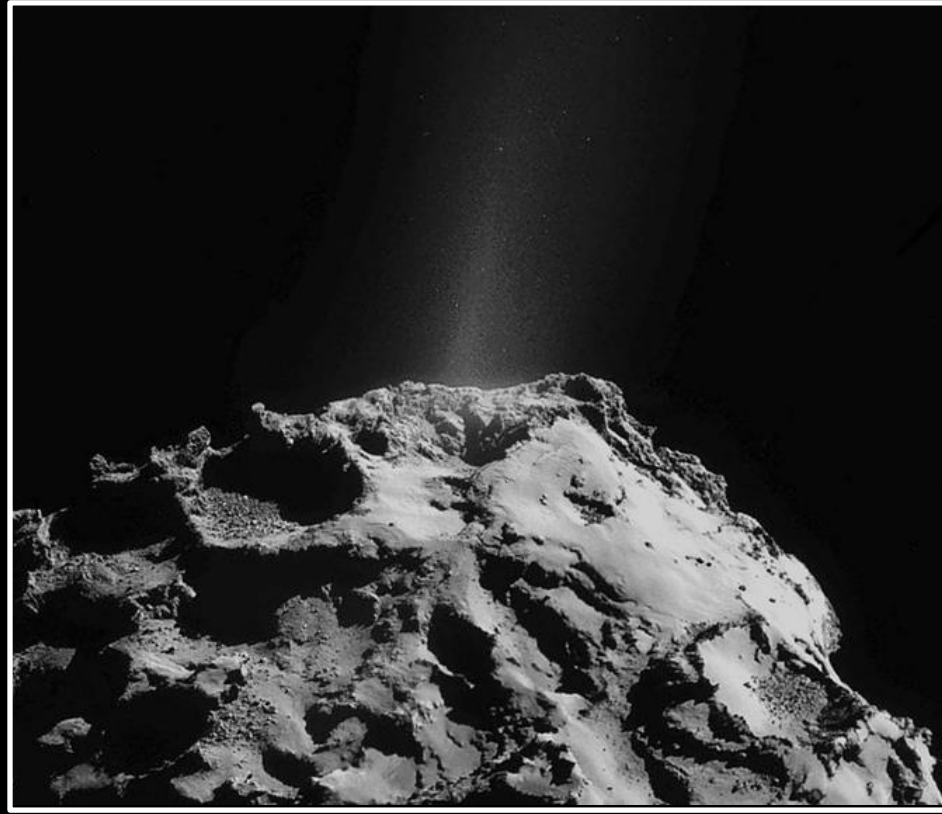
<https://www.flickr.com/photos/dunexch/1574674939/in/set-7215765056168396>

**Gros plan sur ce jet semblant sortir d'un « cratère »**



20 octobre 2014

<https://www.flickr.com/photos/junest/15818293435/>



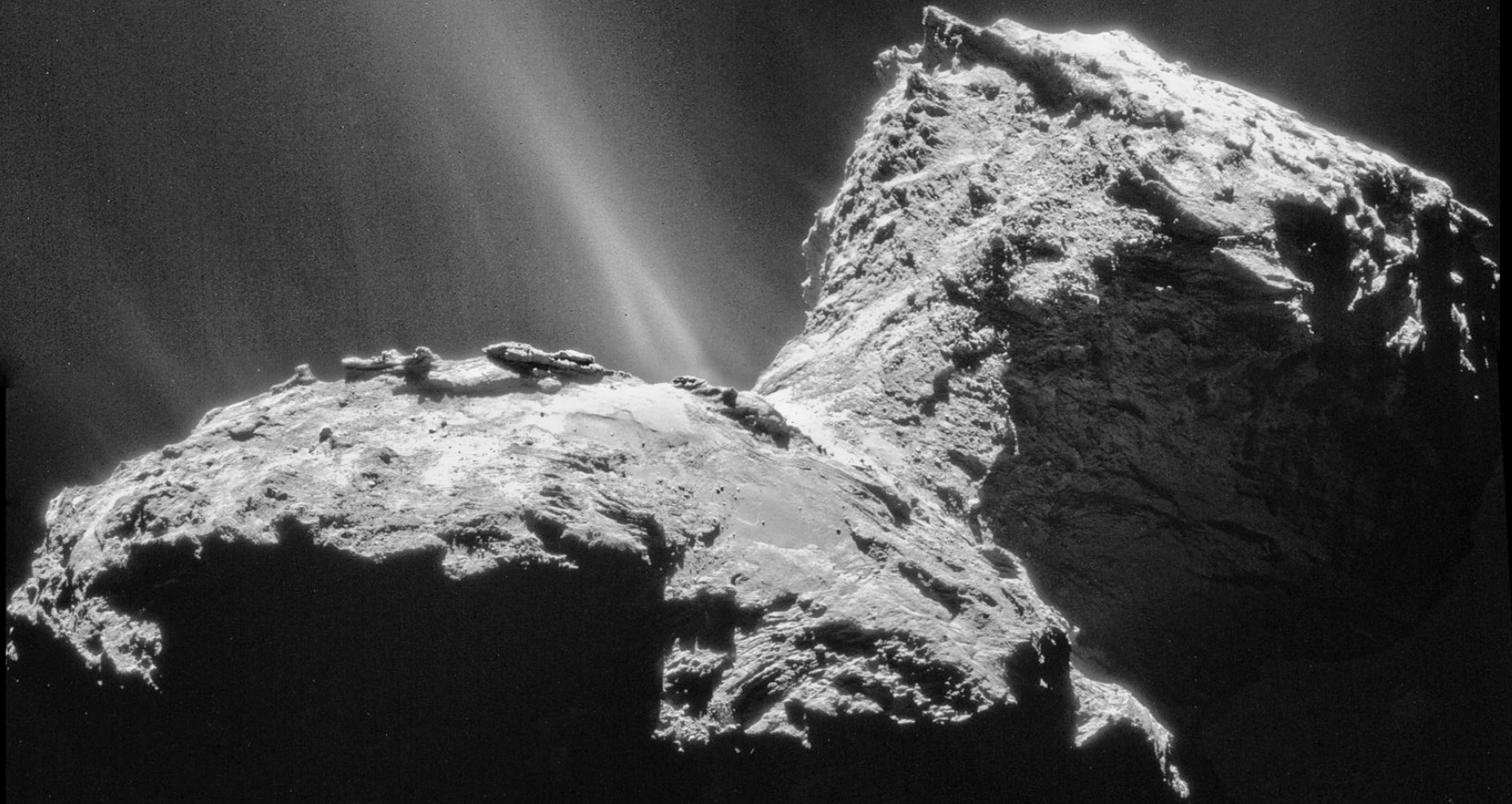
30 novembre 2014

<https://www.flickr.com/photos/junest/15746724949/in/set-72157640456168396>

**L'angle de prise de vue, l'éclairage, le réglage de la caméra ... ne sont pas les mêmes, mais il semble bien que le dégazage ait fortement augmenté entre le 20 octobre et le 30 novembre 2014.**



31 janvier 2015

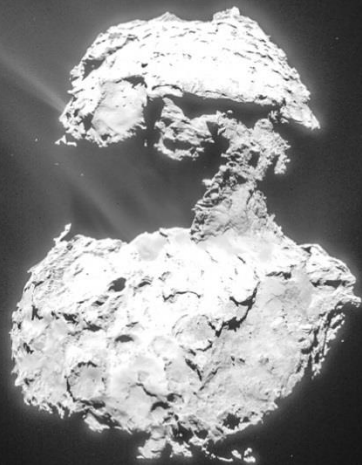


**31 janvier 2014, ça dégaze fort !**

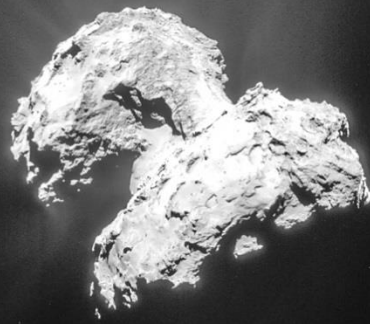
<https://www.flickr.com/photos/lunexit/16271680510/in/set-72157640456168396>



25 février 2015



26 février 2015

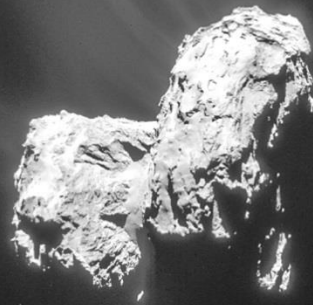


**Fin février ...**

27 février 2015



27 février 2015



<http://blogs.esa.int/rosetta/2015/03/04/all-round-activity-cometwatch-25-26-27-february/>

**Une « première » : l'apparition d'un jet « en pleine nuit », en moins de 2 mn, photographié depuis 75 km.**



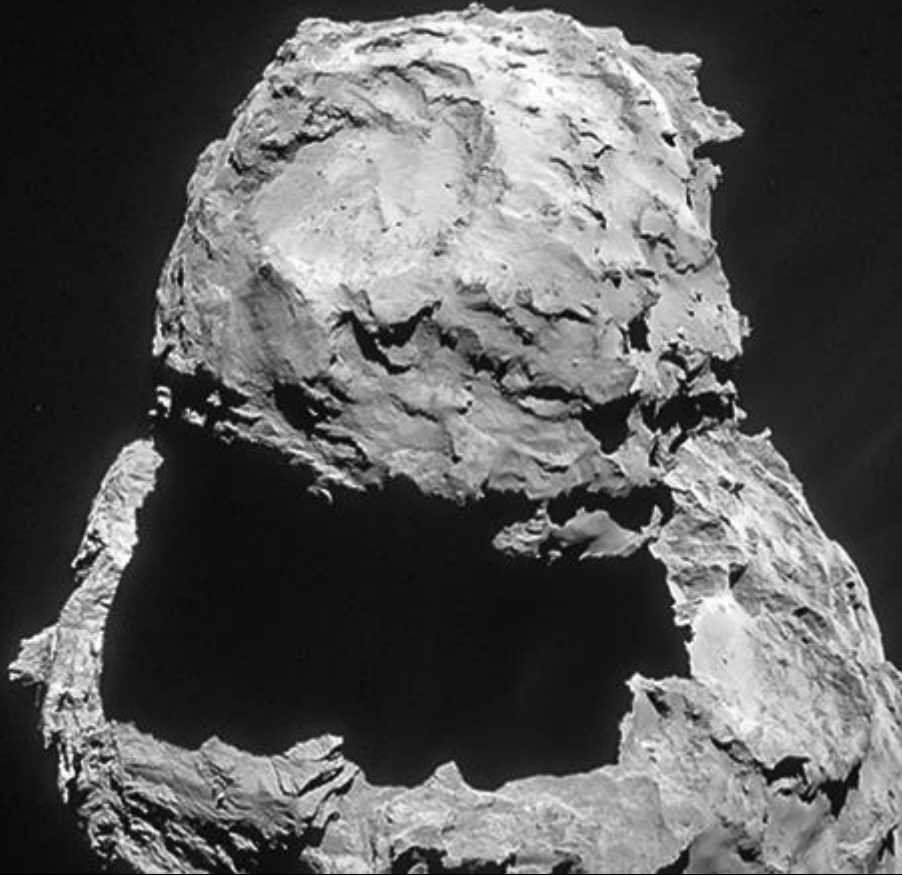
**12 mars 2015, 06h 13 mn (TU).**

**Une « première » : l'apparition d'un jet « en pleine nuit », en moins de 2 mn, photographié depuis 75 km.**



**12 mars 2015, 06h 15 mn (TU).**



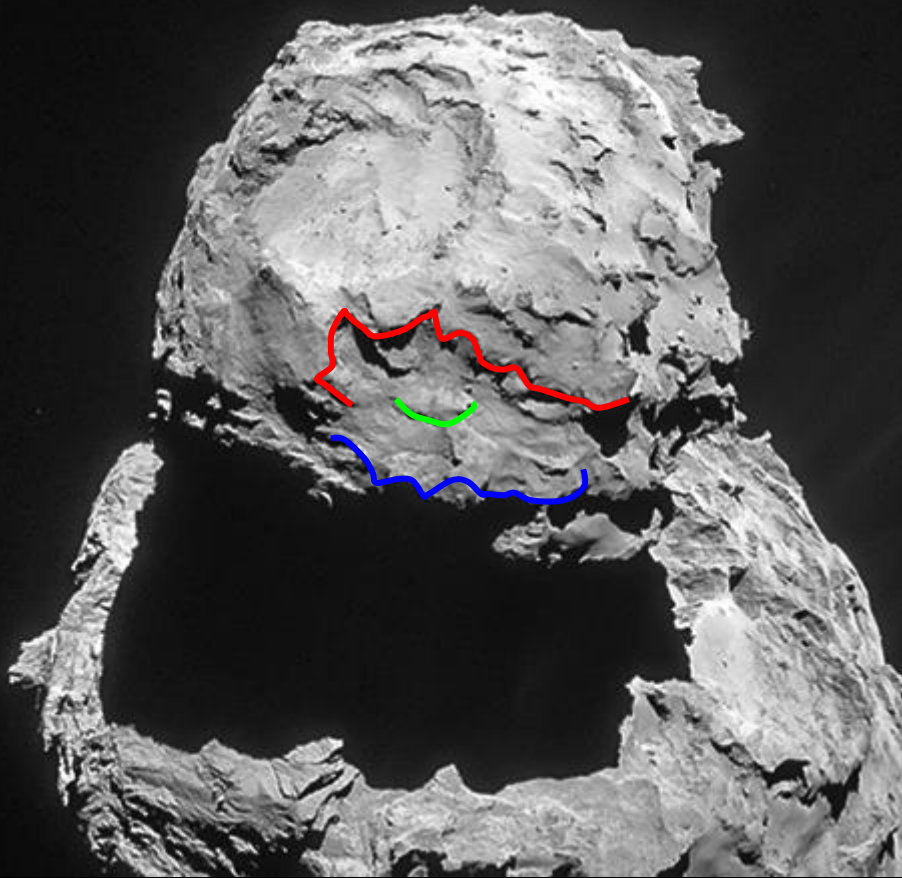


18 mars 2015

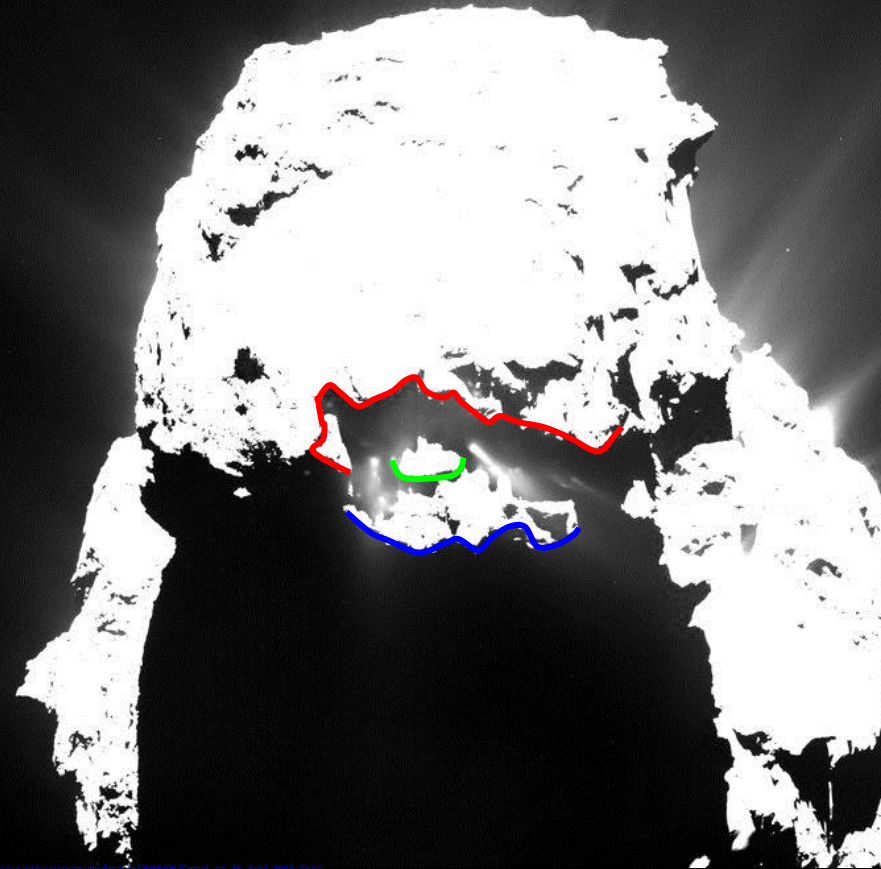


25 avril 2015

**Chury photographiée à 5 semaines d'intervalle, vue presque sous le même angle (mais avec des réglages différents). Regardons la zone dont les contours sont surlignés en couleur.**

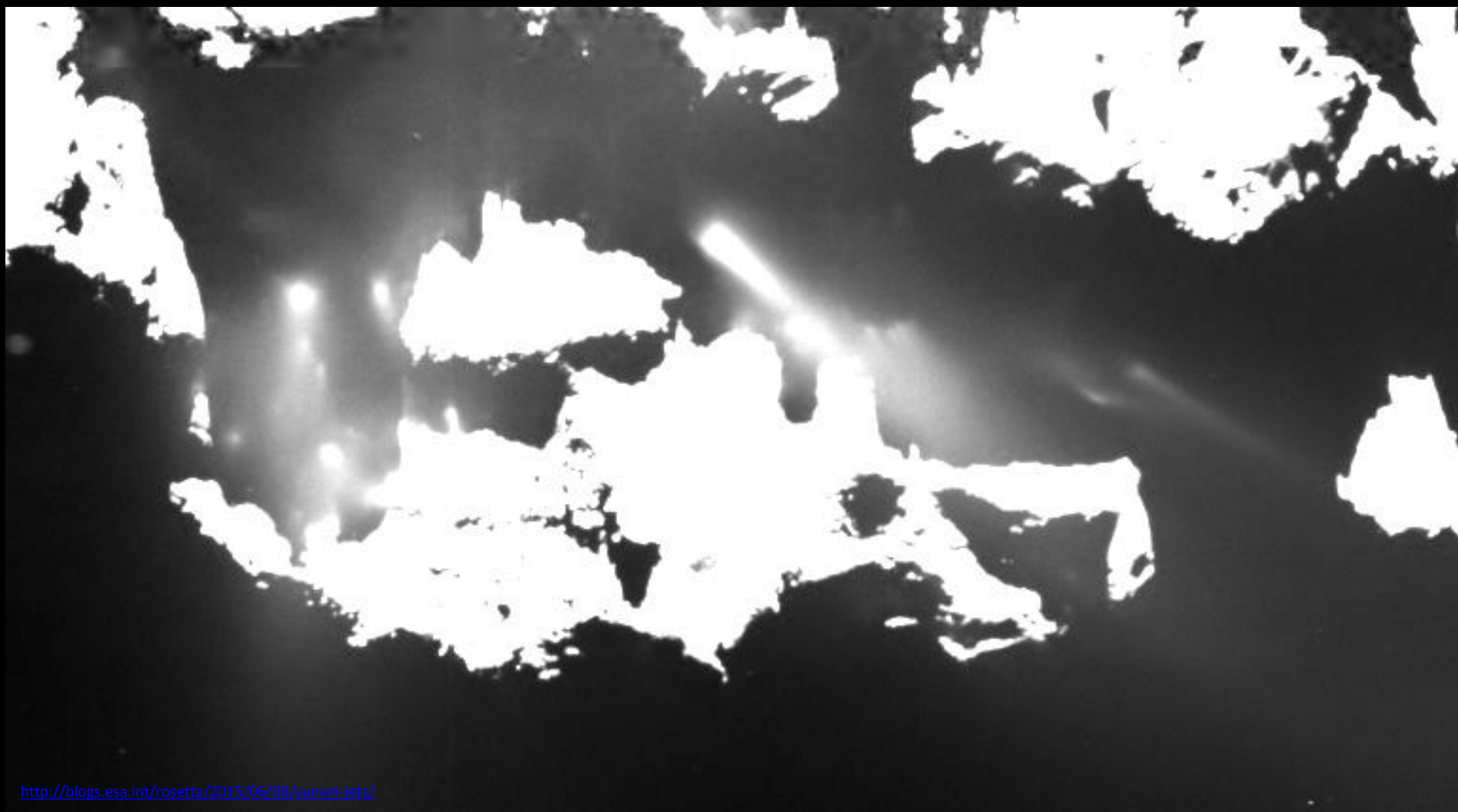


[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/03/Comet\\_on\\_18\\_March\\_2015\\_NavCam](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/03/Comet_on_18_March_2015_NavCam)  
18 mars 2015



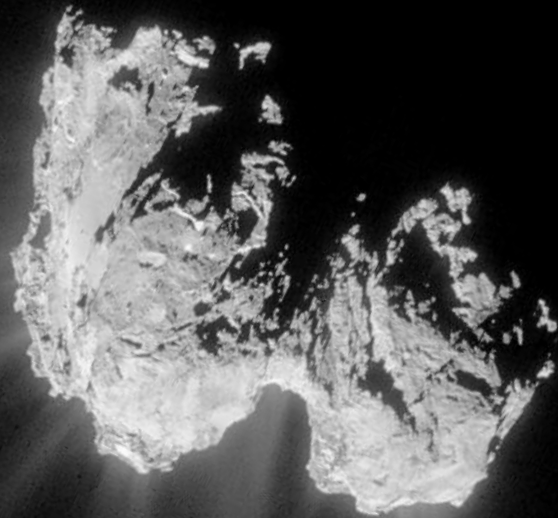
[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/06/Comet\\_on\\_25\\_April\\_2015\\_Osiris](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/06/Comet_on_25_April_2015_Osiris)  
25 avril 2015

**Chury photographiée à 5 semaines d'intervalle, vue presque sous le même angle (mais avec des réglages différents). Regardons la zone dont les contours sont surlignés en couleur.**



**Zoom sur cette zone encore fortement émettrice juste après le coucher du soleil ce 25 avril 2015**

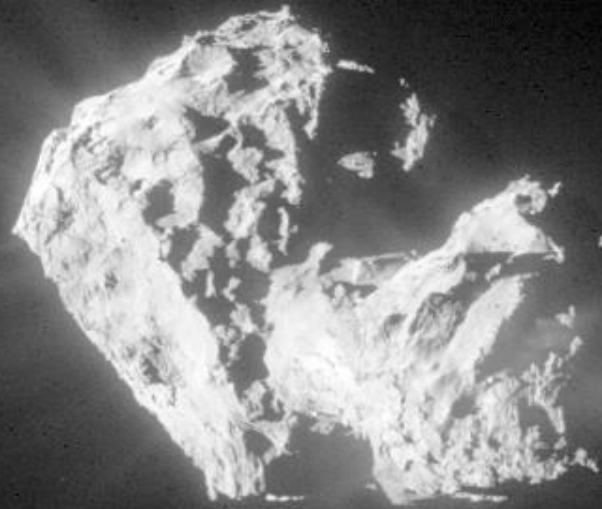




[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/05/Comet\\_on\\_3\\_May\\_2015\\_NavCam](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/05/Comet_on_3_May_2015_NavCam)

3 mai 2015

**Début mai, ça « dégaze » de plus en plus fort, mais rien ne semble sortir de la « pointe » du petit lobe !**



20 mai 2015

[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/05/Comet\\_on\\_20\\_May\\_2015\\_NavCam](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/05/Comet_on_20_May_2015_NavCam)

**Le 20 mai, il sort un jet puissant de la pointe du petit lobe !**



14 juillet 2015

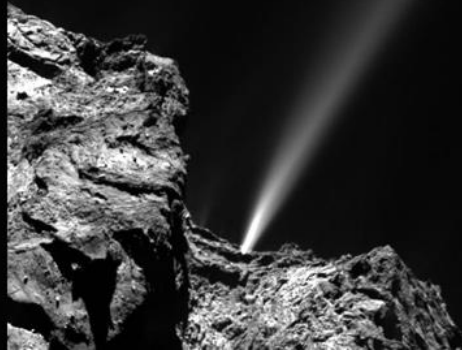
**Une dernière belle image des jets**

[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/07/Comet\\_on\\_14\\_July\\_2015\\_NavCam](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/07/Comet_on_14_July_2015_NavCam)

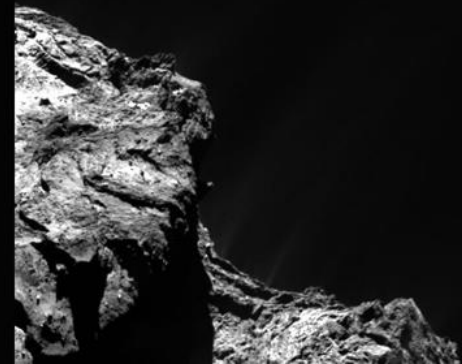




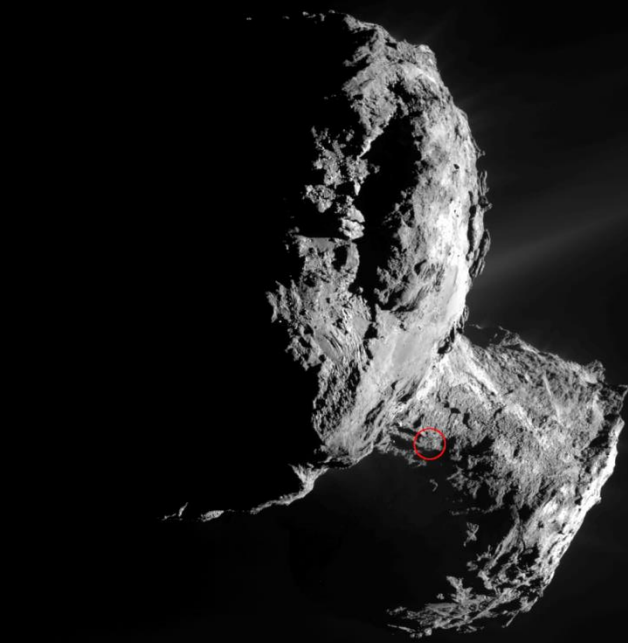
29 juillet, 13h06



29 juillet, 13h24



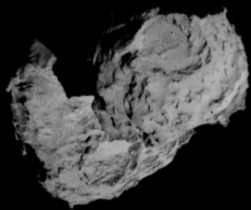
29 juillet, 13h42



**Une brutale éruption il y a  
juste 15 jours (le 29 juillet  
2015) et la localisation de son  
origine sur une image du 12  
avril 2015. Vitesse d'éjection :  
 $\geq 10$  m/s  
(mise en ligne le 11 août)**

**La même chose  
animée.**

**Et où pensez vous  
que j'ai trouvé  
(hier) cette  
animation ?  
Sur le site de  
l'ESA la NASA**



6 août 2014



6 août 2015

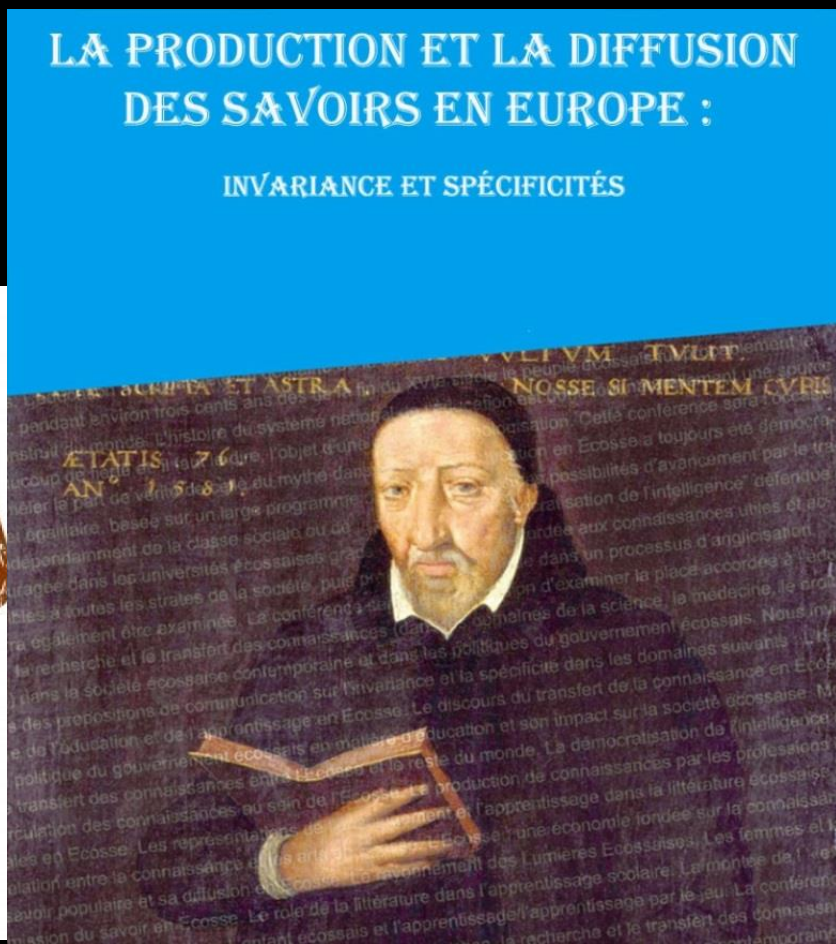
[http://www.esa.int/spacelimages/Images/2015/08/Comet\\_on\\_6\\_August\\_2014\\_and\\_6\\_August\\_2015](http://www.esa.int/spacelimages/Images/2015/08/Comet_on_6_August_2014_and_6_August_2015)

**La comète lors du 24<sup>ème</sup> festival (6 août 2014) et du 25<sup>ème</sup> (6 août 2015)**



Quelques points et régions particulièrement intrigants de la morphologie de surface. Ces images publiques ont été obtenues quasiment avec les seules images des caméras de navigation, les images des caméras Haute-Résolution et couleur étant jalousement bloquées par l'équipe OSIRIS sauf celles qui ont été publiées\* en janvier et juillet 2015 avec des images des quatre premiers mois.

\* dans des revues scientifiques internationales.





## Tensions surround release of new Rosetta comet data

[Tweet](#) 293 [Share](#) 482 [g+](#) 16



[Email Eric](#)

[Follow @erichand](#)

By Eric Hand | 11 November 2014 3:15 pm | 35 Comments

**DARMSTADT, GERMANY**—The comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, which the Rosetta spacecraft is now orbiting, is by all accounts a fascinating chunk of dust and ice. This week, scientists using the spacecraft's high-resolution camera presented some staggering images of the duck-shaped comet at a planetary science conference in Tucson, Arizona. They showed the first color images of the comet. They showed dust grains being ejected from the surface, arcs that could be traced back, presumably, to geysers of sublimating ice. And they showed brightness variations less than 10 centimeters apart—which could

indicate that they have found sparkling bits of ice peeking through a black crust of dust.

But Rosetta's operator, the European Space Agency (ESA), has released none of these images to the public. Nor have any of these images been presented in Darmstadt, Germany, where scientists at ESA's mission control are preparing to drop the Philae lander to the comet surface on Wednesday. Project scientist Matt Taylor was reduced to learning about the new results at the Arizona conference by thumbing through Twitter feeds on his phone.

For the Rosetta mission, there is an explicit tension between satisfying the public with new discoveries and allowing scientists first crack at publishing papers based on their own hard-won data. "There is a tightrope there," says Taylor, who's based at ESA's European Space Research and Technology Centre (ESTEC) in Noordwijk, the Netherlands. But some ESA officials are worried that the principal investigators for the spacecraft's 11 instruments are not releasing enough information. In particular, the camera team, led by principal investigator Holger Sierks, has come under special criticism for what some say is a stingy release policy. "It's a family that's fighting, and Holger is in the middle of it, because he holds the crown jewels," says Mark McCaughrean, an ESA senior science adviser at ESTEC.

ADVERTISEMENT

Online Science Courses from Harvard, MIT & Other Top Schools



Take Online Courses from the World's Best Universities

[Get Started](#)

**edX**  
www.edx.org

POPULAR

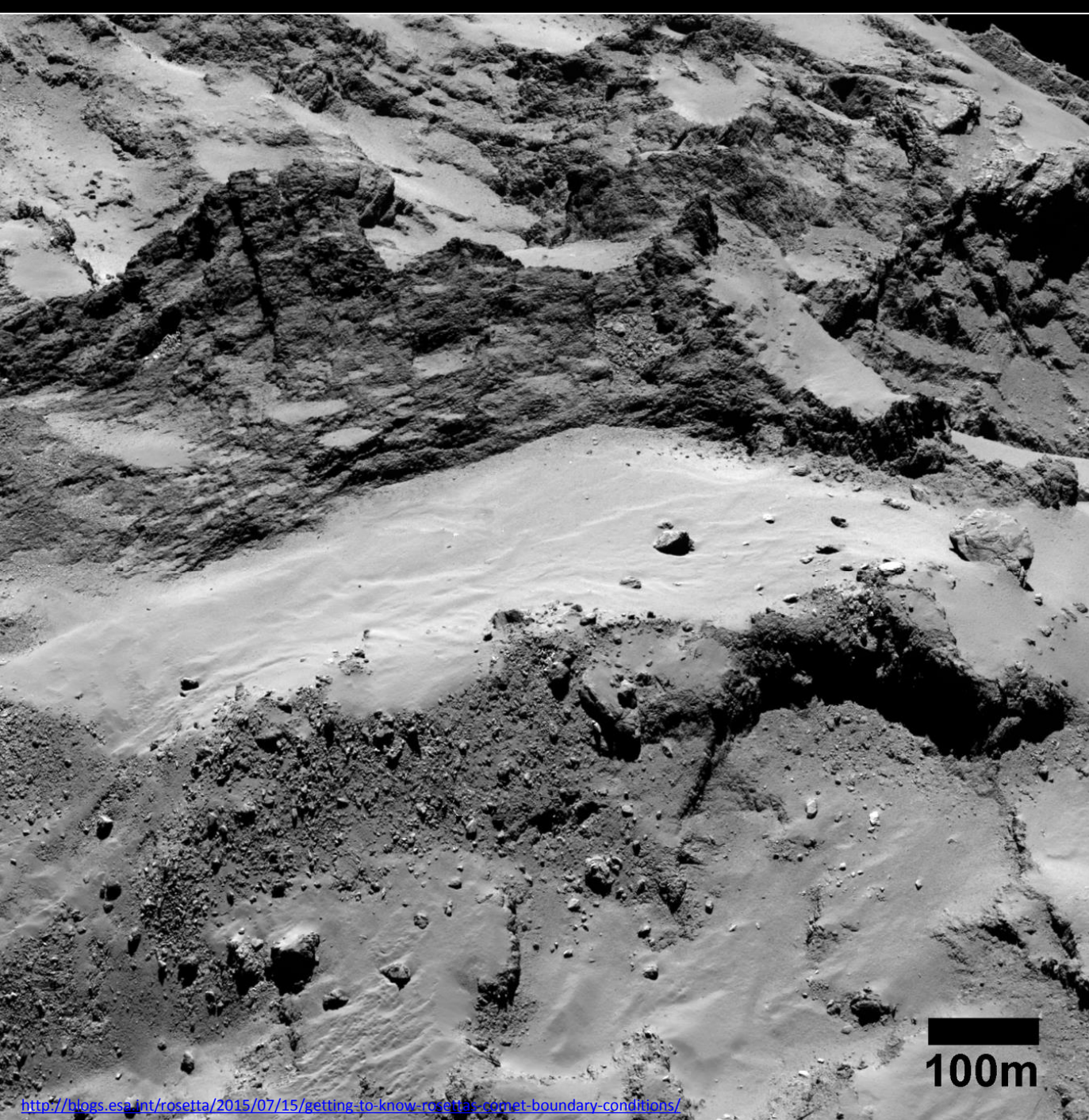
Trending

Most Commented

Cette politique du « secret » fait polémique, même dans des revues aussi prestigieuses que Science. Je n'en dirai pas plus, ce serait désobligeant

Science,  
11 novembre 2014

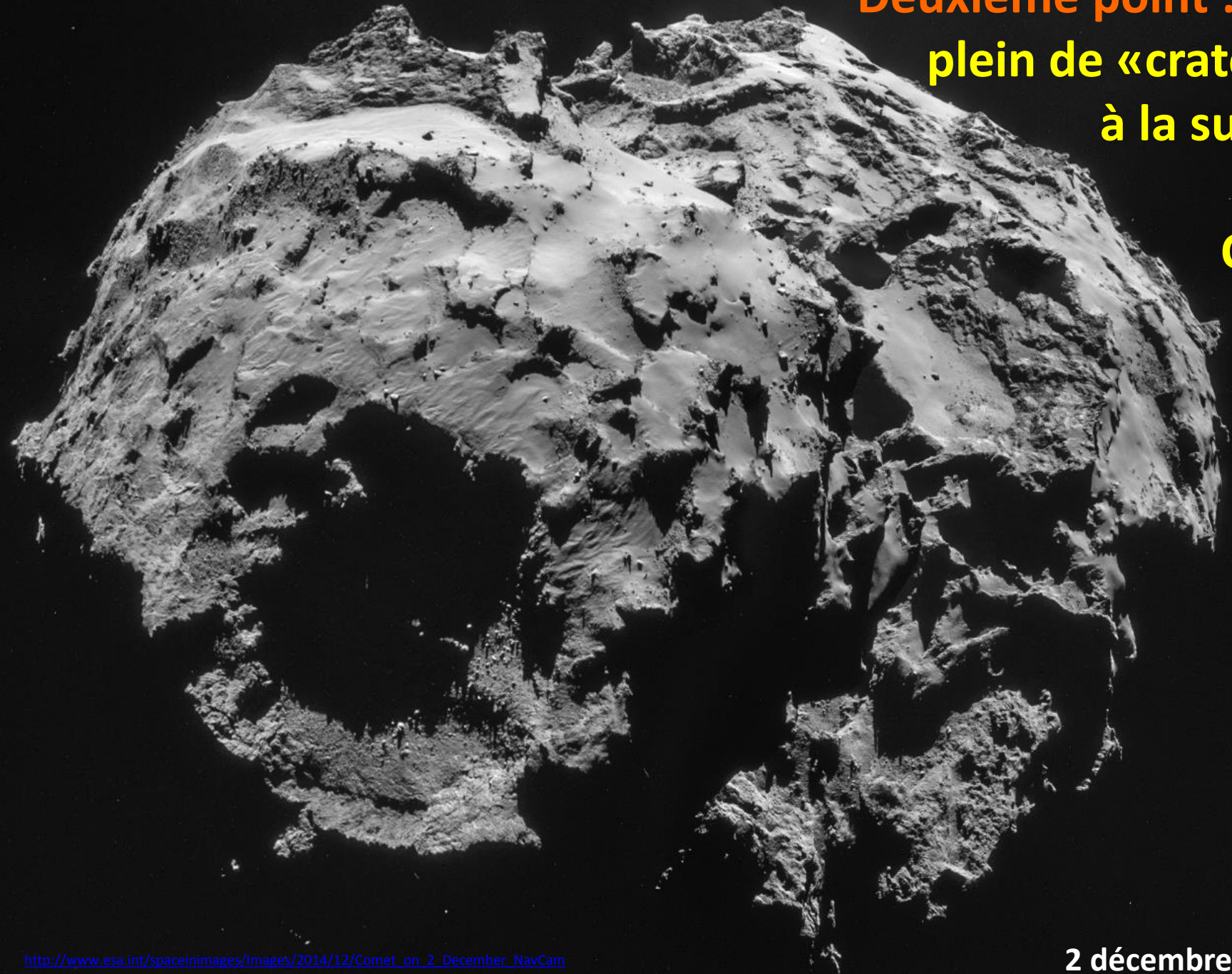




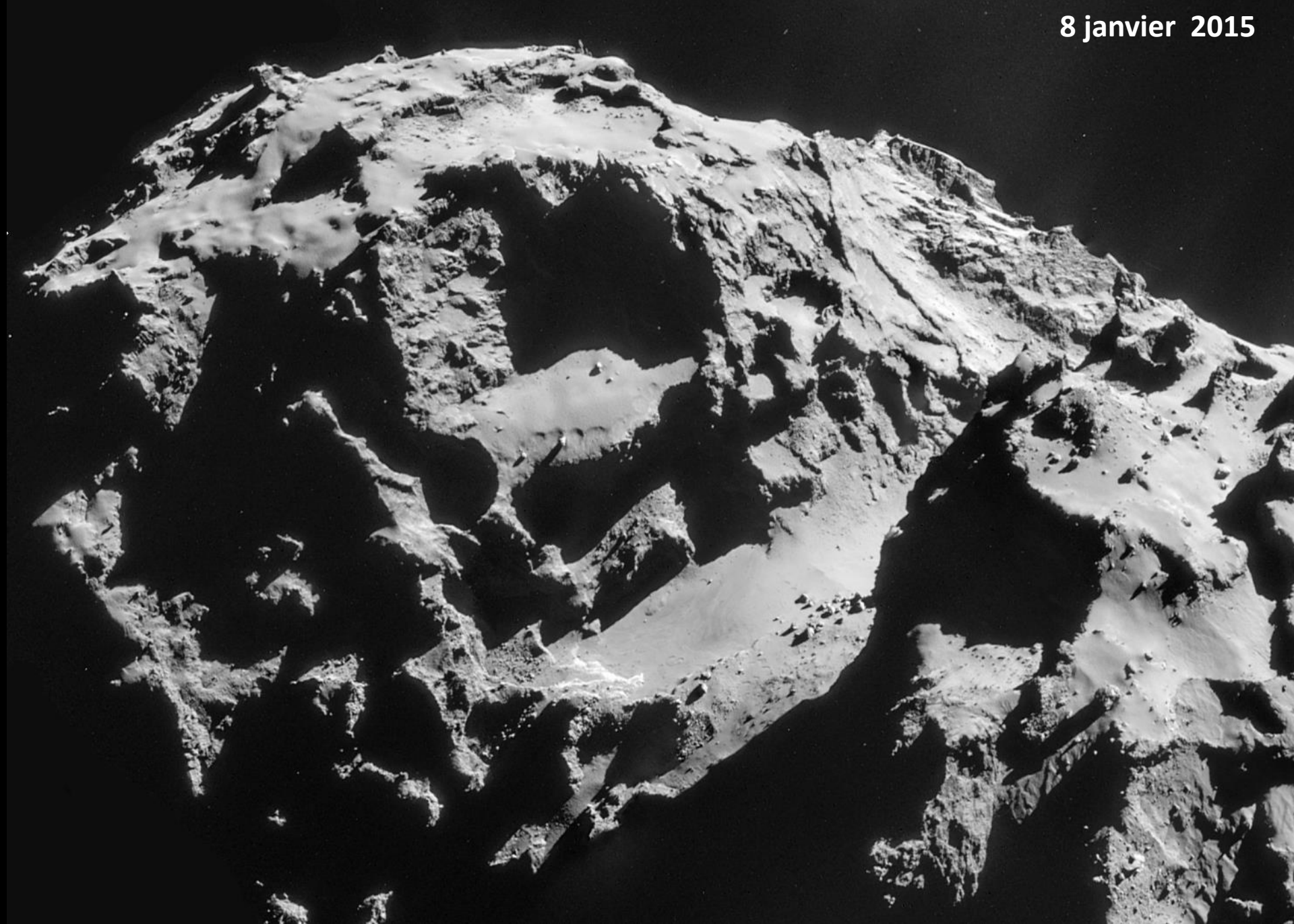
**Premier point, qu'on va revoir partout (je ne le signalerai plus) : il y a des zones « rocheuses » et d'autres très lisses, qui parfois semblent recouvertes de « poussière ».**



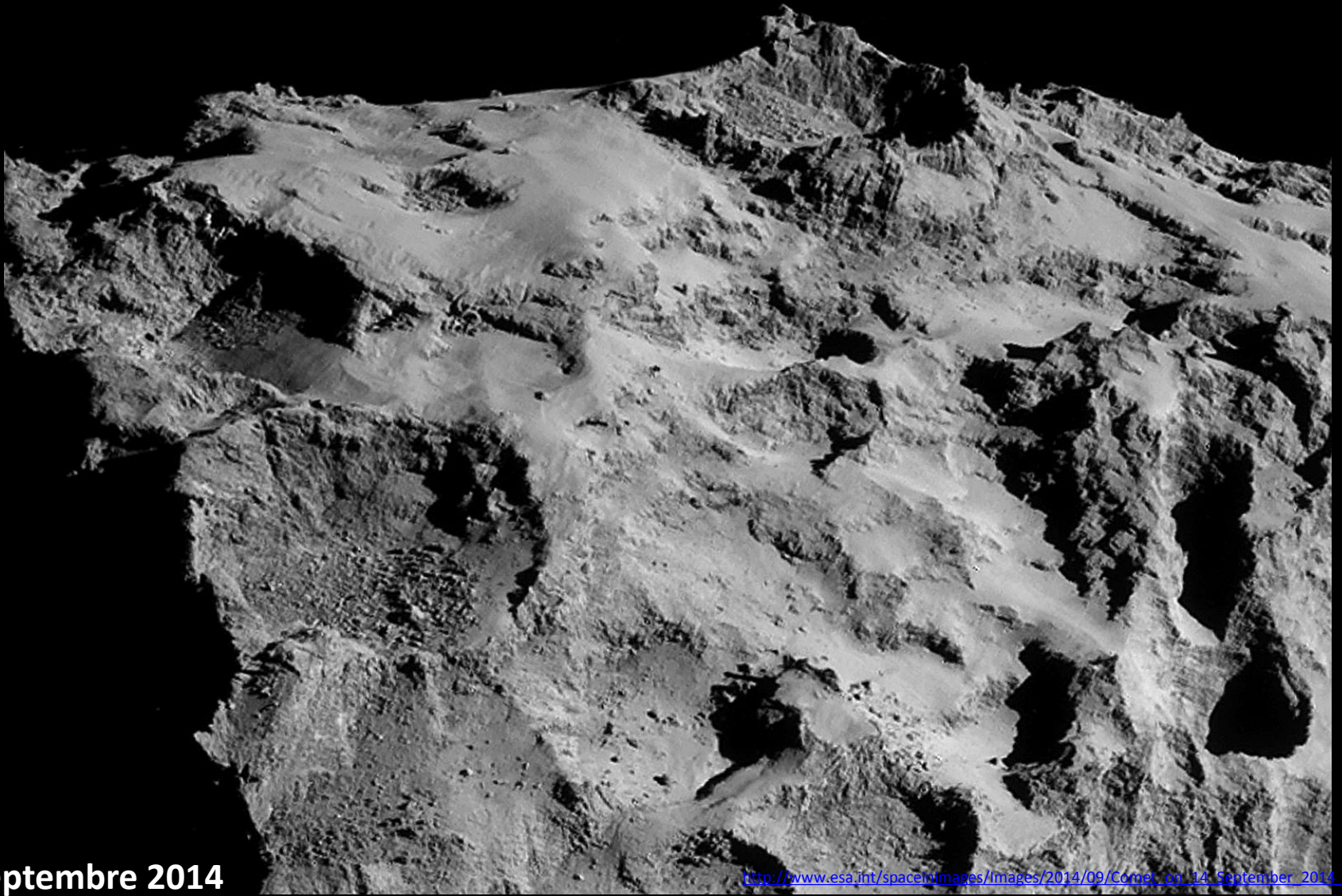
**Deuxième point : il y a  
plein de «cratères»  
à la surface  
de  
Chury**



8 janvier 2015





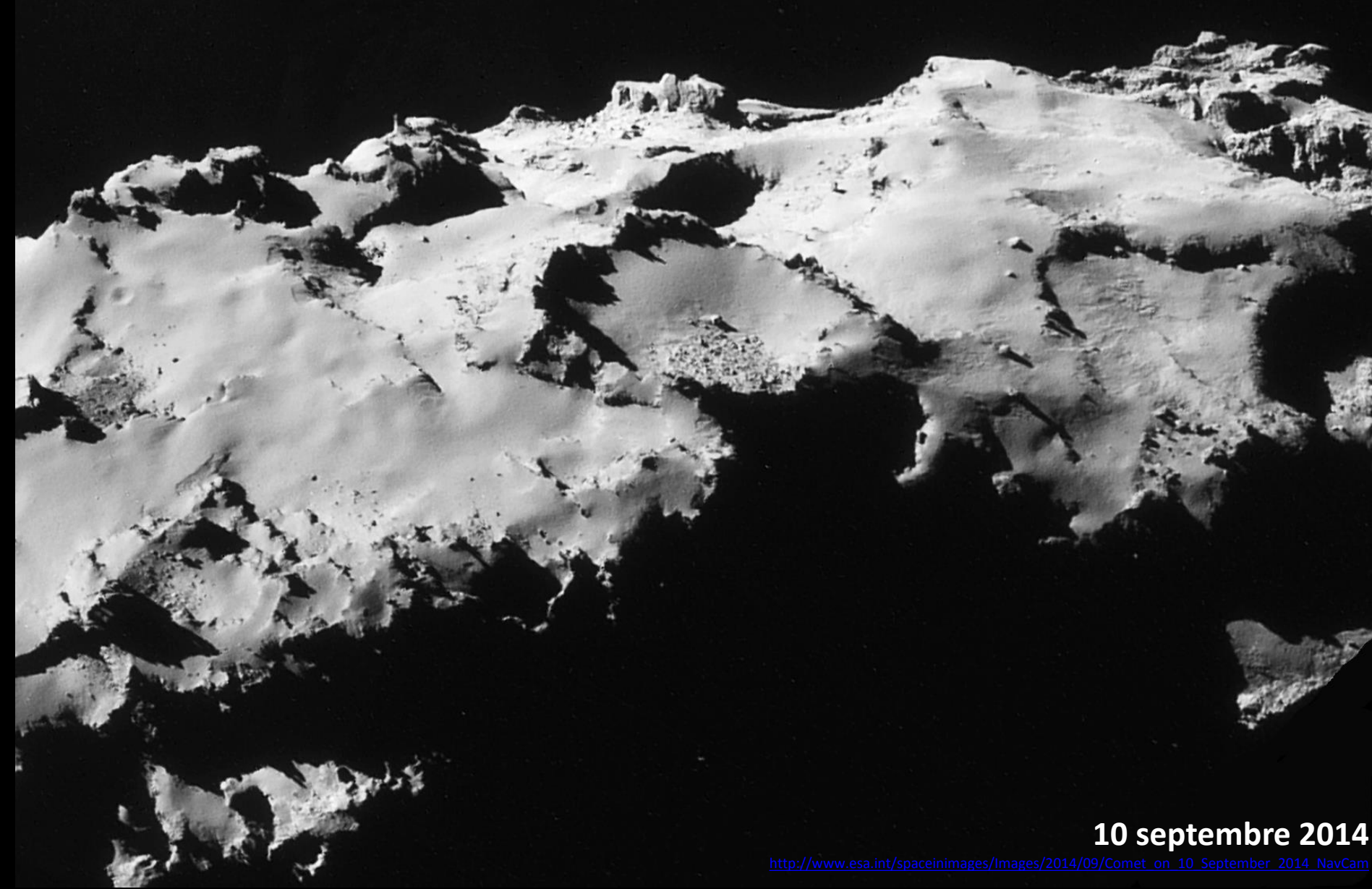


14 septembre 2014

[http://www.esa.int/spaceimages/Images/2014/09/Ceres\\_01\\_14\\_September\\_2014\\_-\\_NavCam](http://www.esa.int/spaceimages/Images/2014/09/Ceres_01_14_September_2014_-_NavCam)

**Des dépressions qui, vues de loin, ressemblent à des cratères de météorites, mais pas du tout vues de près.**





10 septembre 2014

[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/09/Comet\\_on\\_10\\_September\\_2014\\_NavCam](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/09/Comet_on_10_September_2014_NavCam)

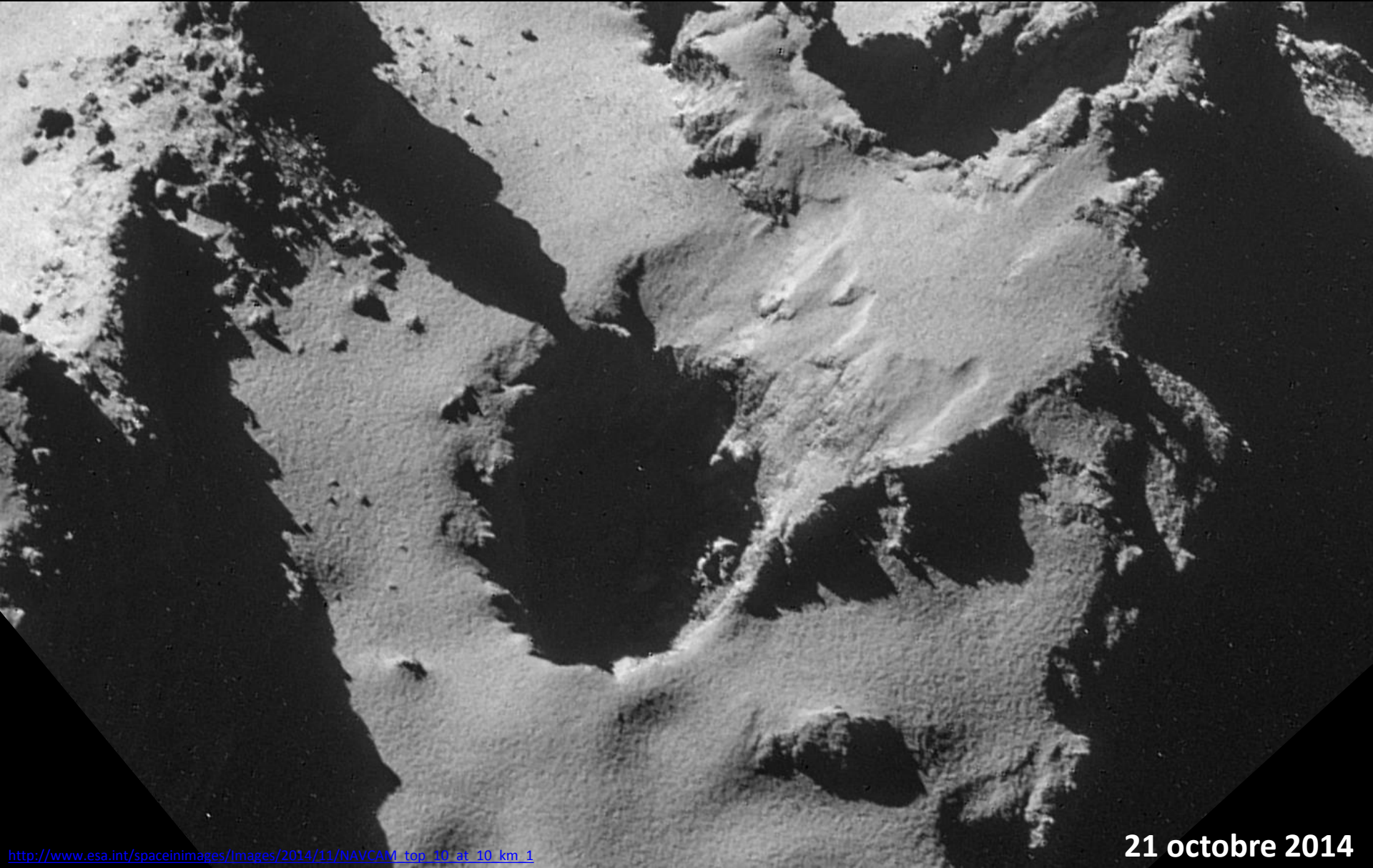
**Des dépressions qui, vues de loin, ressemblent à des cratères de météorites, mais pas du tout vues de près.**



**Regardez moi  
ça ! Au  
premier plan,  
un fragment  
du petit lobe.  
Au 2eme  
plan, le flanc  
du grand  
lobe, avec des  
cratères sans  
doute dus au  
dégazage.**

25 octobre 2014





21 octobre 2014

[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/11/NAVCAM\\_top\\_10\\_at\\_10\\_km\\_1](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/11/NAVCAM_top_10_at_10_km_1)

**Gros plan sur un « cratère » à paroi quasi verticale,  
sans doute un orifice de dégazage.**





[http://www.esa.int/spaceimages/Images/2015/01/Comet\\_goosebumps](http://www.esa.int/spaceimages/Images/2015/01/Comet_goosebumps)

**Un autre à paroi verticale. Noter la structure de la paroi, dite en « chaire de poule ». Origine de cette structure ?**

**Comme on approche du périhélie, on voit que ce  
sont bien des orifices par où se fait le dégazage,  
ici le 2 janvier 2015.**

**Qu'est ce que ce sera 7 mois plus  
tard, en août, lors du passage  
au périhélie.**

**Mais hélas, on sera  
beaucoup plus loin  
pour avoir des  
Images HR**

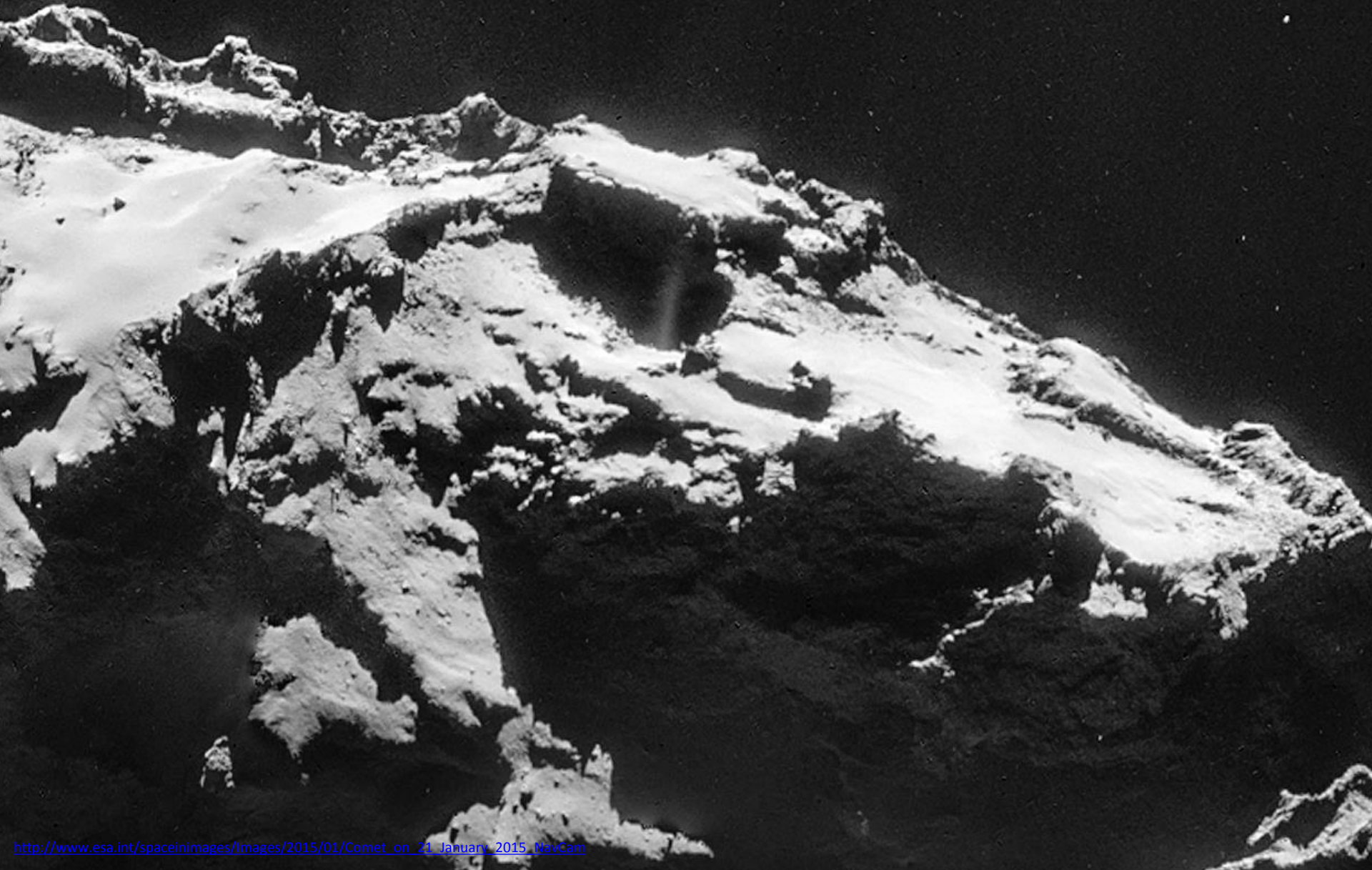


**2 janvier 2015**

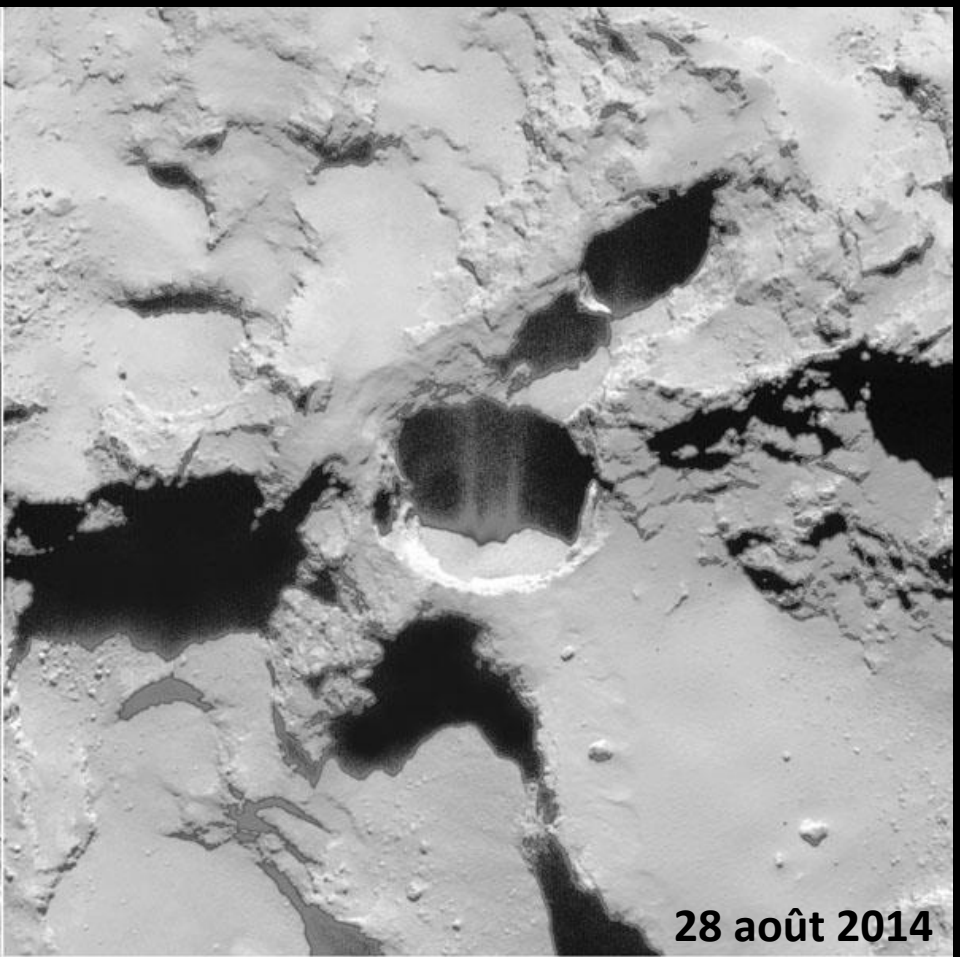
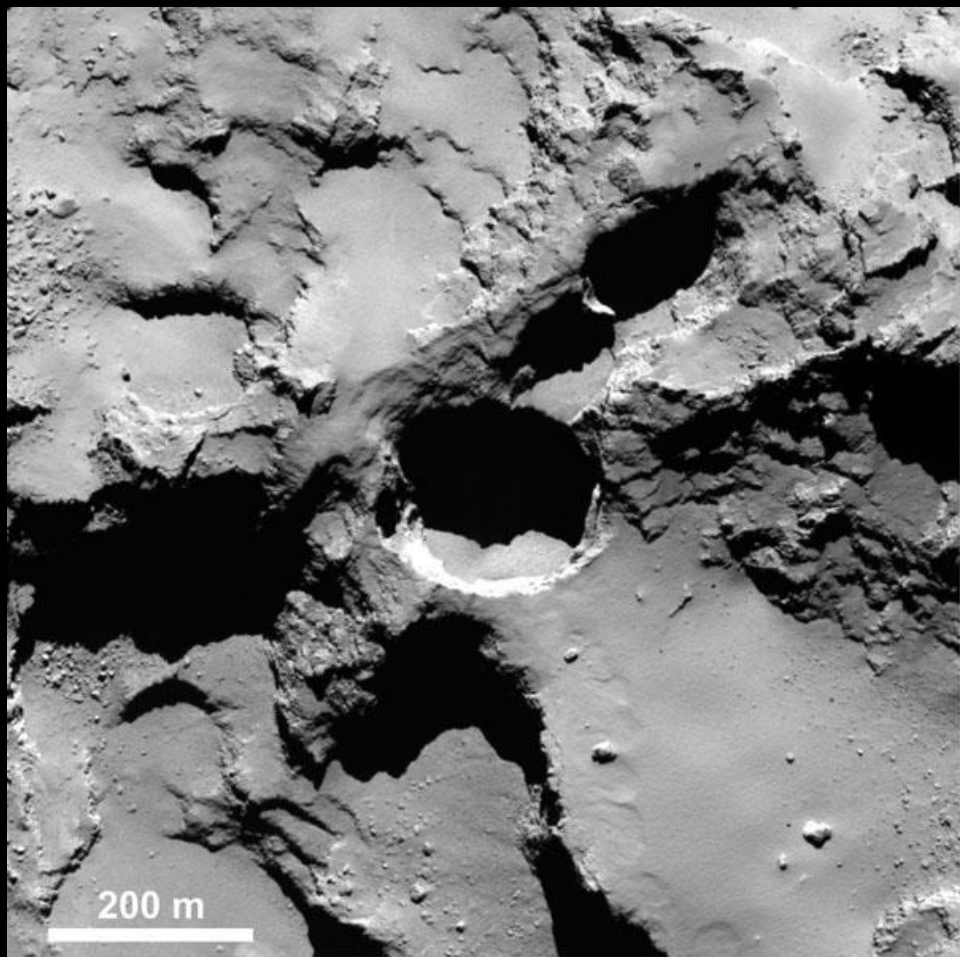


2 janvier 2015

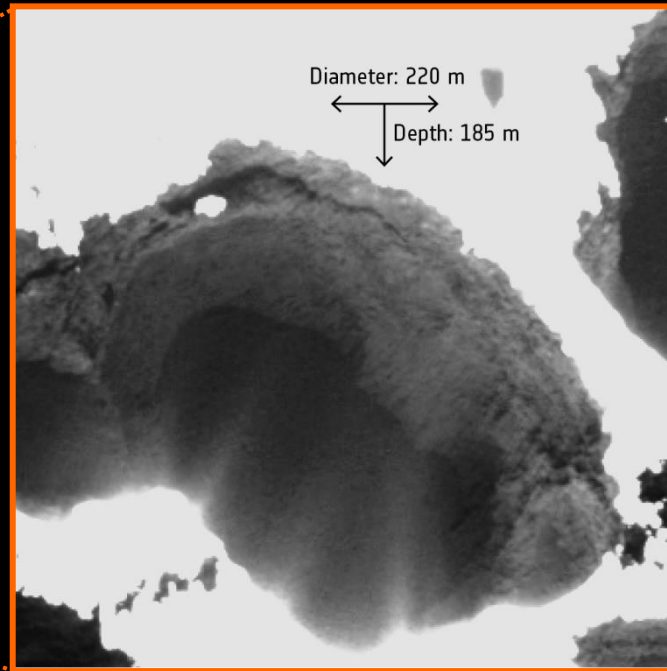
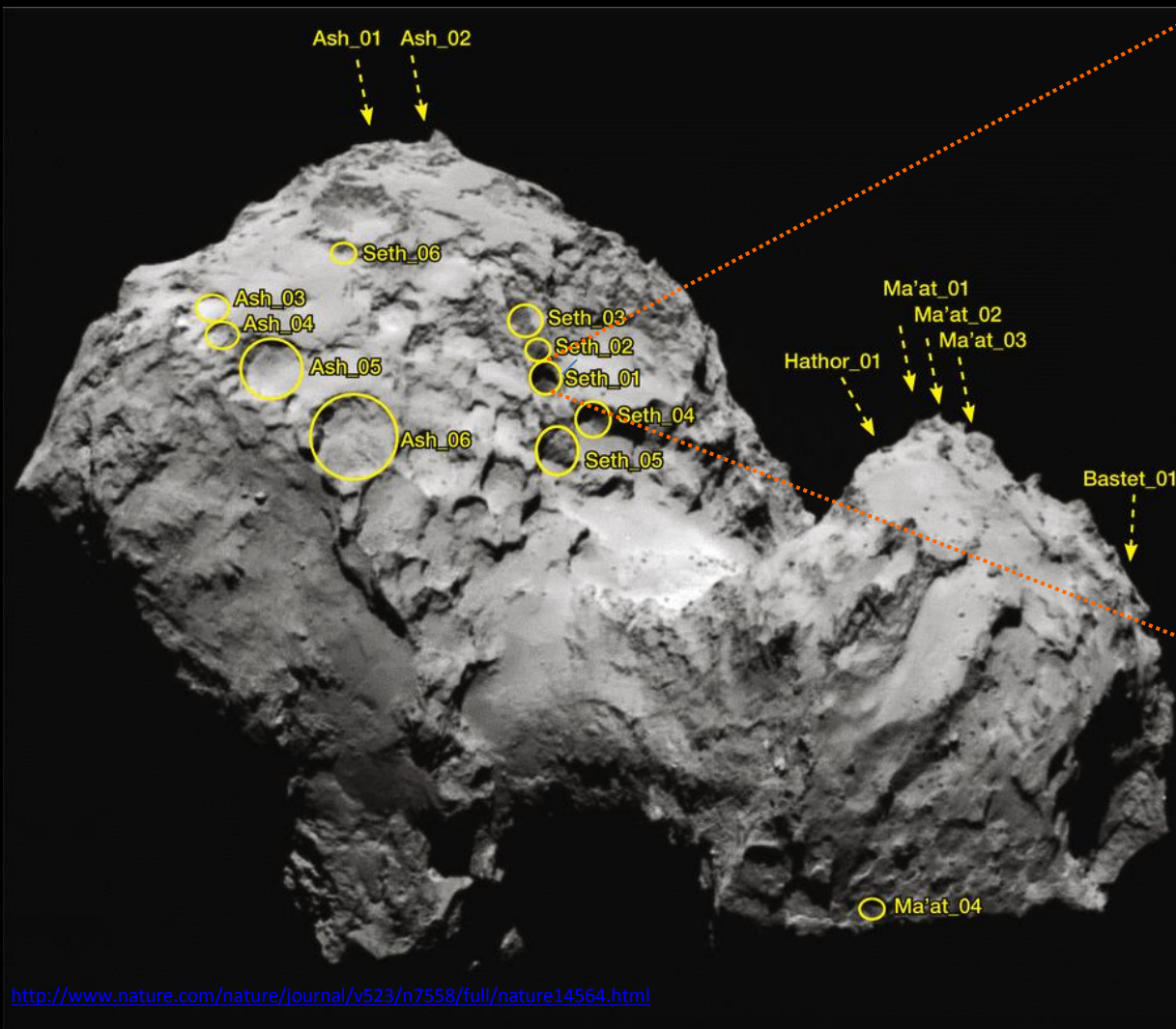
Juste là,  
au milieu.







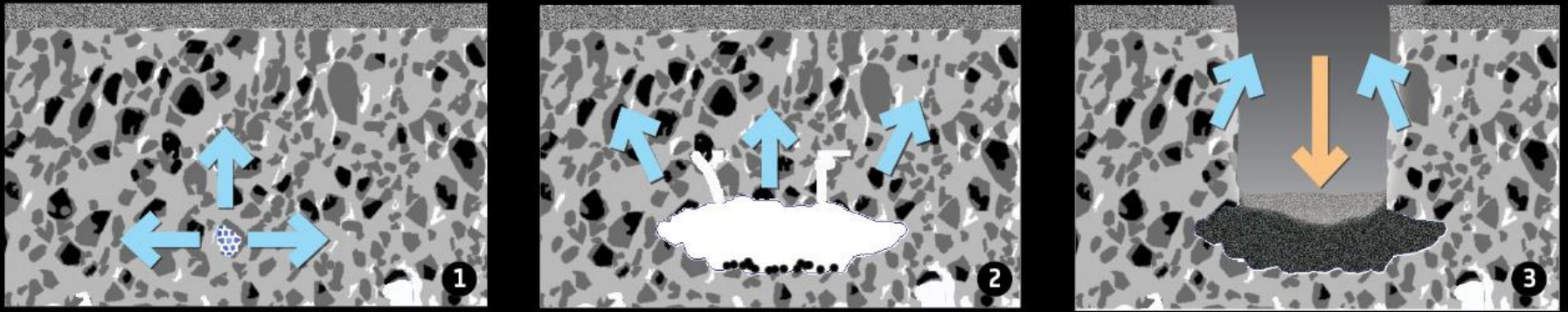
**Mais dès la fin du mois d'août 2014, en « traitant » les images, on voit que ce sont bien des orifices par où se fait le dégazage, ici le 28 août 2014.**



**Le même « puits »  
(Seth 1) le 20  
octobre 2014 vu  
sous un autre  
angle, éclairé  
différemment et  
mis dans son  
contexte.**

**La carte des puits actifs (ou y  
ressemblant fortement) identifiés  
entre août et décembre 2014 et  
publiée dans *Nature* du 2 juillet 2015**

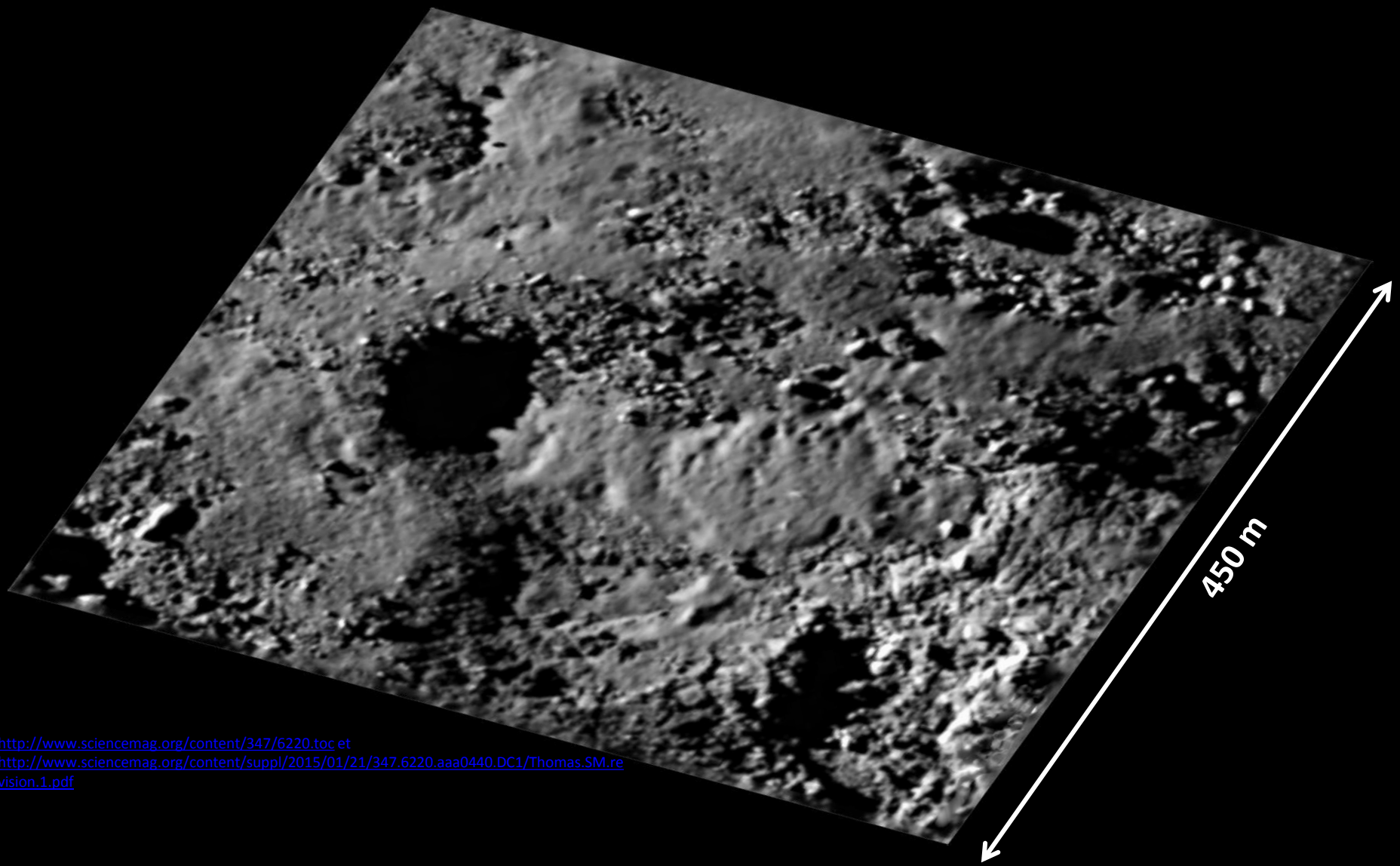
<http://www.nature.com/nature/journal/v523/n7558/full/nature14564.html>



[http://www.esa.int/spaceimages/Images/2015/07/Comet\\_pit\\_formation](http://www.esa.int/spaceimages/Images/2015/07/Comet_pit_formation)

**Une proposition quant à genèse des puits de Chury.**  
**(1) Une “croute” poussiéreuse recouvre un mélange glace + poussière. La chaleur entraîne la sublimation de la glace (flèche bleu) formant une cavité [“poche “ blanche, (2)]. Quand le toit de cette cavité est trop mince, il s’effondre [flèche orange, (3)] , ce qui forme un puits. Les parois du puits, non protégées par la croûte, continuent à se sublimer (flèche bleu). Les observations au périhélie confirmeront-elles ce modèle ?**





450 m

<http://www.sciencemag.org/content/347/6220.toc> et  
<http://www.sciencemag.org/content/suppl/2015/01/21/347.6220.aaa0440.DC1/Thomas.SM.revision.1.pdf>

**Et dans le domaine de l'invraisemblable, que pensez-vous de ça, qui semble sortir d'une dépression ?**

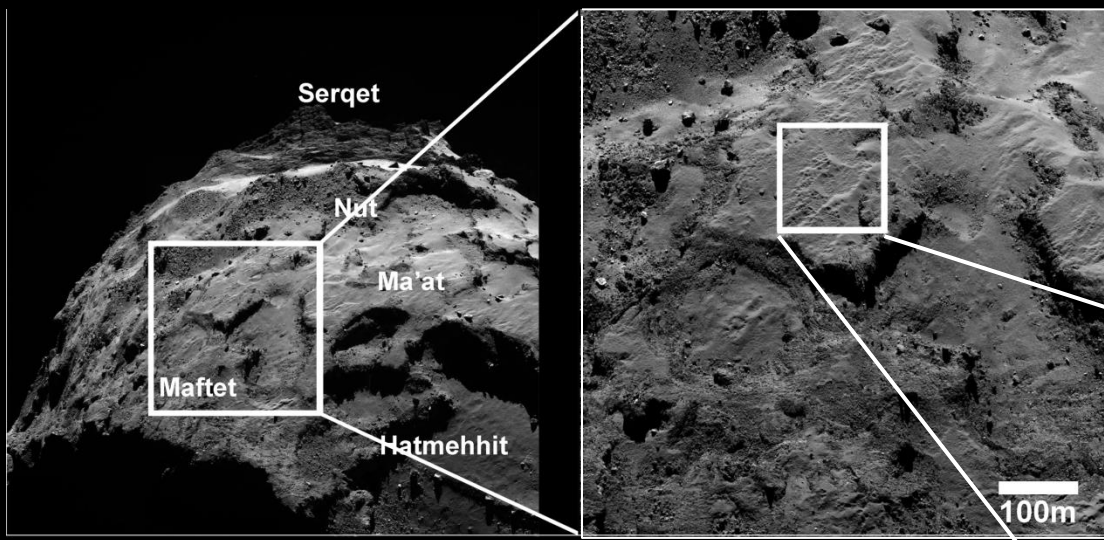


450 m

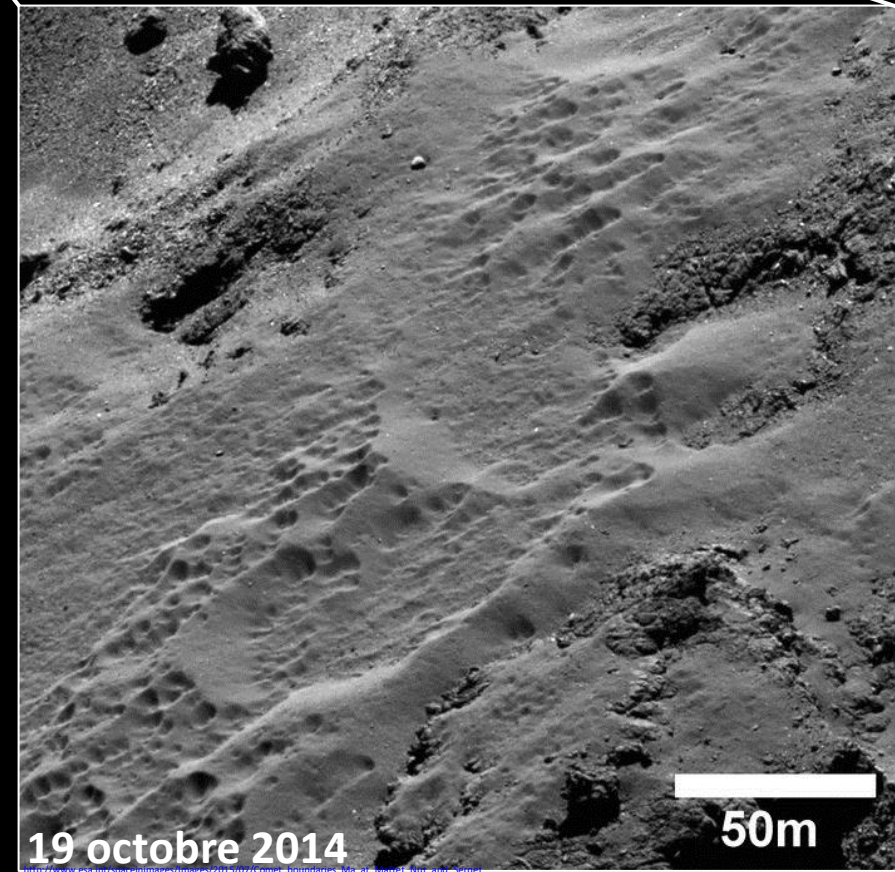
<http://www.sciencemag.org/content/347/6220.toc> et  
<http://www.sciencemag.org/content/suppl/2015/01/21/347.6220.aaa0440.DC1/Thomas.SM.revision.1.pdf>

**Nicolas Thomas (un homonyme) dit dans son article de Science 23, janvier 2015 : « We see evidence of a flow in the Maftet region. This supports the concept of sub-surface fluidization mechanisms ».**

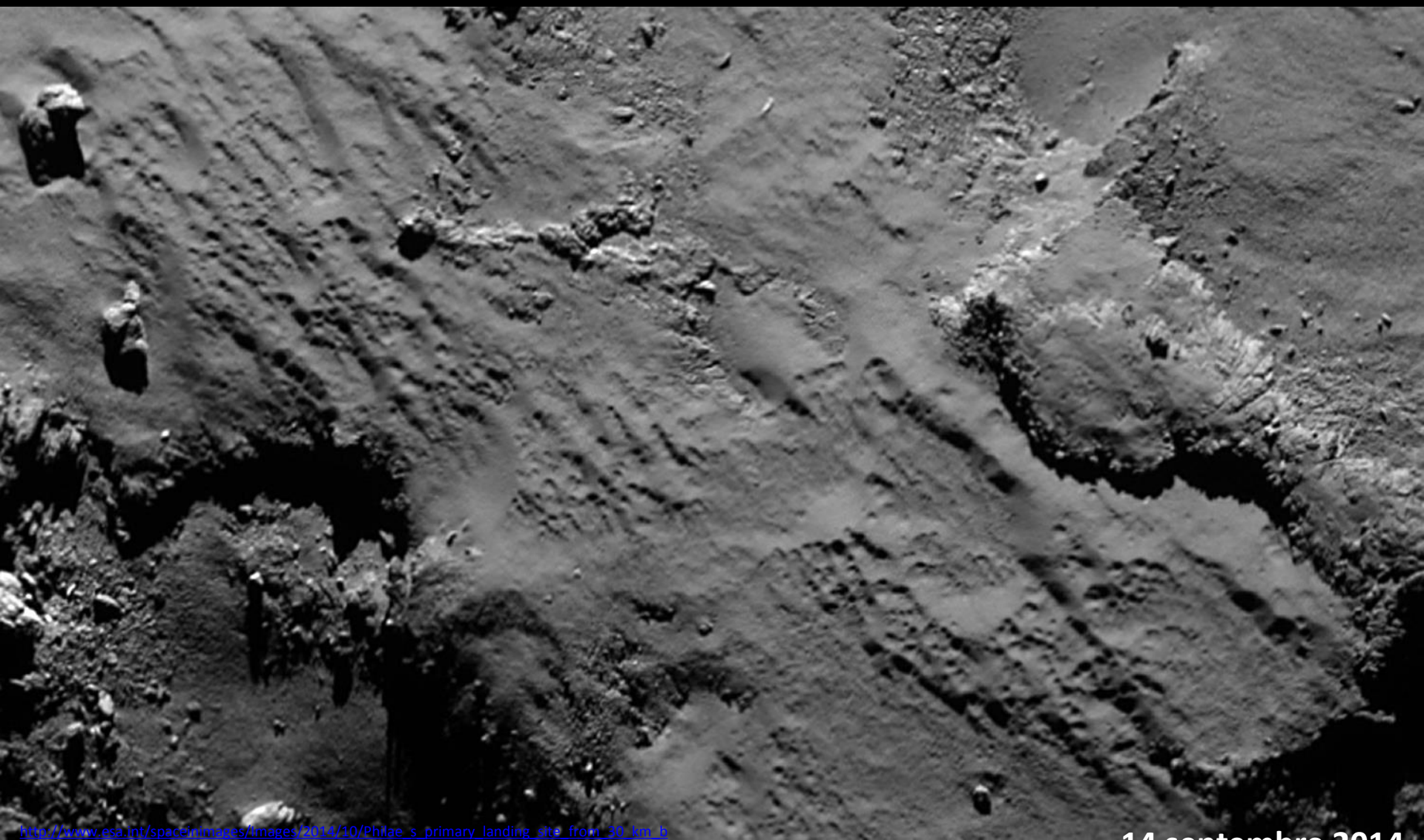




**Et en plus de ces « puits ordinaires », et de ce puits d'où serait sortie une coulée, voici des micro-dépressions, comme si il y avait eu un bombardement, ou plein de sorties de micro-jets de vapeur, ou plein de cavités ponctuelles de soutirage ...**







[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/10/Philae\\_s\\_primary\\_landing\\_site\\_from\\_30\\_km\\_b](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/10/Philae_s_primary_landing_site_from_30_km_b)

14 septembre 2014

**Gros plan centré sur une autre surface perforée, comme si il y avait eu un bombardement, ou plein de sorties de micro-jets de vapeur, ou plein de cavités ponctuelles de soutirage.**



<http://ostfront.forumpro.fr/t1549-karl-morser-600-cm-rt-540-cm-gerat-2012>

**Trois comparaisons pour réfléchir : un champ de bataille de la 2eme guerre mondiale, ...**



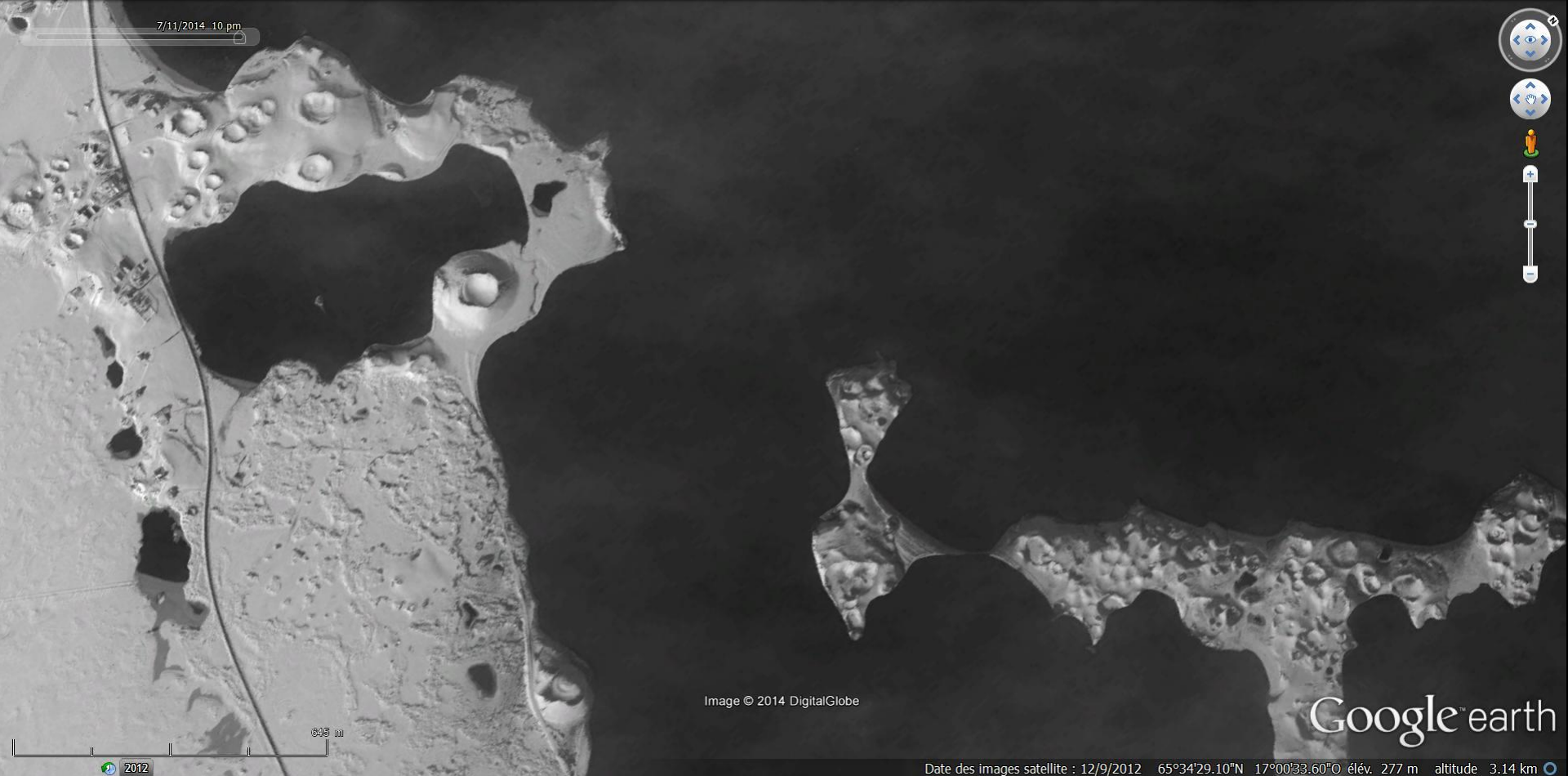


Image © 2014 DigitalGlobe

Google™ earth

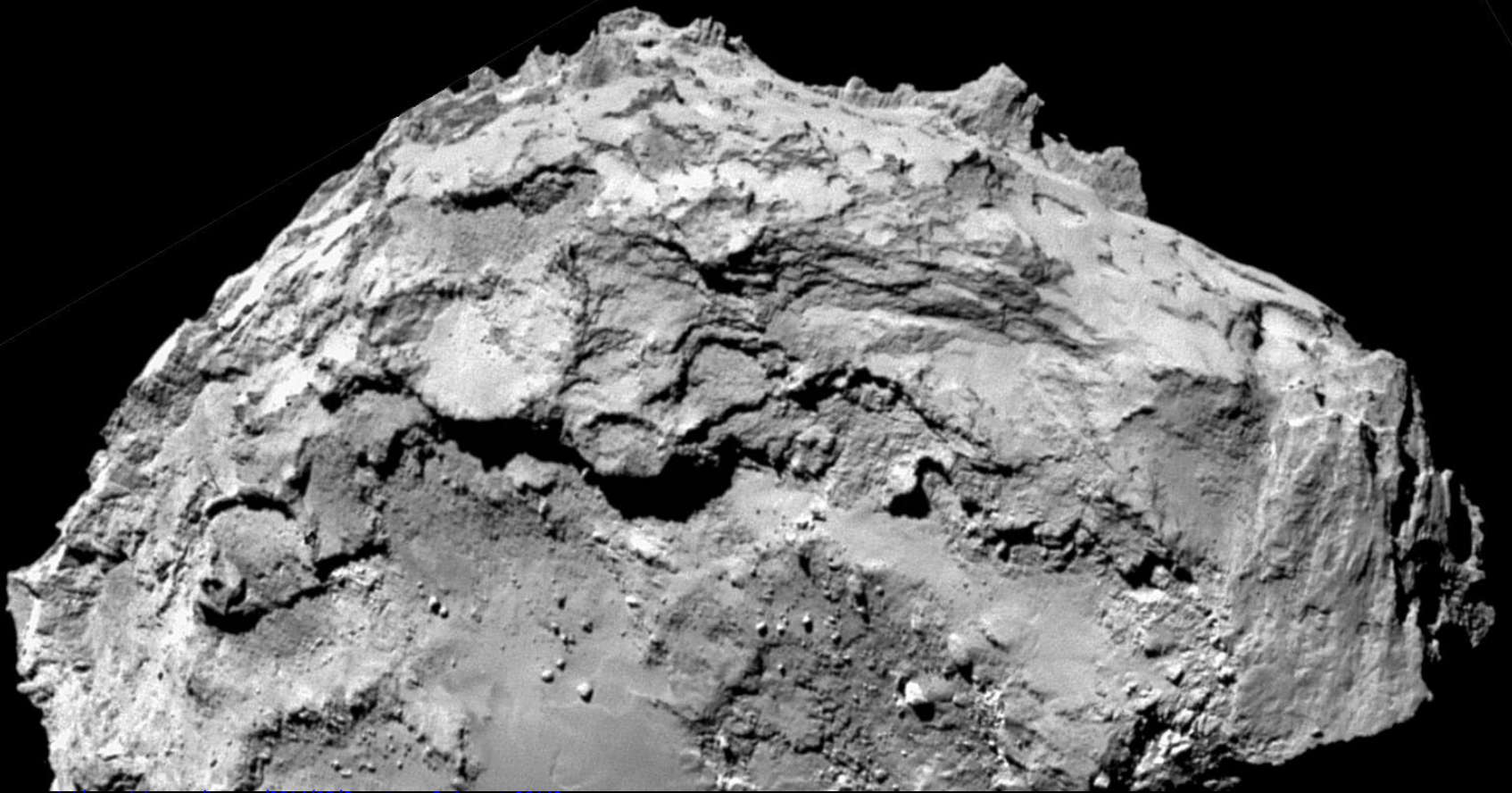
Date des images satellite : 12/9/2012 65°34'29.10"N 17°00'33.60"O élev. 277 m altitude 3.14 km

**... ou des « rootless cones » engendrés par des jets de vapeurs crevant une croûte solide comme ça c'est produit ici en Islande quand une coulée de lave à progressé sur un marécage et en a fait bouillir l'eau, sous-elle.**





**Une analogie plus « sérieuse » : des puits (de sublimation ?) perforant la couche de glace d'azote sur Pluton. Mais quelle différence d'échelle !**



[http://www.esa.int/Spaceimages/Images/2014/08/Comet\\_on\\_3\\_August\\_20142](http://www.esa.int/Spaceimages/Images/2014/08/Comet_on_3_August_20142)

**Troisième point.** Après, les « cratères » et autres « trous », les pinacles. La surface de Chury est très découpée, avec des pics, des « tourelles », des « pinacles ». Ca se voit particulièrement sur les bords.



Et encore de  
beaux  
pinacles ...



26 octobre 2014

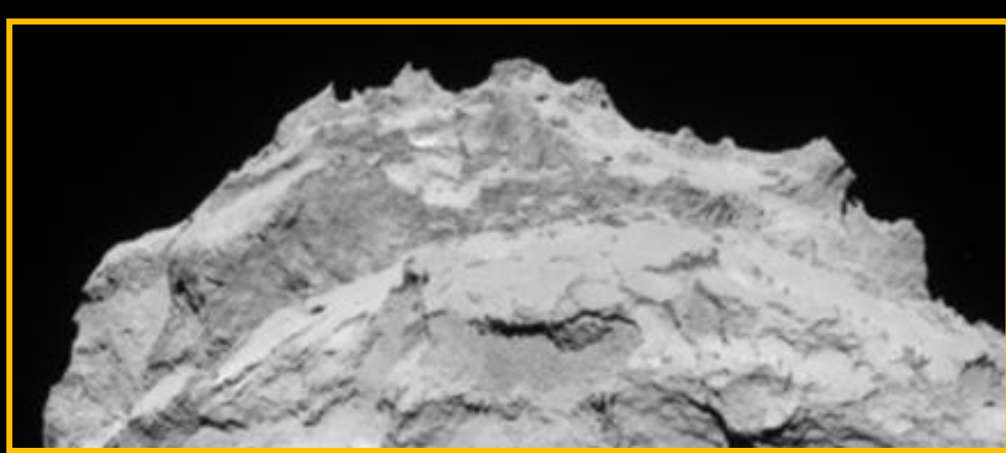
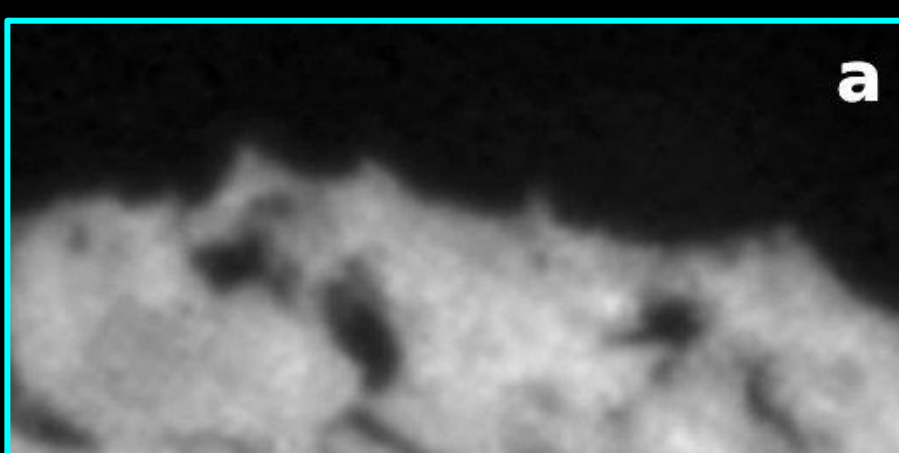
[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/11/ISSCM\\_top\\_10\\_at\\_10\\_km\\_8](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/11/ISSCM_top_10_at_10_km_8)



**... de bien  
beaux  
« pinacles »**



**28 octobre 2014**



**On connaissait déjà ça sur  
une autre comète : Wild 2**  
**Détails du bord de**  
**Wild 2 (a gauche) et de**  
**67P/Churyumov-**  
**Gerasimenko (à droite).**  
**Ca vous fait penser à quoi ?**  
**On dirait des pénitents.**





<http://index.nicholsan.org/2013/01/snow-and-ice-penitentes/>

**Mini équivalents terrestres dans les Andes.**





**Sur Terre, des structures (qui y ressemblent, mais en beaucoup plus petit) sont appelées « pénitents ». Ces pénitents sont obtenues par sublimation de la glace à basse pression (soleil intense et  $T \approx 0^{\circ}\text{C}$  à très haute altitude).**



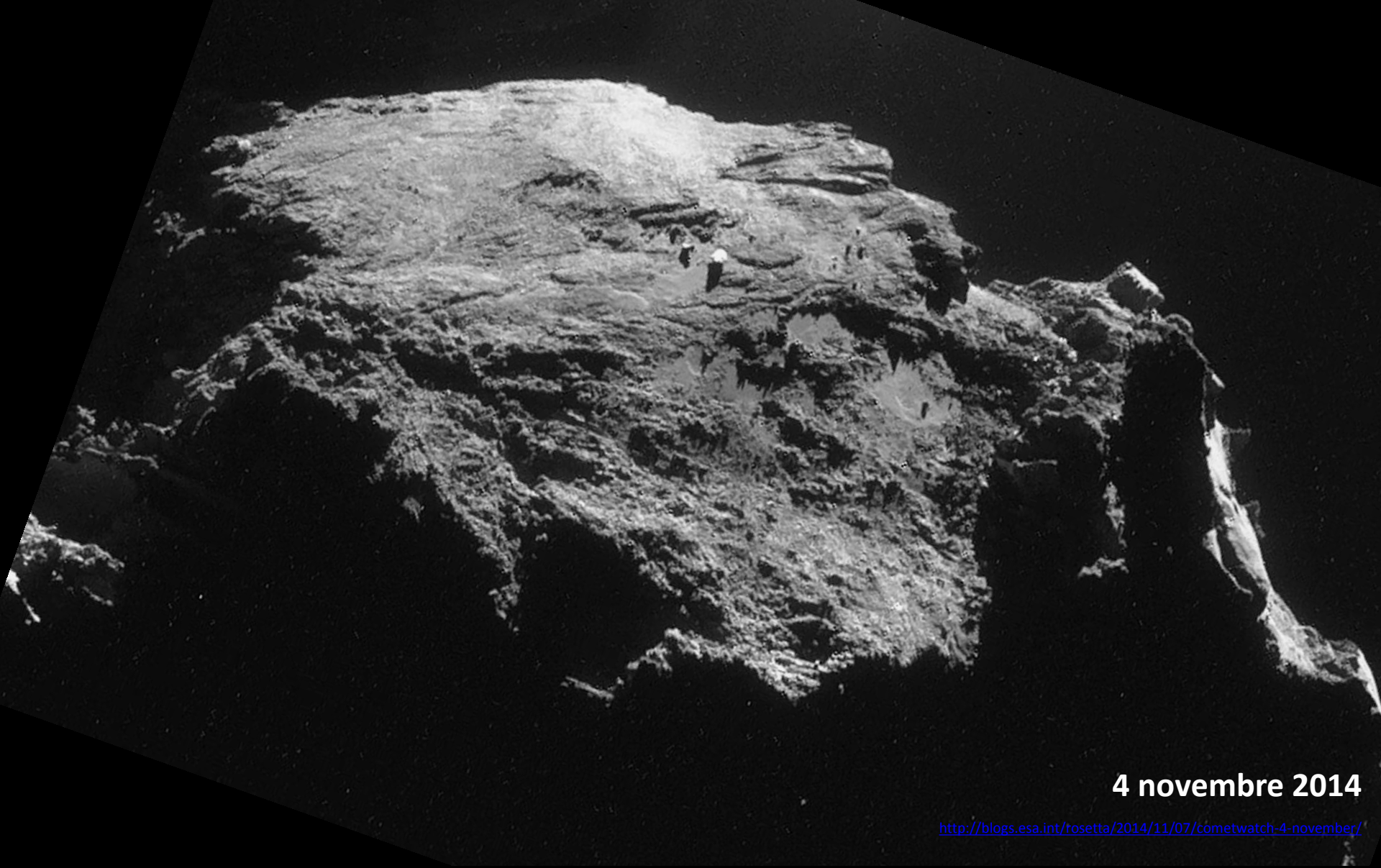
4 novembre 2014

<http://blogs.esa.int/rosetta/2014/11/07/cometwatch-4-november/>

**Quatrième point.**

**De plus en plus étrange. Regardons le « haut » du petit lobe, photographié ici le 4 novembre 2014**



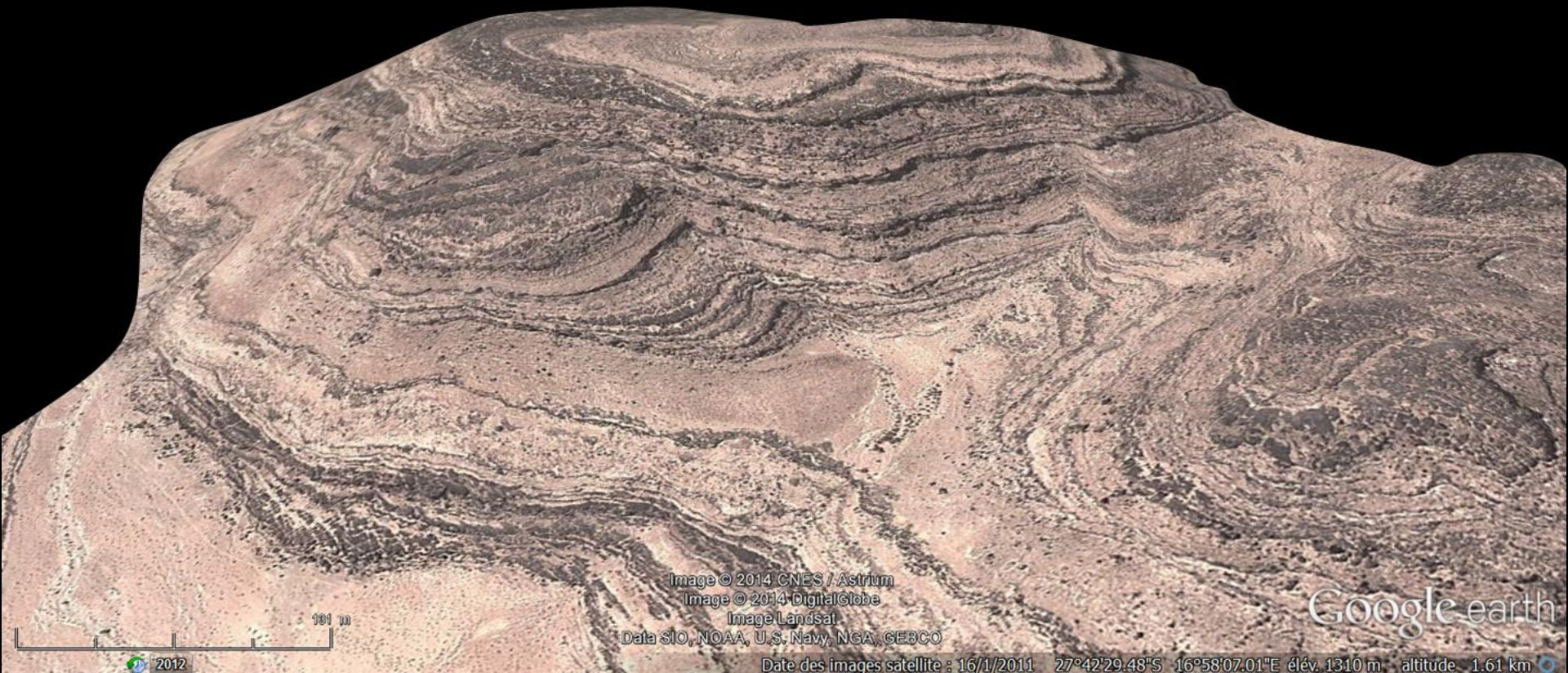


4 novembre 2014

<http://blogs.esa.int/rosetta/2014/11/07/cometwatch-4-november/>

**Je rêve ou le « plateau sommital » est constitué de couches « horizontales » ?**





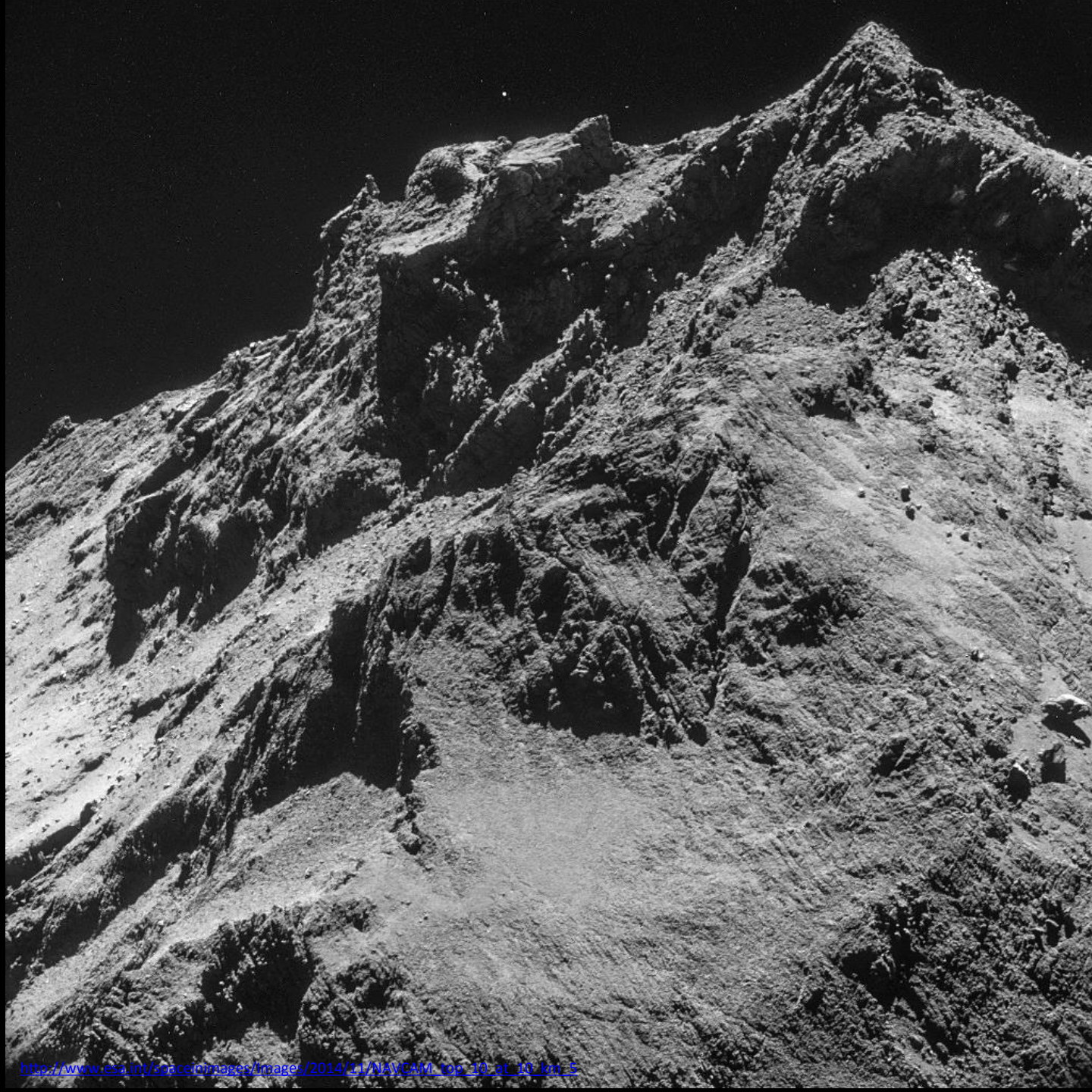
**Moi, je trouve que ça ressemble un peu à des couches, ce qui ne veut pas dire que ce soit la même chose.**





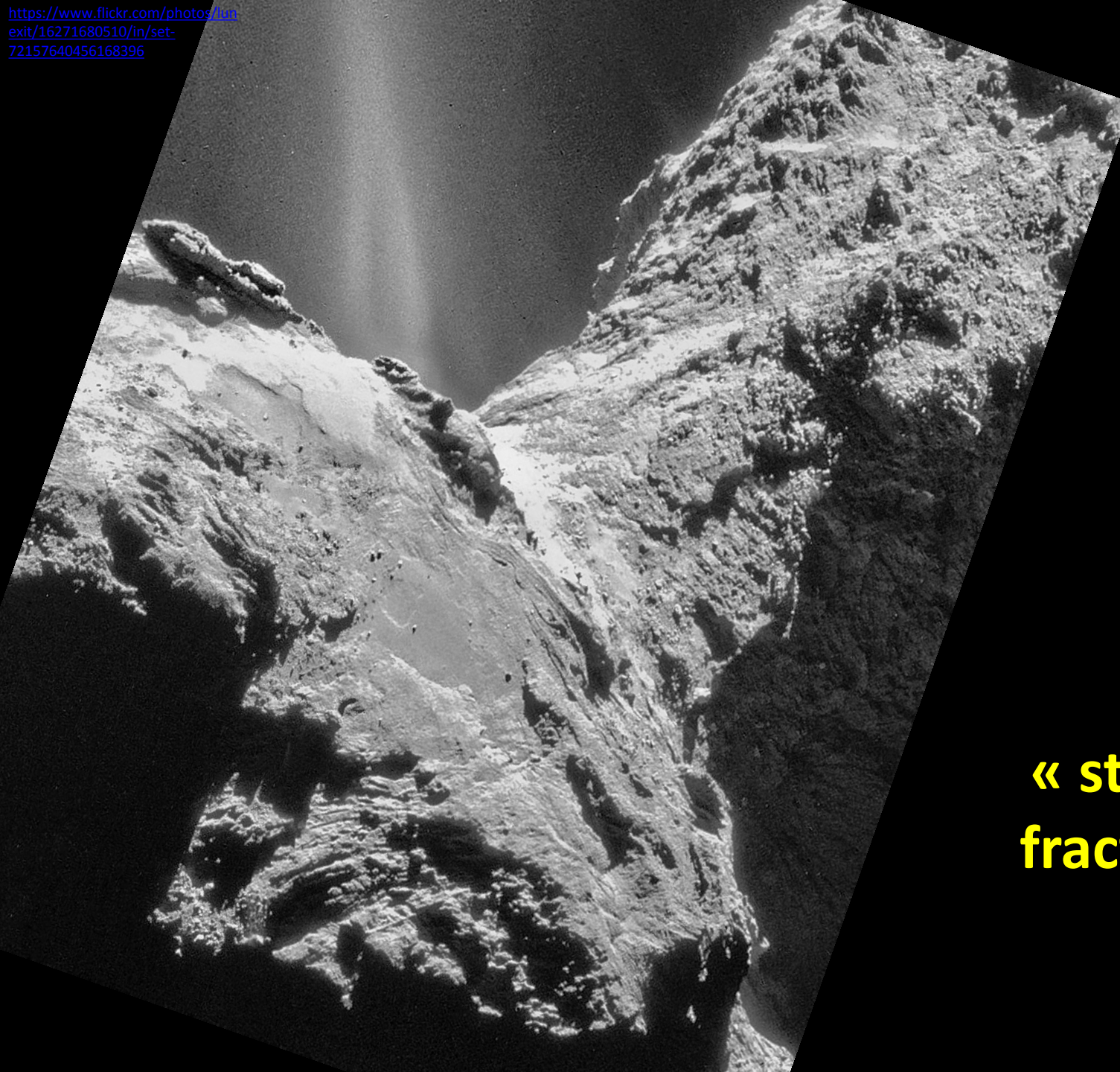
**Ces couches, bien terrestres, sont quelque part dans le désert de Namibie.**





**Et ça, ça  
ressemble  
beaucoup  
plus à des  
« couches »  
qu'à des  
fractures.  
Mais ...**



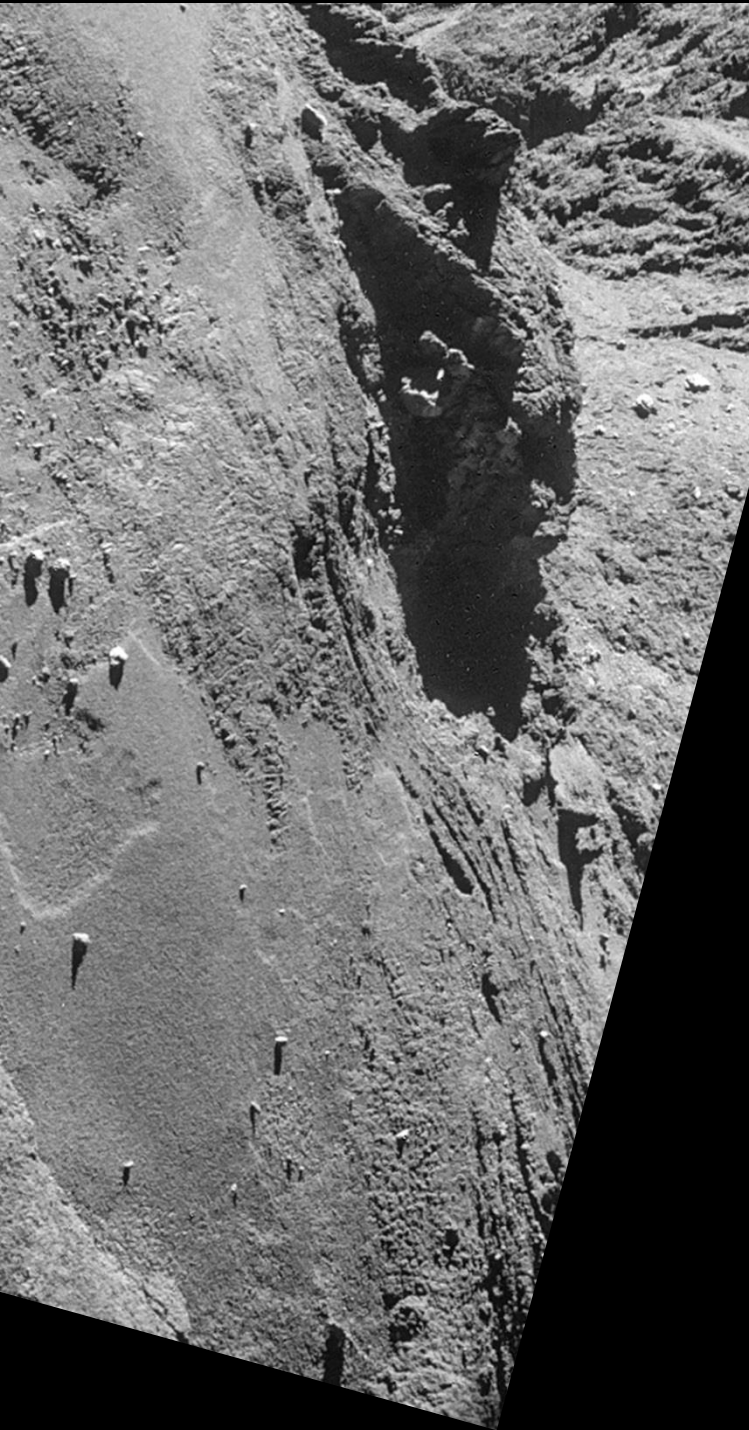


**D'autres  
« strates », ou  
fractures, avec  
plusieurs  
directions.**





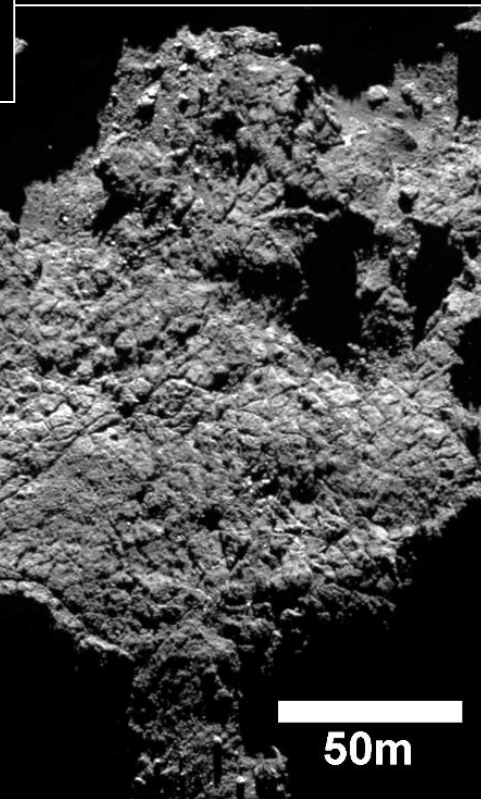
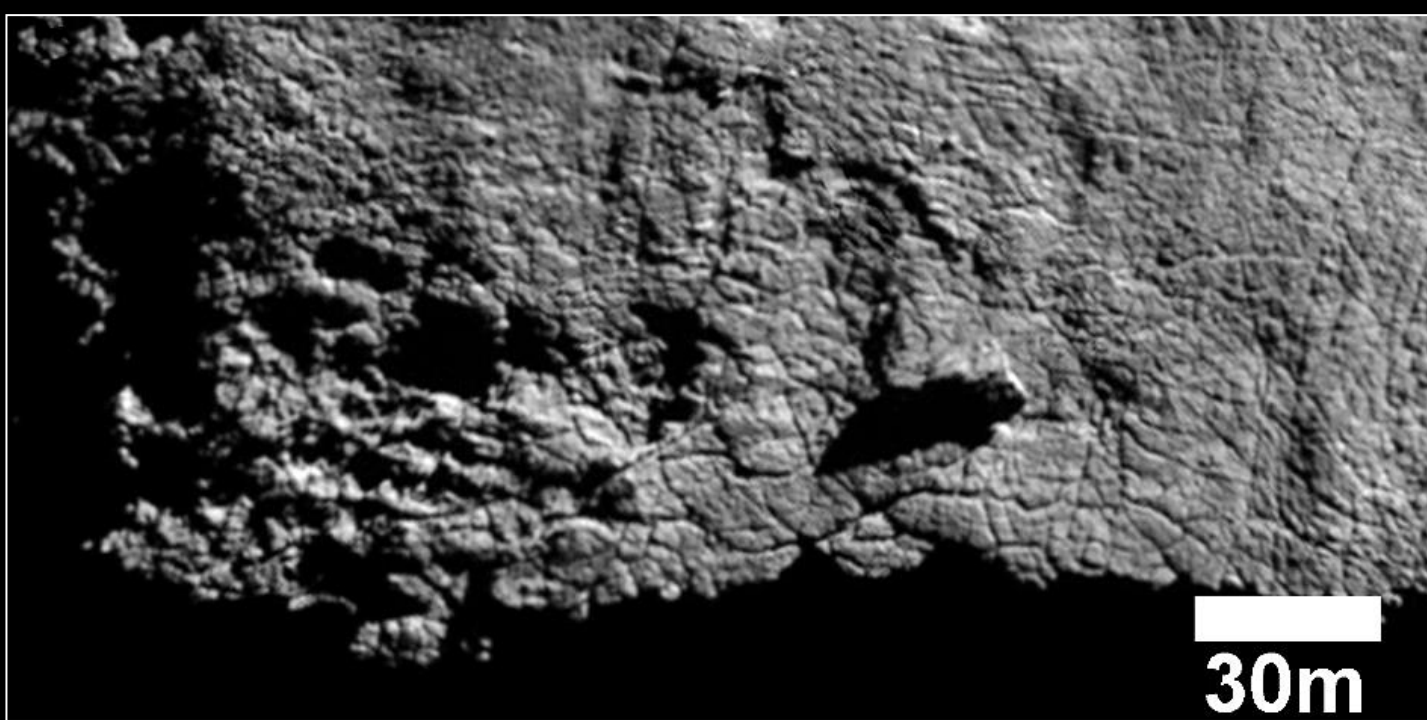




**Moi, je  
trouve que  
ça se  
ressemble !**

**(Bien sur,  
je ne  
prétends  
pas qu'il y  
ait des  
couches  
sédimen-  
taires sur  
Chury)**





<http://www.aanda.org/articles/aa/pdf/forth/aa25723-15.pdf>

**Et les parois « rocheuses »  
ne montrent pas que des  
couches ou des fractures.  
Connaissez vous la peau de  
lézard ? Pour le fun, j'ai  
cherché l'équivalent sur Terre.**





Photographie : Pierre Thomas

**En voila dans la région de Toulon (à 200 m d'une route nationale). Combien de touristes vont passer à côté sans voir ça ?**

**Cinquième  
point : l'action  
de la gravité.**



**8 octobre 2014**

[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/10/Comet\\_on\\_8\\_October\\_NavCam](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/10/Comet_on_8_October_NavCam)

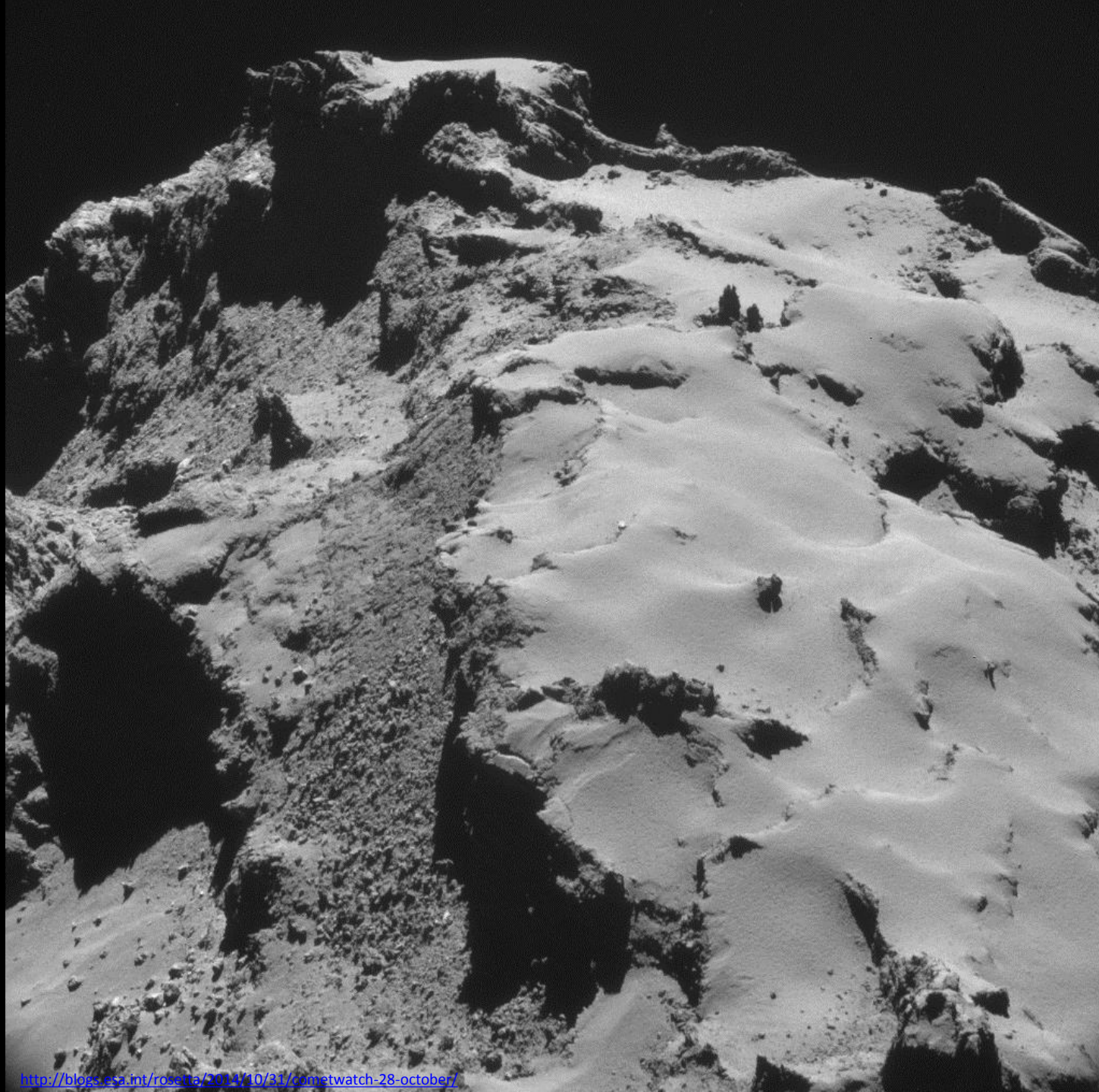
**A gauche, un substratum  
« dur » qui, à droite, semble  
recouvert de « neige » (matériel pulvérulent).**

**La gravité est très faible, entre 1/50 000 et 1/100 000  
de g suivant les endroits. Et malgré ça, cette gravité  
ridicule engendre des « éboulements ». Les matériaux de  
gauche comme de droite ne doivent pas être très solides**



28 octobre 2014

**Passons  
plus  
Près ...**



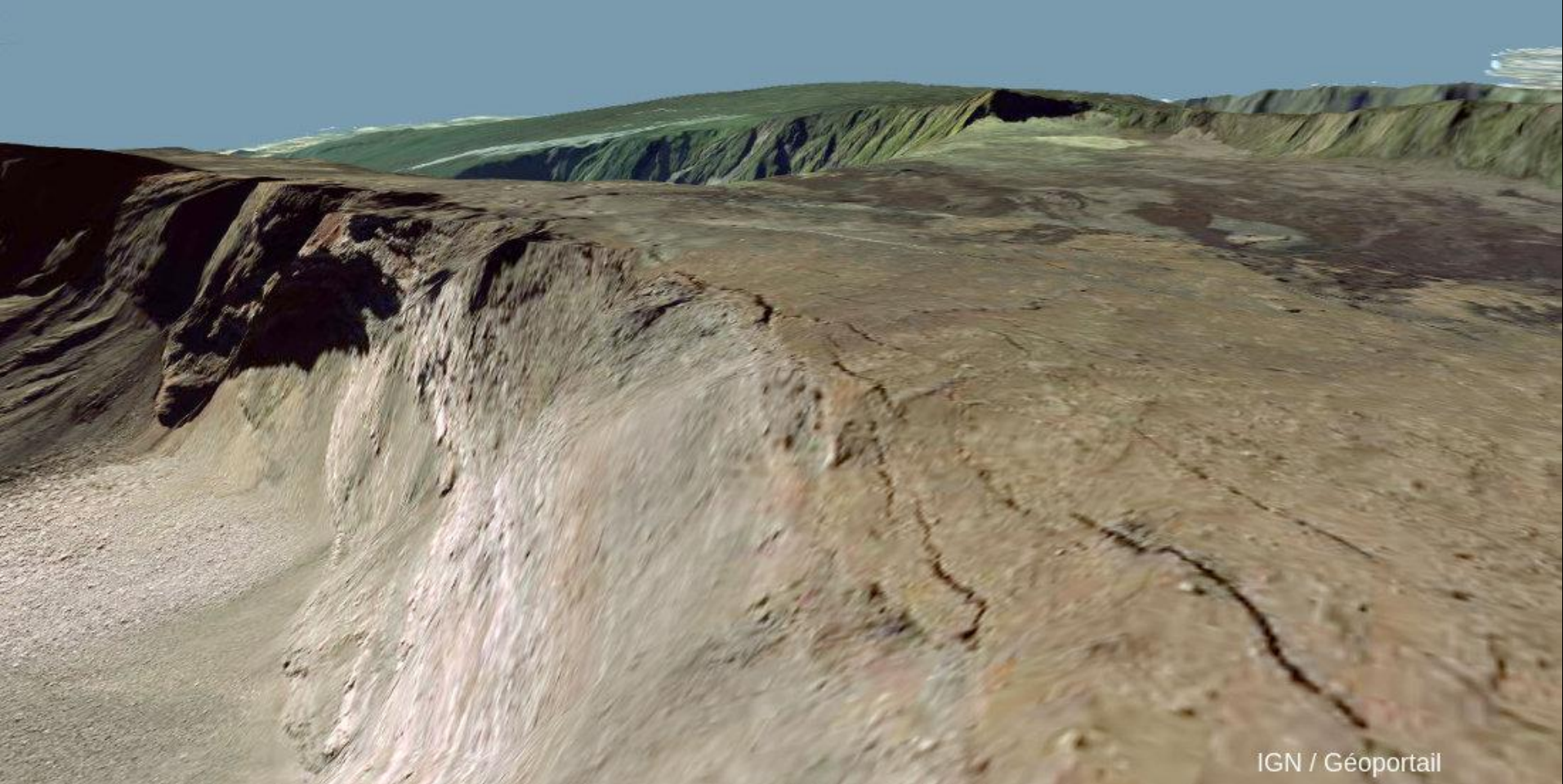




**... et zoomons.  
Un début  
d'effondrement  
avec au pied  
des éboulis.  
Sur un monde à  
gravité quasi  
nulle !  
La « roche »  
doit être fragile,  
ébranlée par des  
explosions ...**

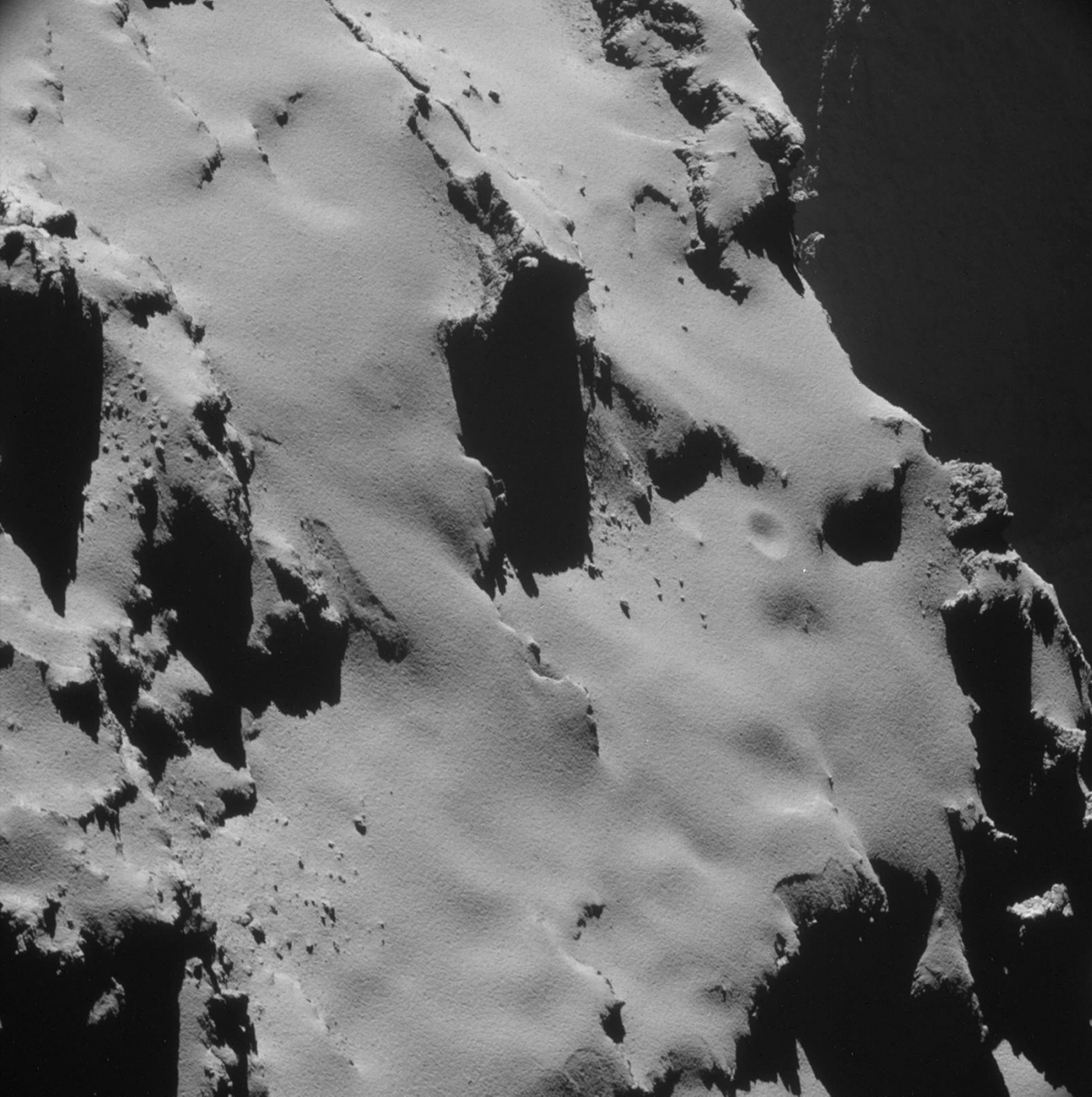
**28 octobre 2014**





IGN / Géoportail

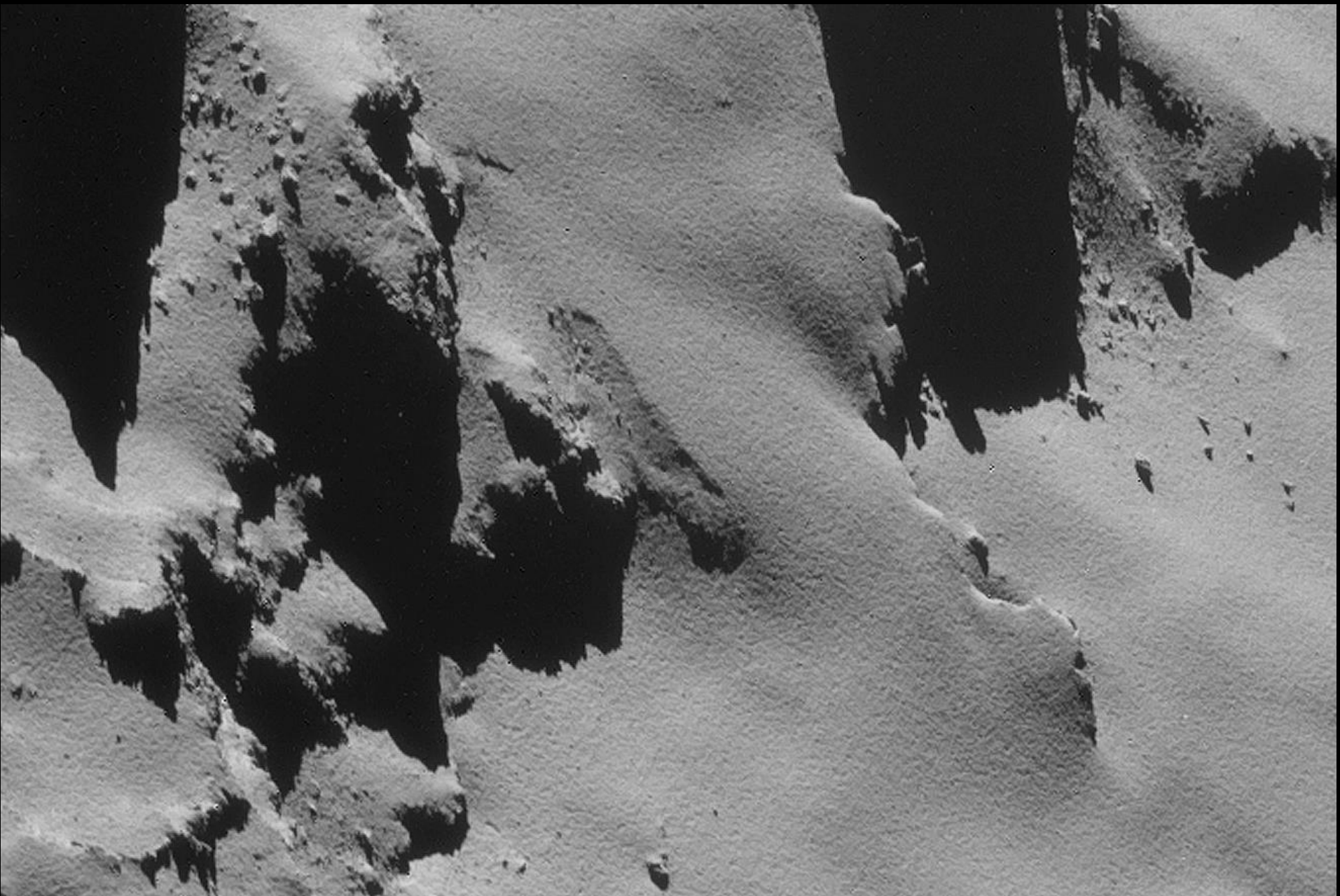
**Une analogie terrestre, là où la gravité est des milliers de fois plus forte**



**Zoom sur le  
secteur  
recouvert  
de matériel  
pulvérulent.  
Au centre  
gauche, une  
avalanche ?**

**28 octobre 2014**





**Une avalanche ? Sur un monde a gravité quasi nulle ?**

<http://blogs.esa.int/rosetta/2014/10/31/cometwatch-28-october/>

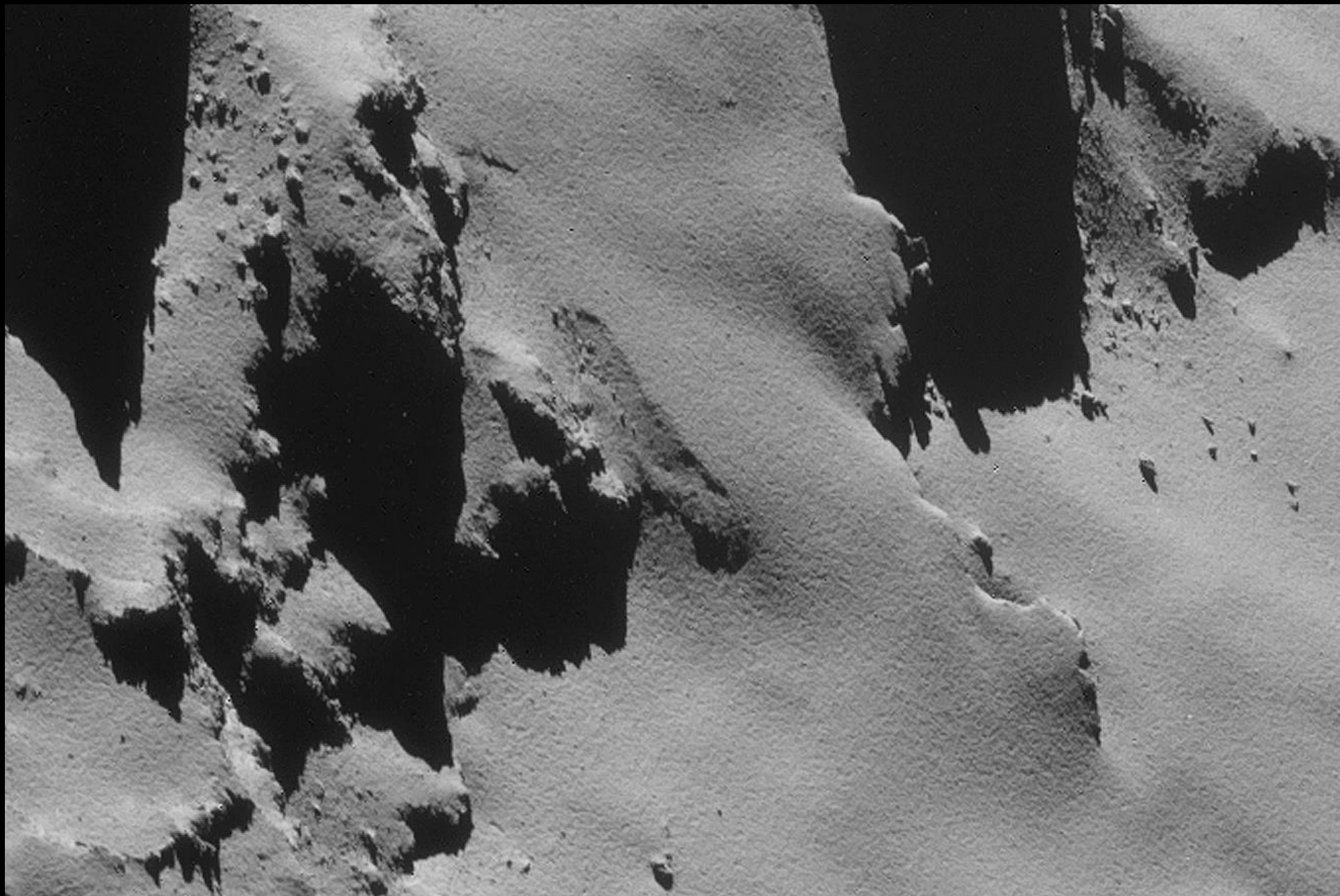
**28 octobre 2014**



[http://www.irma-grenoble.com/photos/diaporama\\_phototheque.php?id\\_photos=1884&theme=3](http://www.irma-grenoble.com/photos/diaporama_phototheque.php?id_photos=1884&theme=3)

**Pour comparaison, une avalanche de neige terrestre**

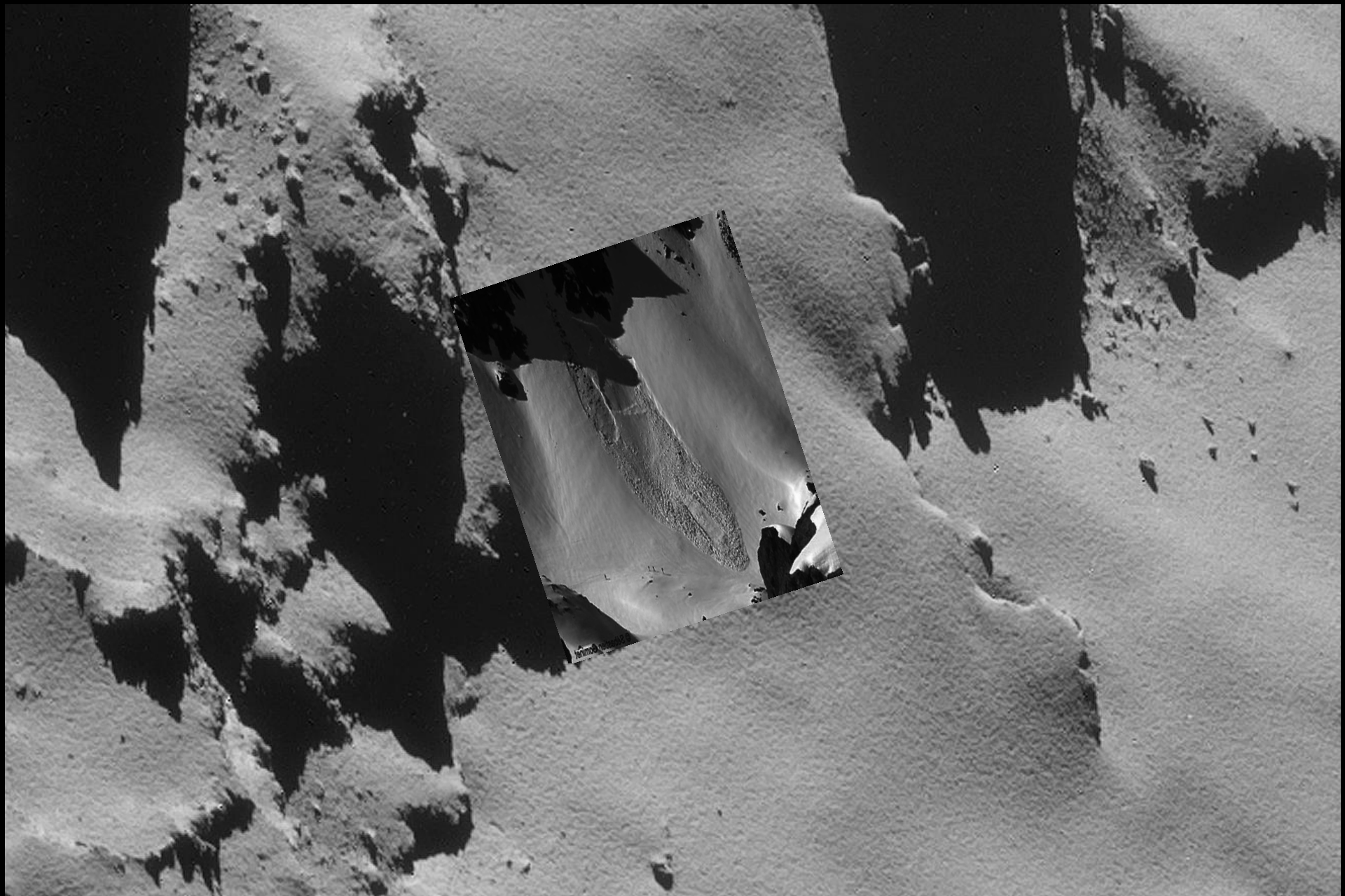




**Une avalanche ? Sur un monde a gravité quasi nulle ?**

<http://blogs.esa.int/rosetta/2014/10/31/cometwatch-28-october/>

28 octobre 2014



**Cette gravité quasi nulle semble avoir une action notable**

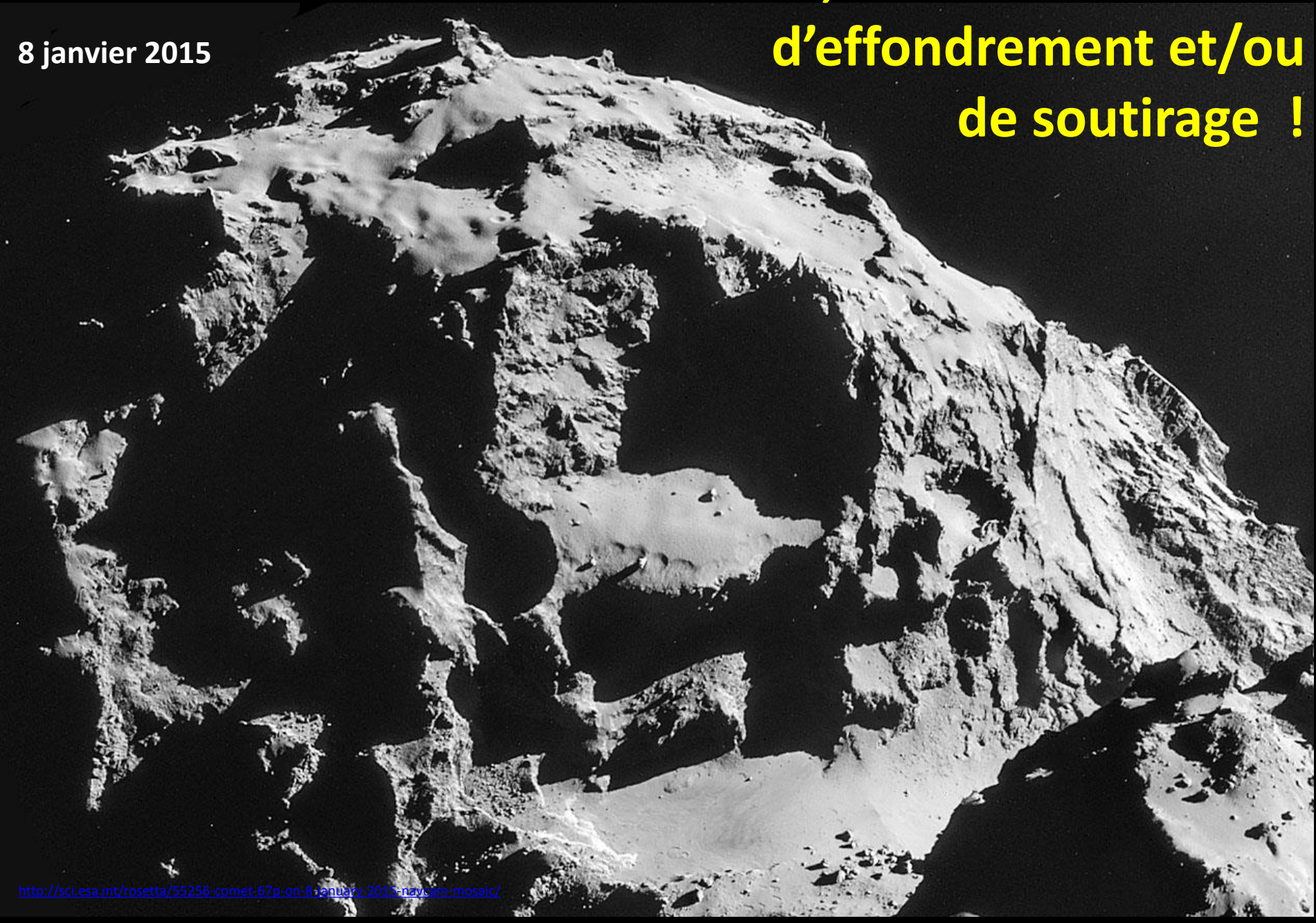
<http://blogs.esa.int/rosetta/2014/10/31/cometwatch-28-october/>

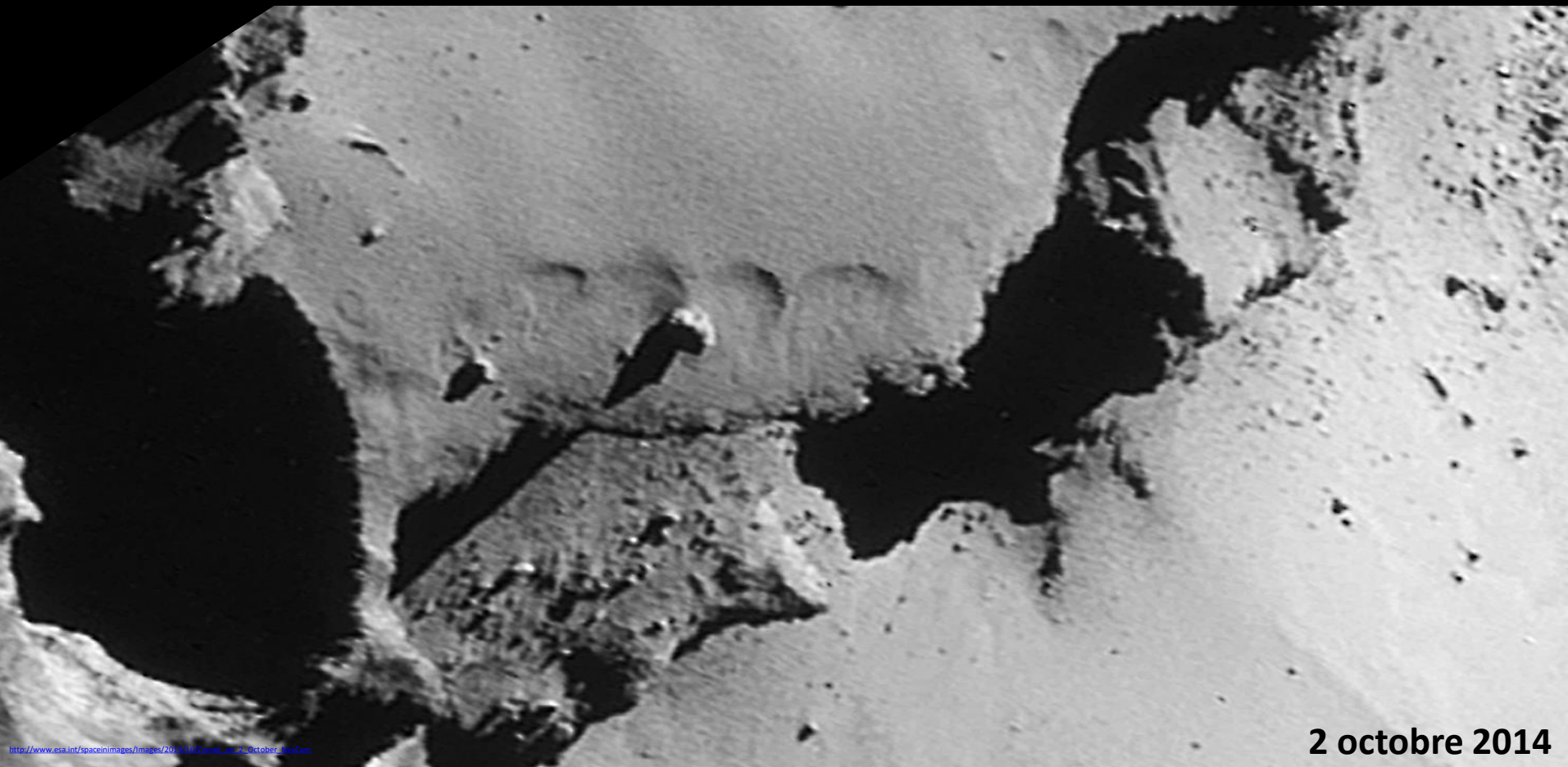
**28 octobre 2014**



**Et là, des « entonnoirs »  
d'effondrement et/ou  
de soutirage !**

8 janvier 2015

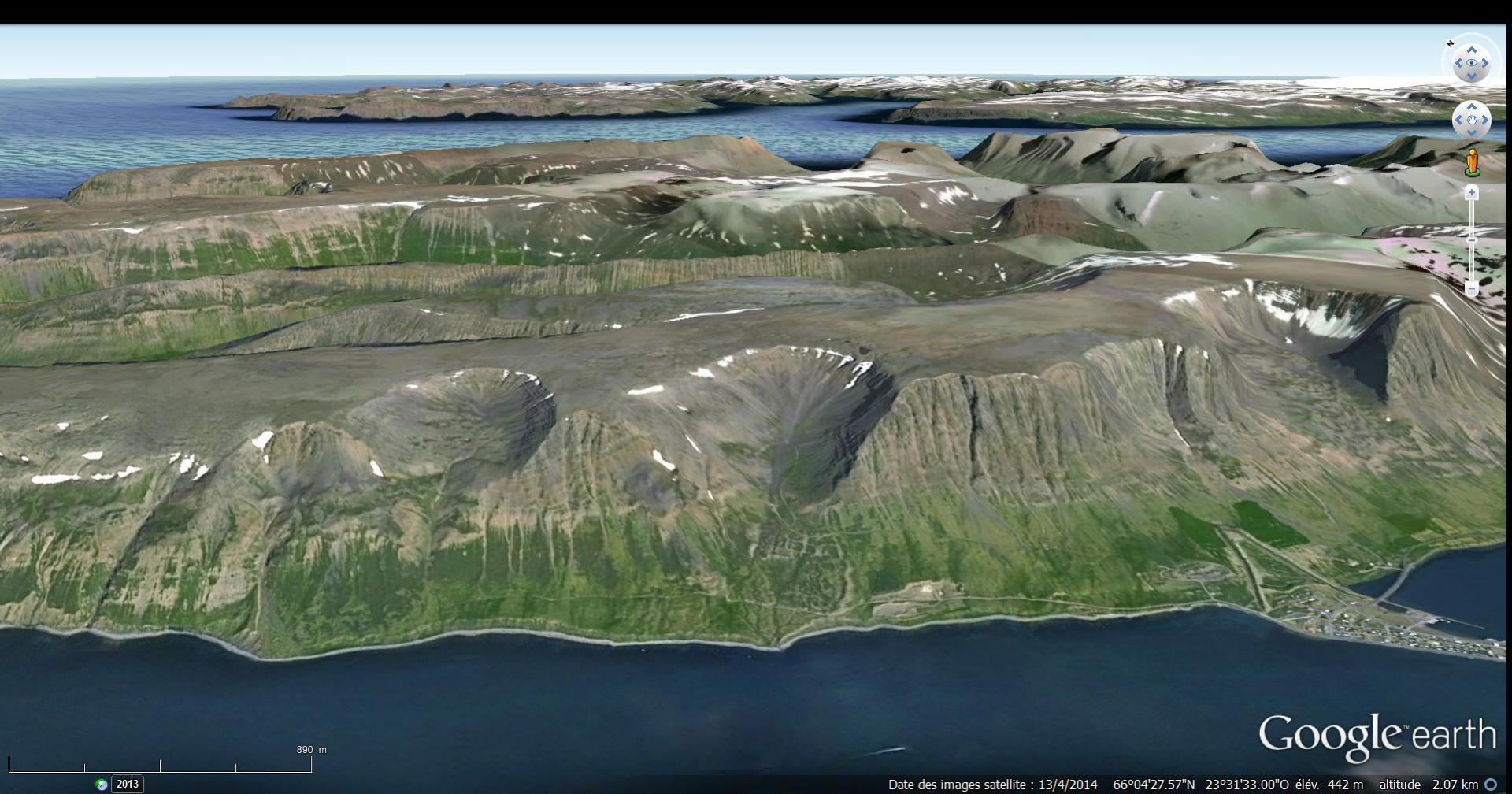




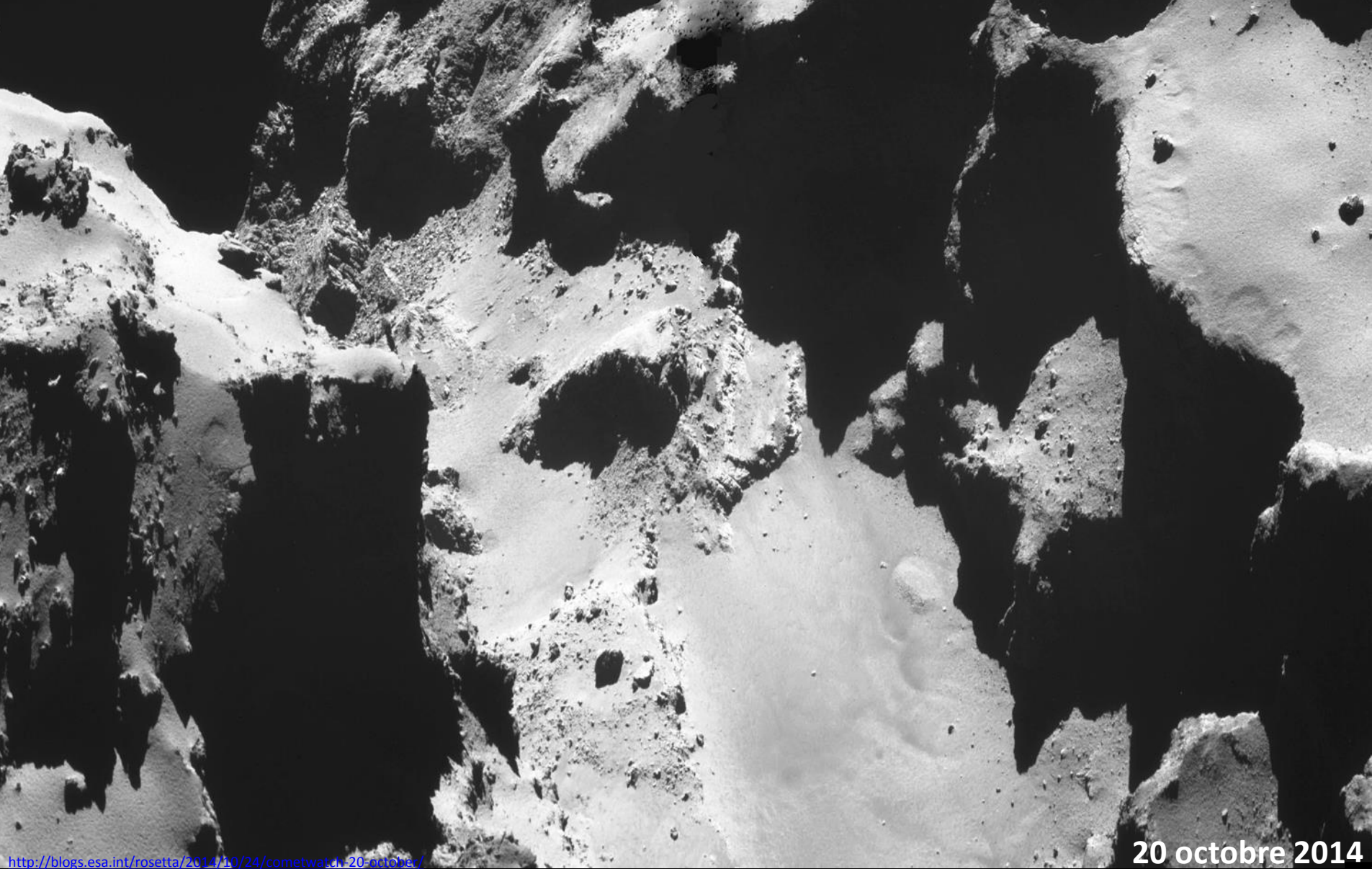
2 octobre 2014

**Les mêmes « demi-entonnoirs » vus sous un autre angle**





**Des analogues (au moins d'un point de vue morphologique) en Islande du Nord-Ouest**



20 octobre 2014

<http://blogs.esa.int/rosetta/2014/10/24/cometwatch-20-octobre/>

**Et vu sous cet angle, on voit ce qui ressemble à des accumulations de débris « en dessous » des entonnoirs.**

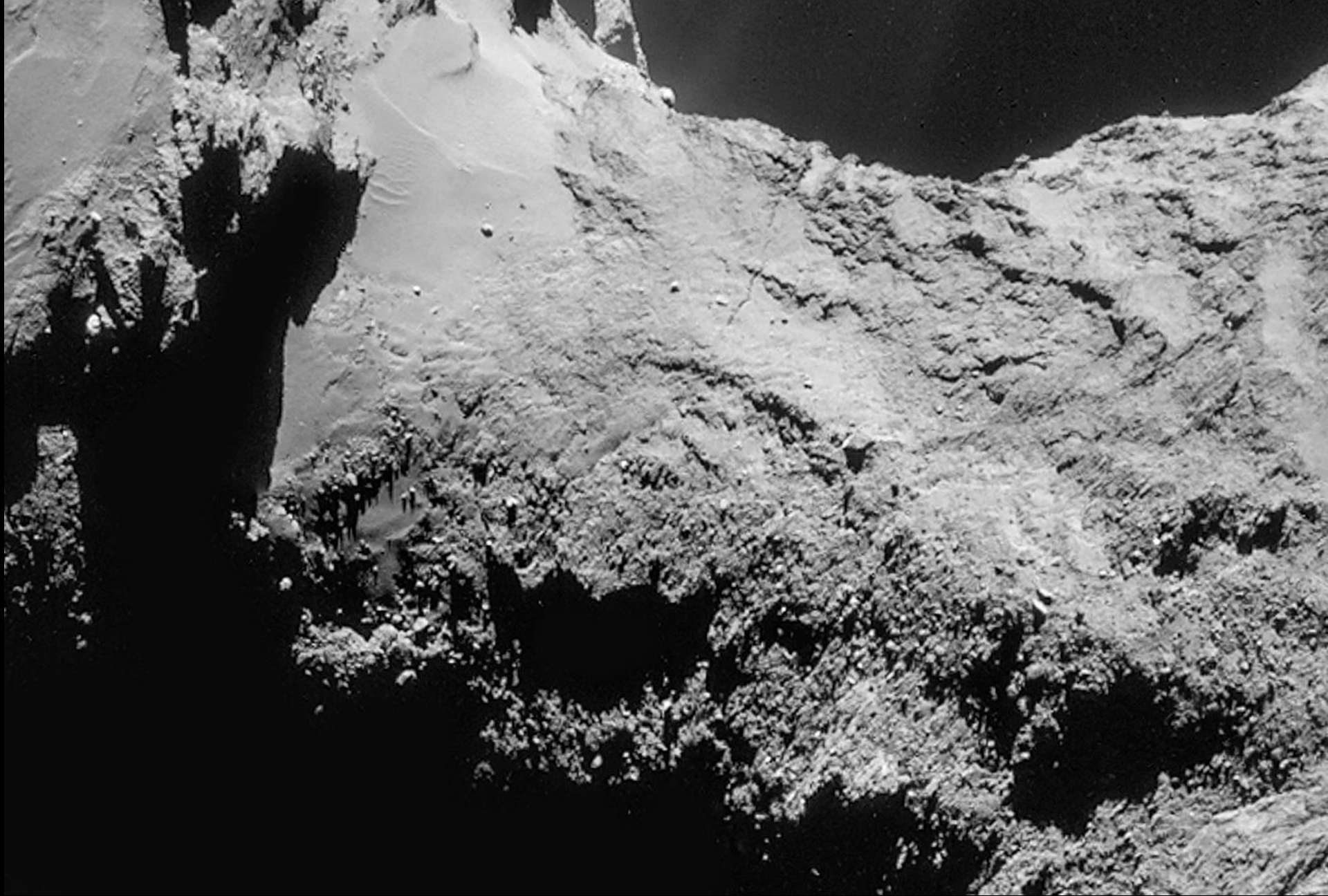


**On va survoler maintenant trois régions particulières.**

**Première région, le « cou »,  
coté sud**

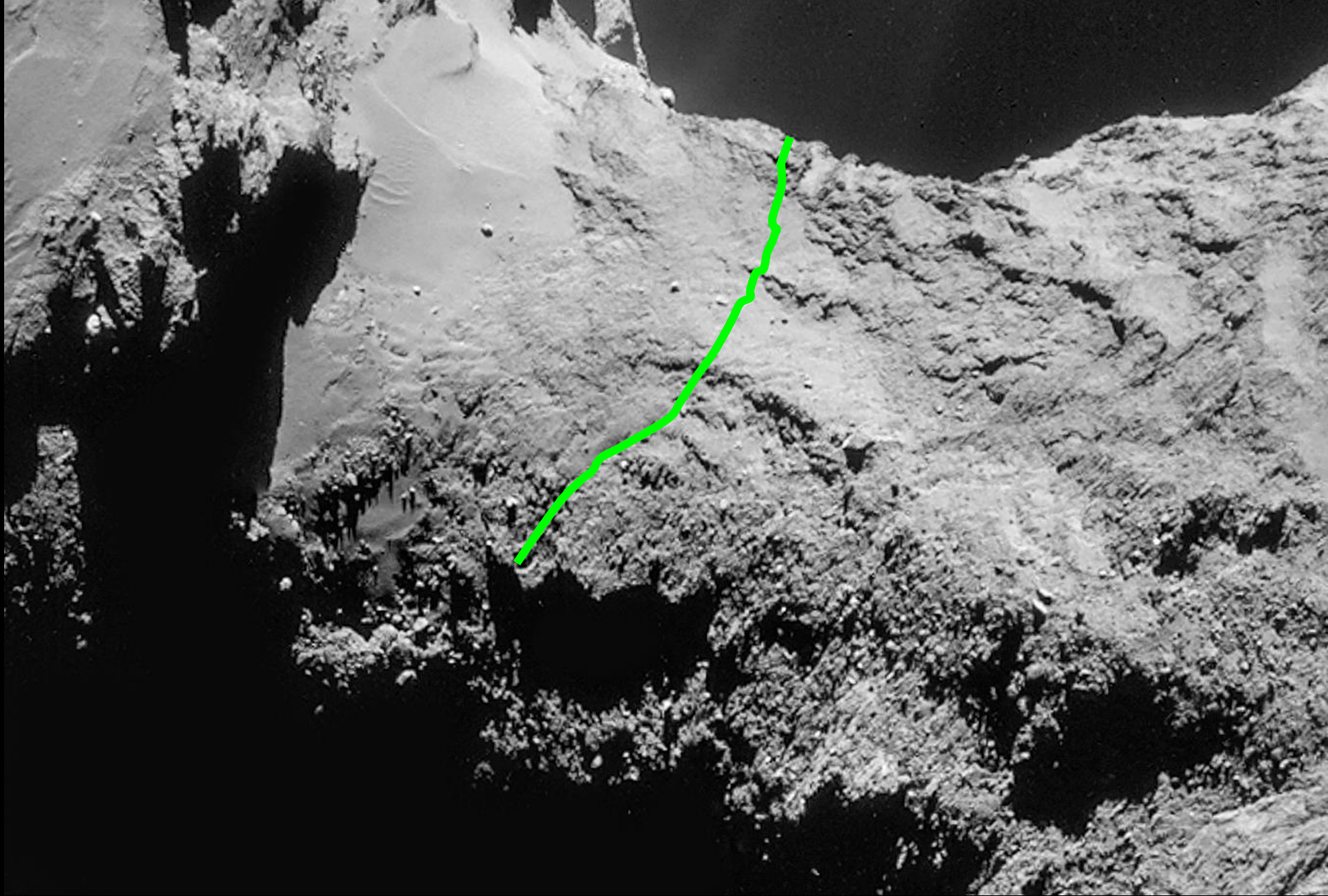






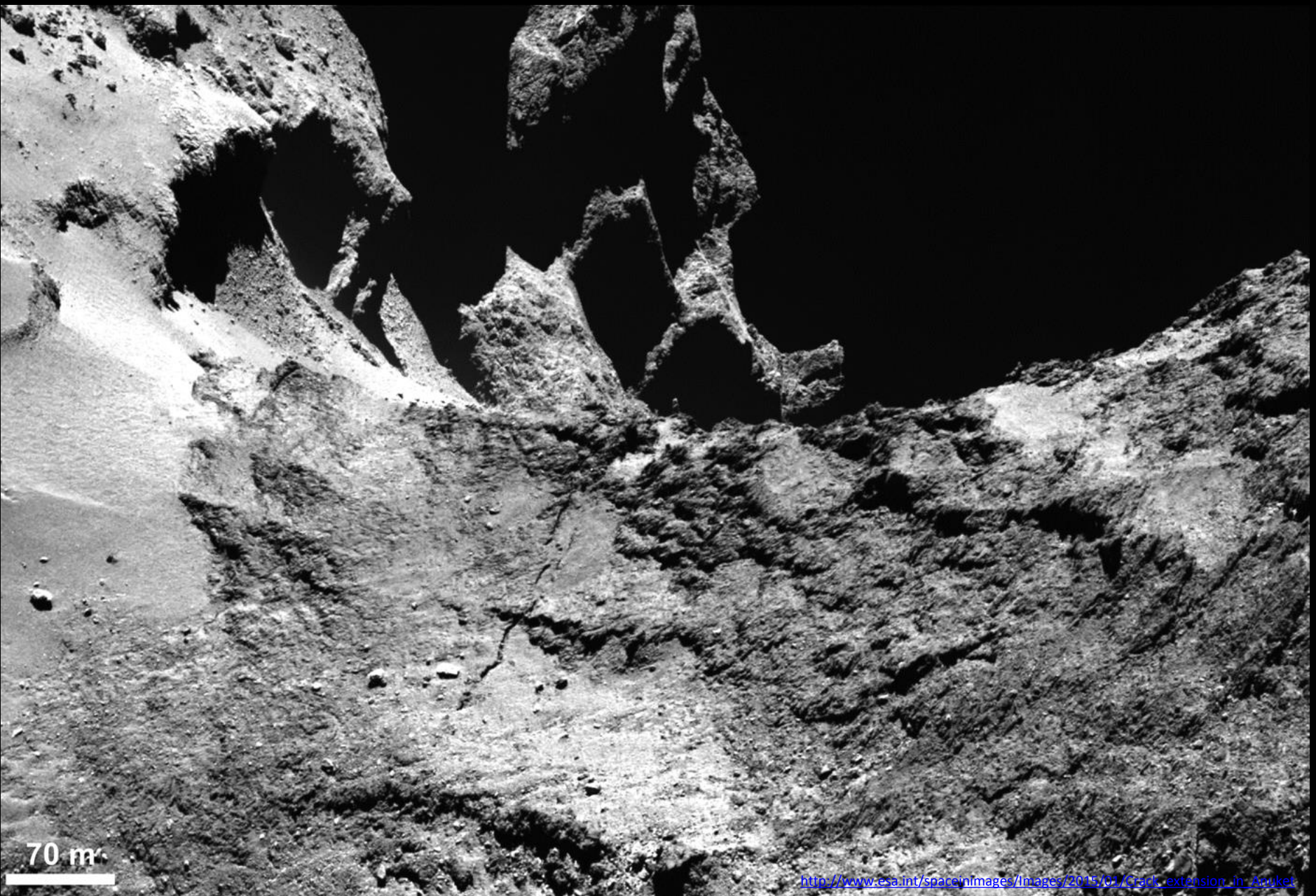
**Cou qui semble parcouru par une fracture**





**Cou qui semble parcouru par une fracture**



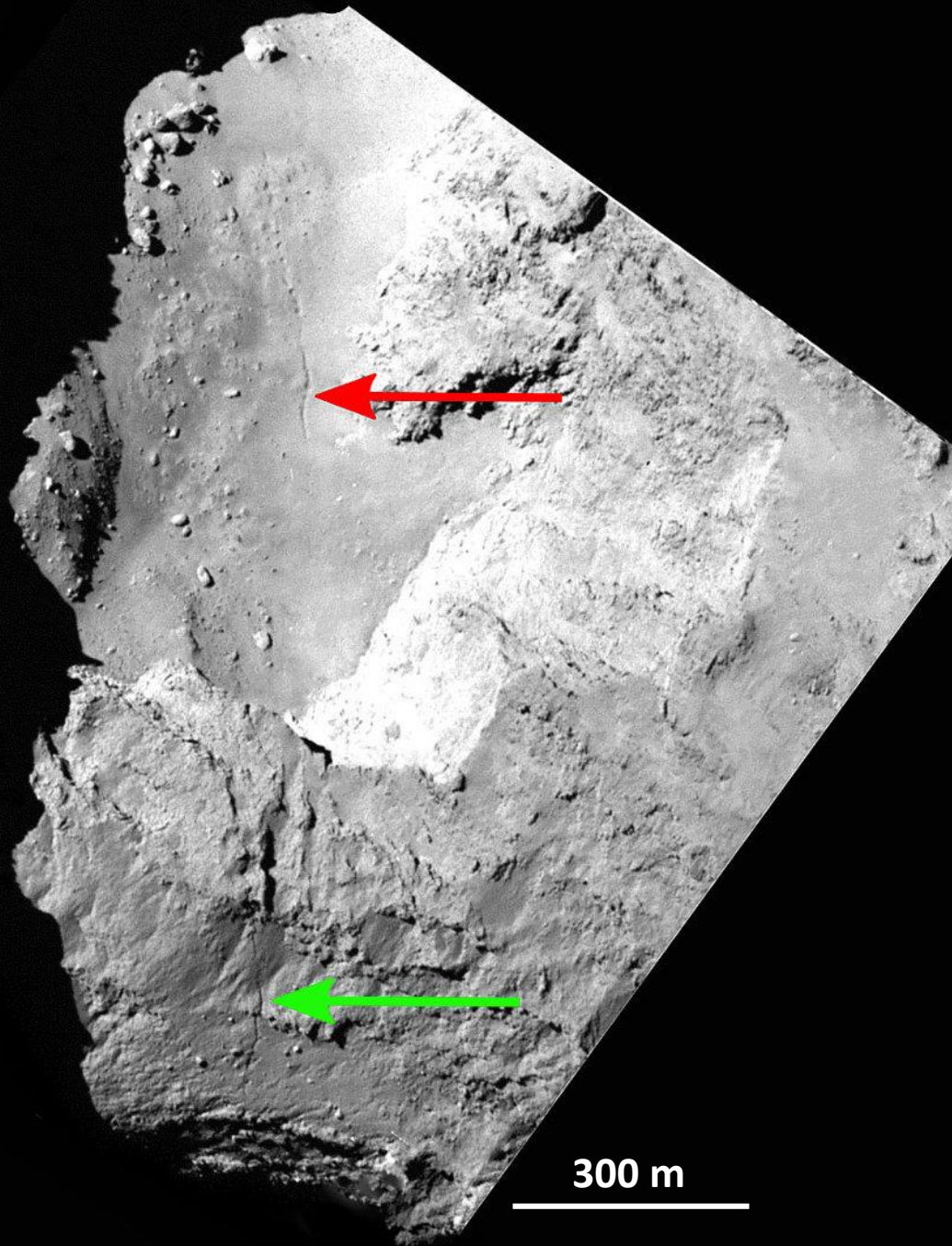


70 m

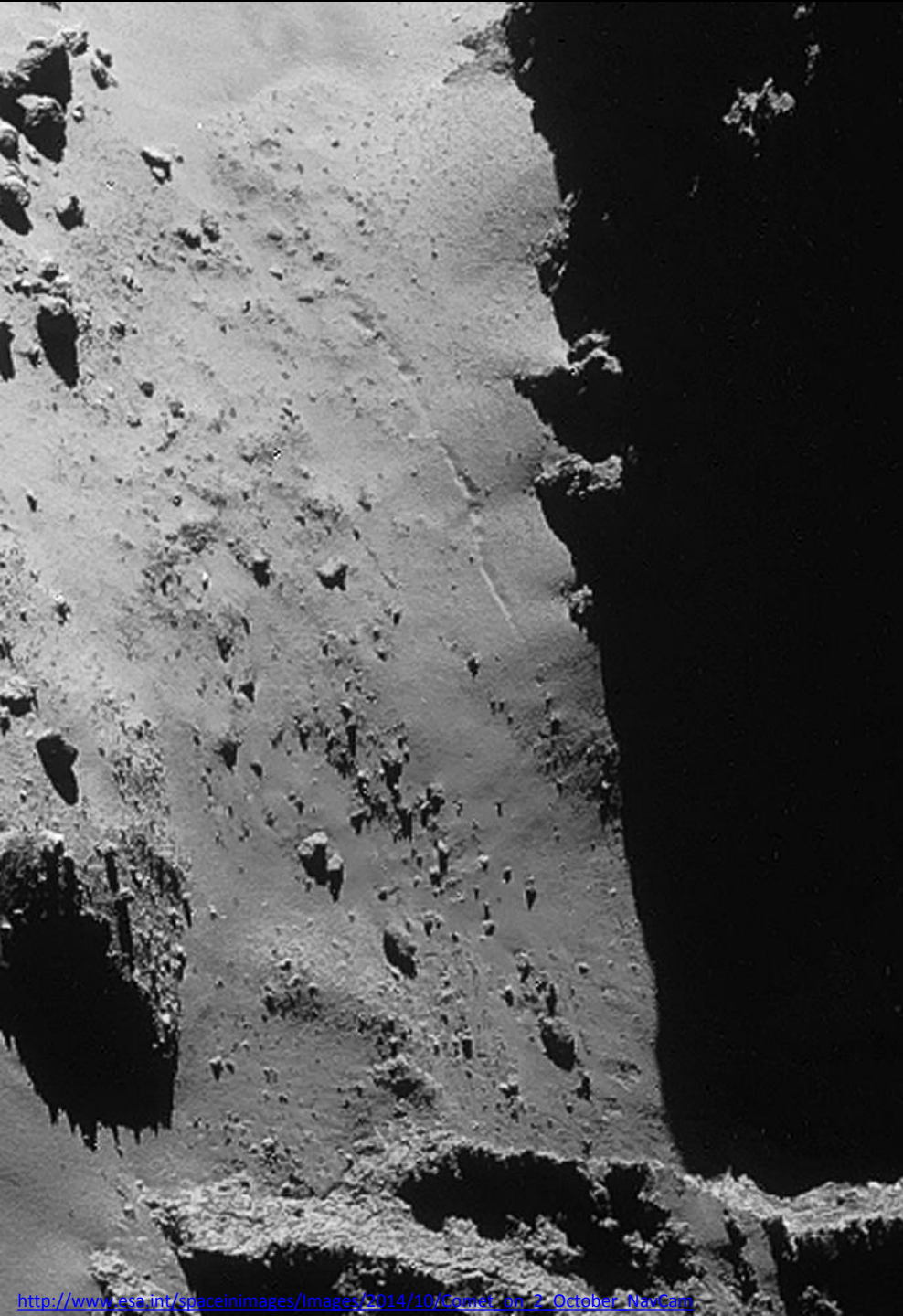
[http://www.esa.int/spaceimages/Images/2015/01/Gaick\\_extension\\_in\\_Araket](http://www.esa.int/spaceimages/Images/2015/01/Gaick_extension_in_Araket)

**Cette fracture passe un « col ». Et de l'autre coté ?**





**Cette fracture qui affecte du matériel dur (région nommée Anuket, flèche verte) passe le col. On la retrouve plus loin, affectant du matériel pulvérulent sous forme d'entonnoirs de soutirage (région nommée Hapi, flèche rouge).**



**On voit que la  
prolongation de cette  
fracture dans la zone qui  
semble couverte de  
poussière ressemble  
plus à un alignement de  
petite dépression plutôt  
qu'à une fissure franche  
dans un matériel dur.  
Ca « sent » la fissure qui  
s'ouvre et des entonnoirs  
de soutirage !**

**2 octobre 2014**



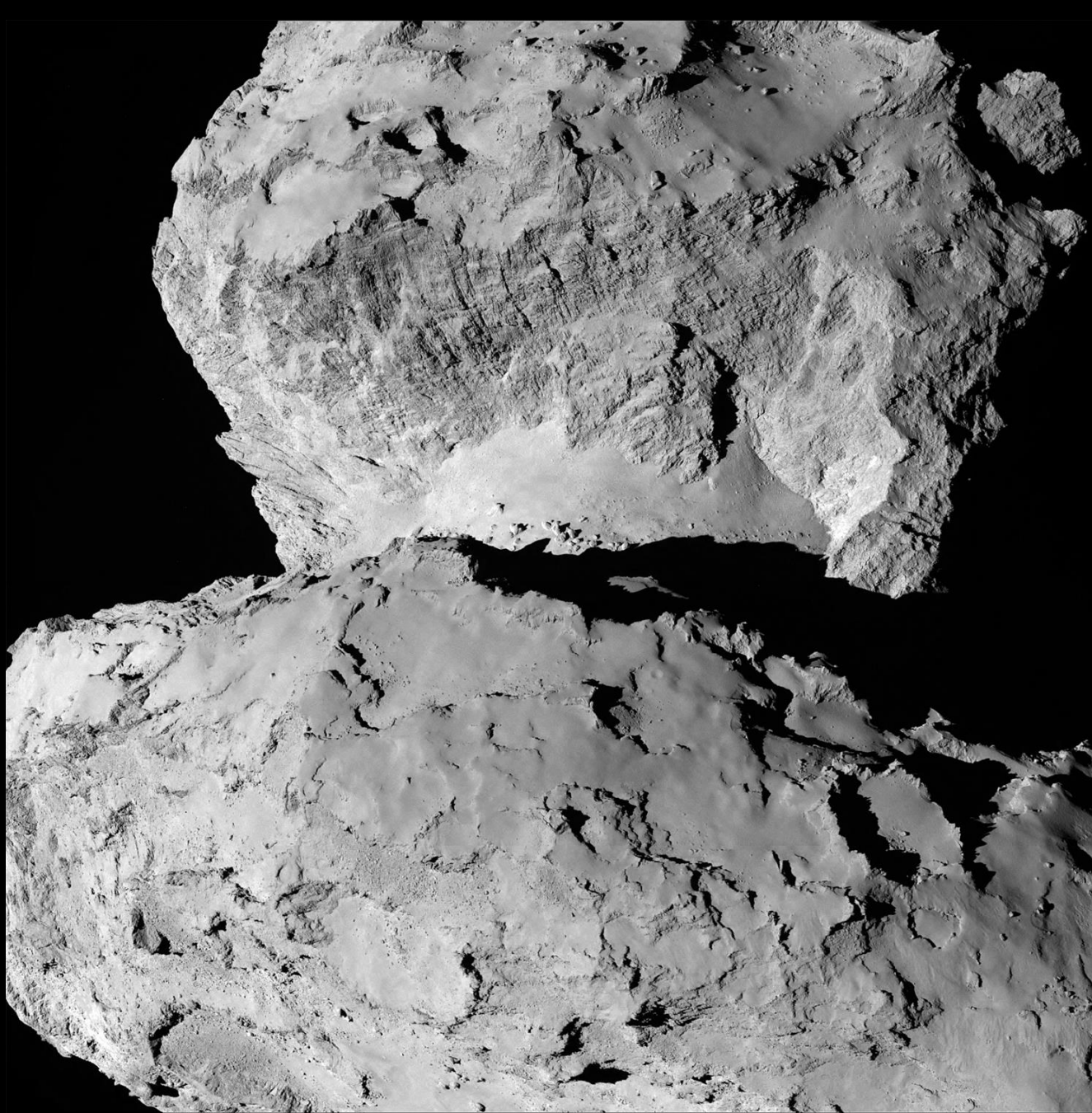


Photo Pierre Thomas



**Deux analogies de tailles et contextes différents**





**Deuxième  
région, le  
« cou », coté  
nord. Il est  
dominé par  
des falaises  
impression-  
nantes, Hathor.  
Des blocs et  
des éboulis en  
bas de ces  
falaises. Mais il  
n'y a presque  
pas de bas !**

**7 août 2014**

[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/08/Comet\\_on\\_7\\_August\\_b](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/08/Comet_on_7_August_b)



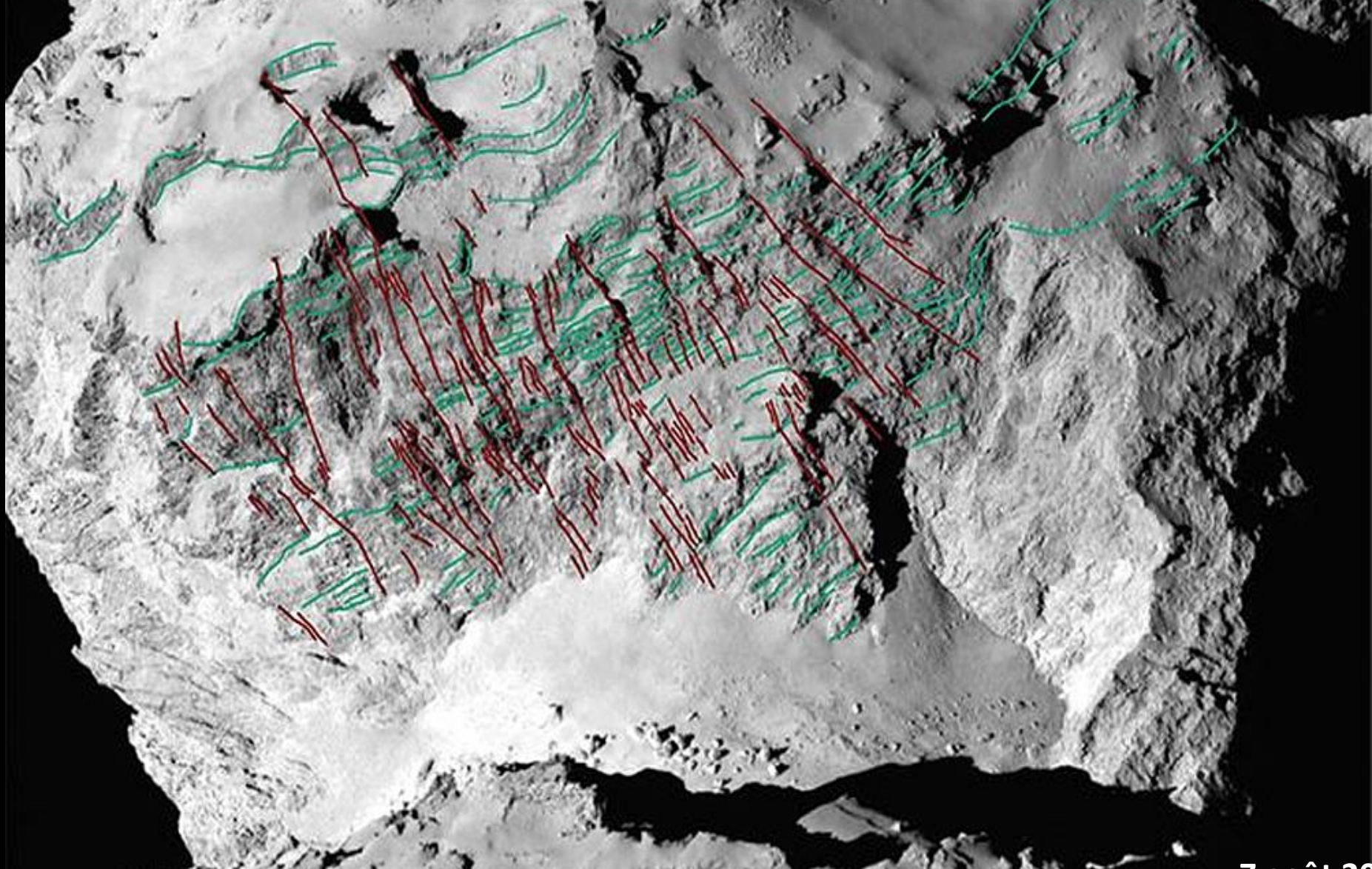


7 août 2014

[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/08/Comet\\_on\\_7\\_August\\_b](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/08/Comet_on_7_August_b)

**Des blocs et des éboulis en bas du « cou ». Mais avec une gravité si faible ... Et la falaise semble faite de « couches »**





7 août 2014

<http://www.sciencemag.org/content/347/6220/aaa0440.full>

**Couches (en vert), réseau de fractures (en rouge) ou deux réseaux de fractures ??**





[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/08/Comet\\_on\\_7\\_August\\_b](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/08/Comet_on_7_August_b)

**7 août 2014**

**Gros plan sur les cônes d'éboulis et les « pseudo-couches ».**



**Gros plan sur les  
blocs du « bas »**

**17 octobre 2014**

[http://www.esa.int/spaceimages/Images/2015/03/Comet\\_on\\_17\\_October\\_2014\\_-\\_NavCam](http://www.esa.int/spaceimages/Images/2015/03/Comet_on_17_October_2014_-_NavCam)





**Promenons nous  
dans la partie  
reserrée (nord) du  
cou.**

**10 décembre 2014**

[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/12/Comet\\_on\\_10\\_December\\_2014\\_NavCam](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/12/Comet_on_10_December_2014_NavCam)

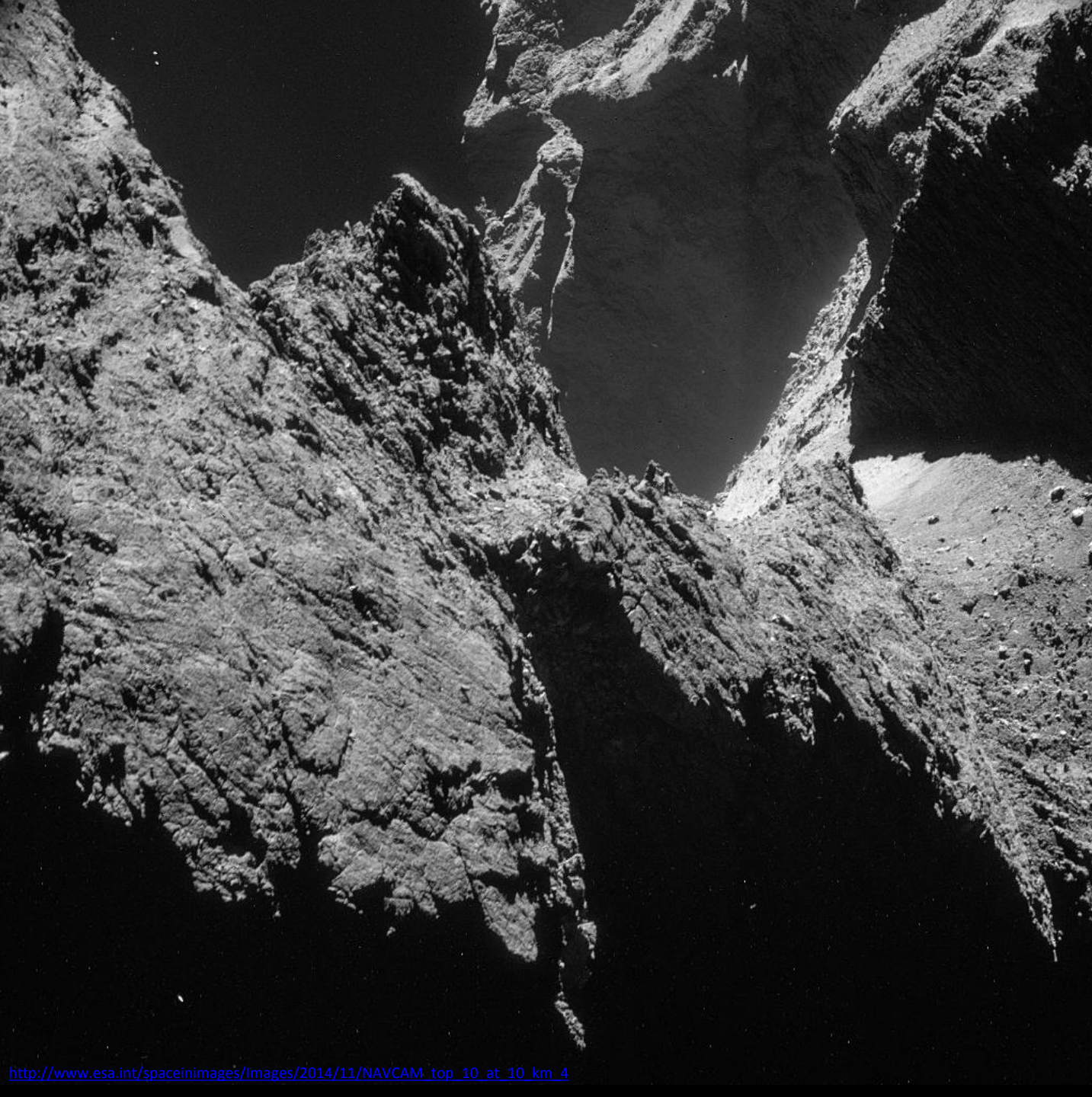
**On est dans les Alpes  
ou sur une comète ?**



**5 septembre 2014**

[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/09/Comet\\_on\\_5\\_September\\_2014](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/09/Comet_on_5_September_2014)





**No  
comment !**



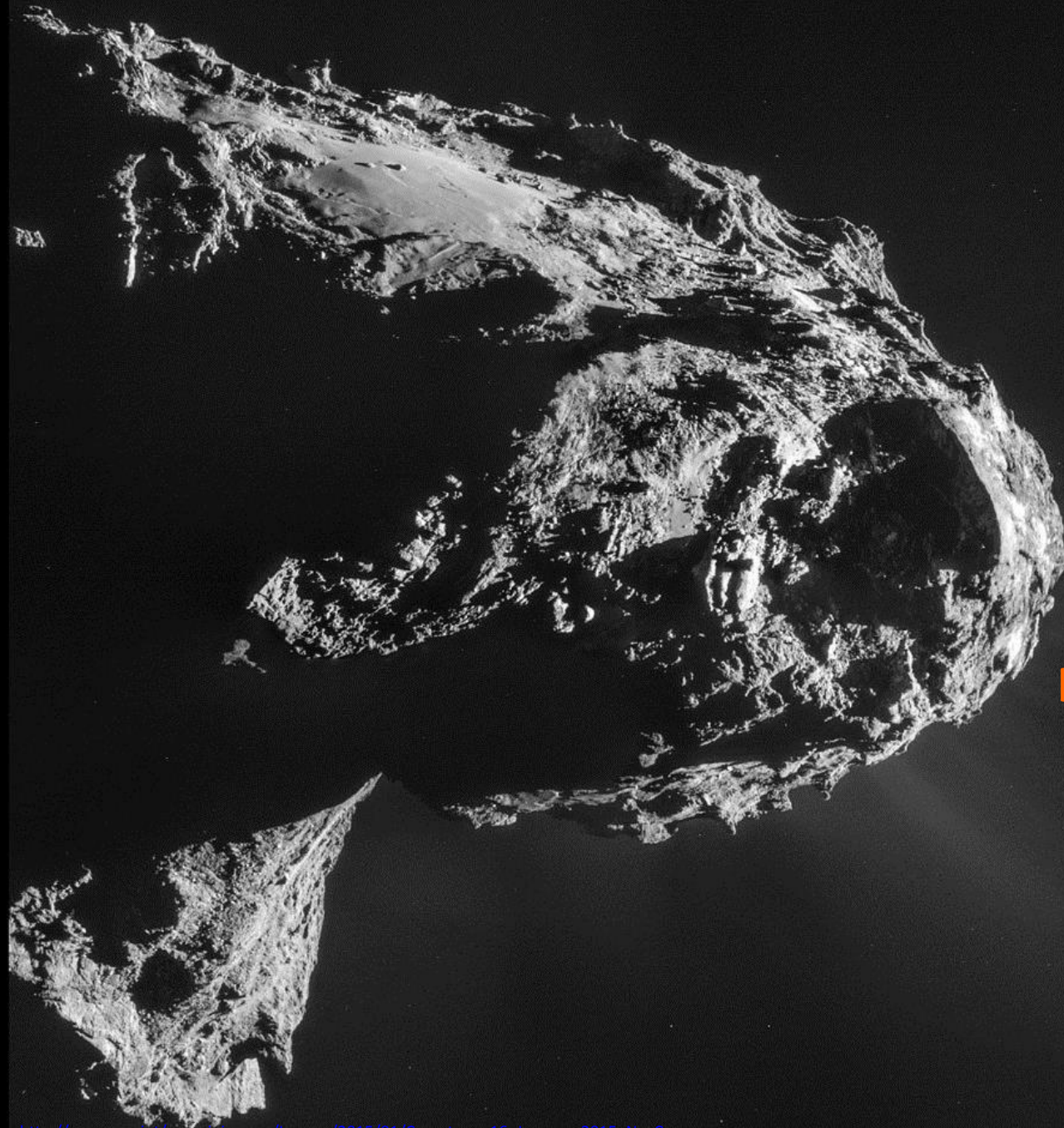


**Que de  
belles voies  
d'alpinisme !  
Même moi,  
je monterais  
ces voies  
sans  
problème,  
avec mon  
poids de  
2,15 g.**



16 janvier 2015

**On va maintenant se promener dans la troisième région particulière, la région d'Imhotep (ici vue par « la tranche »), une des plus fascinantes de cette comète.**



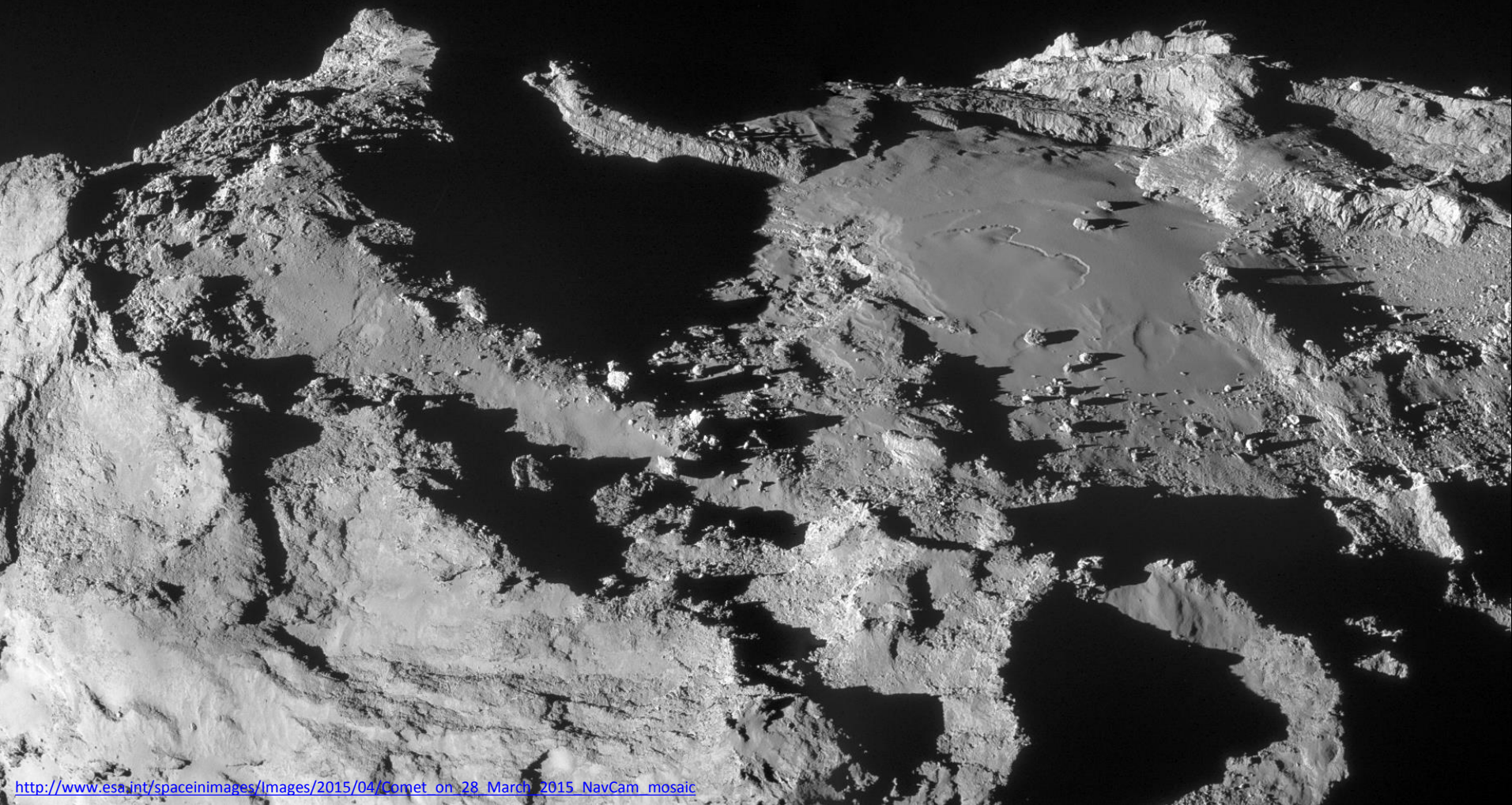


14 décembre 2014

**Imhotep vu  
« de dessus ».  
Noter cet  
étrange sillon  
flexueux, et  
cette  
structure  
ronde en haut  
à gauche  
( $\varnothing = 650$  m).**

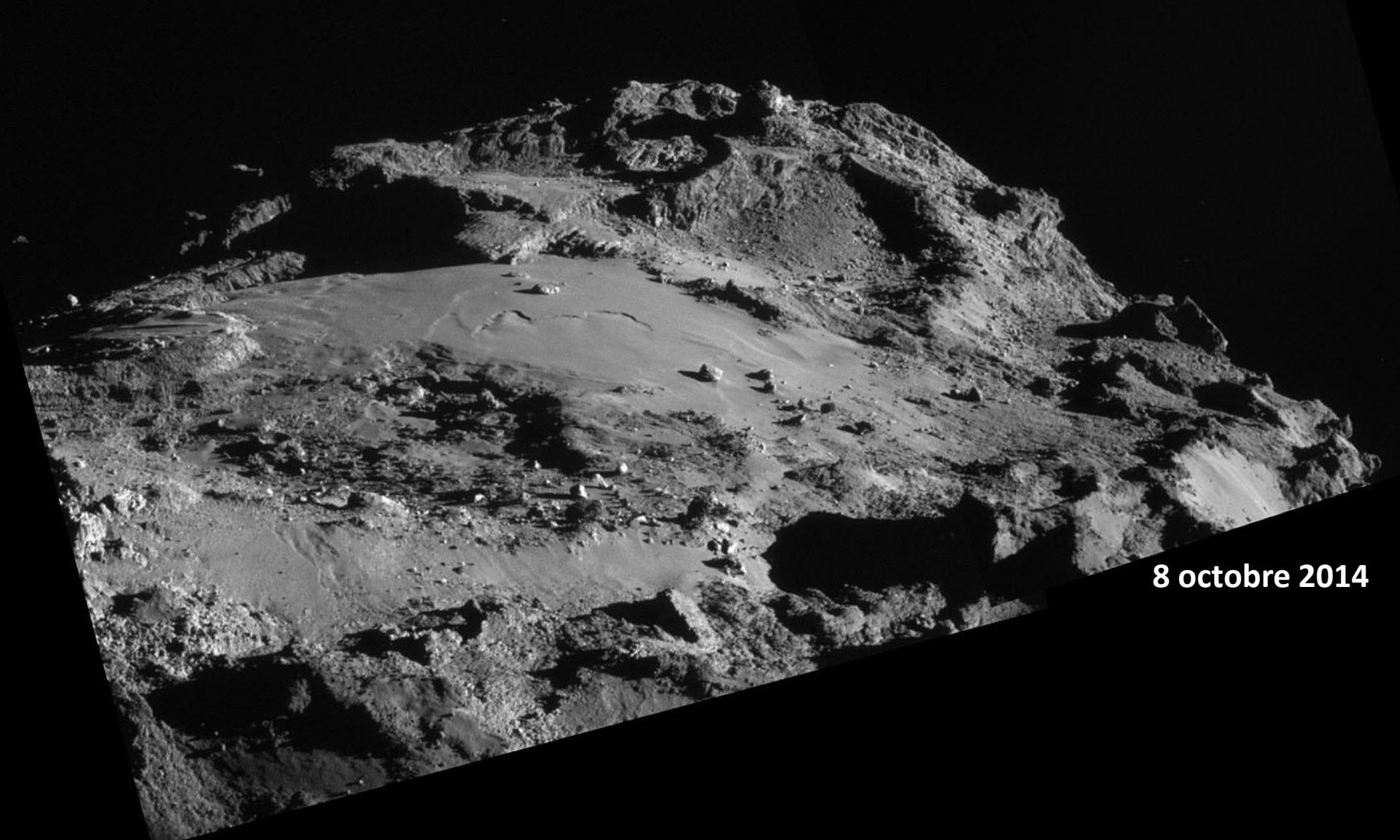


28 mars 2015



[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/04/Comet\\_on\\_28\\_March\\_2015\\_NavCam\\_mosaic](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/04/Comet_on_28_March_2015_NavCam_mosaic)

**Imhotep vu en oblique, avec cet étrange  
« sillon » flexueux !**



8 octobre 2014

[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/10/Comet\\_on\\_8\\_October\\_NavCam](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/10/Comet_on_8_October_NavCam)

**Une autre vue oblique. A gauche, « notre » rond !**



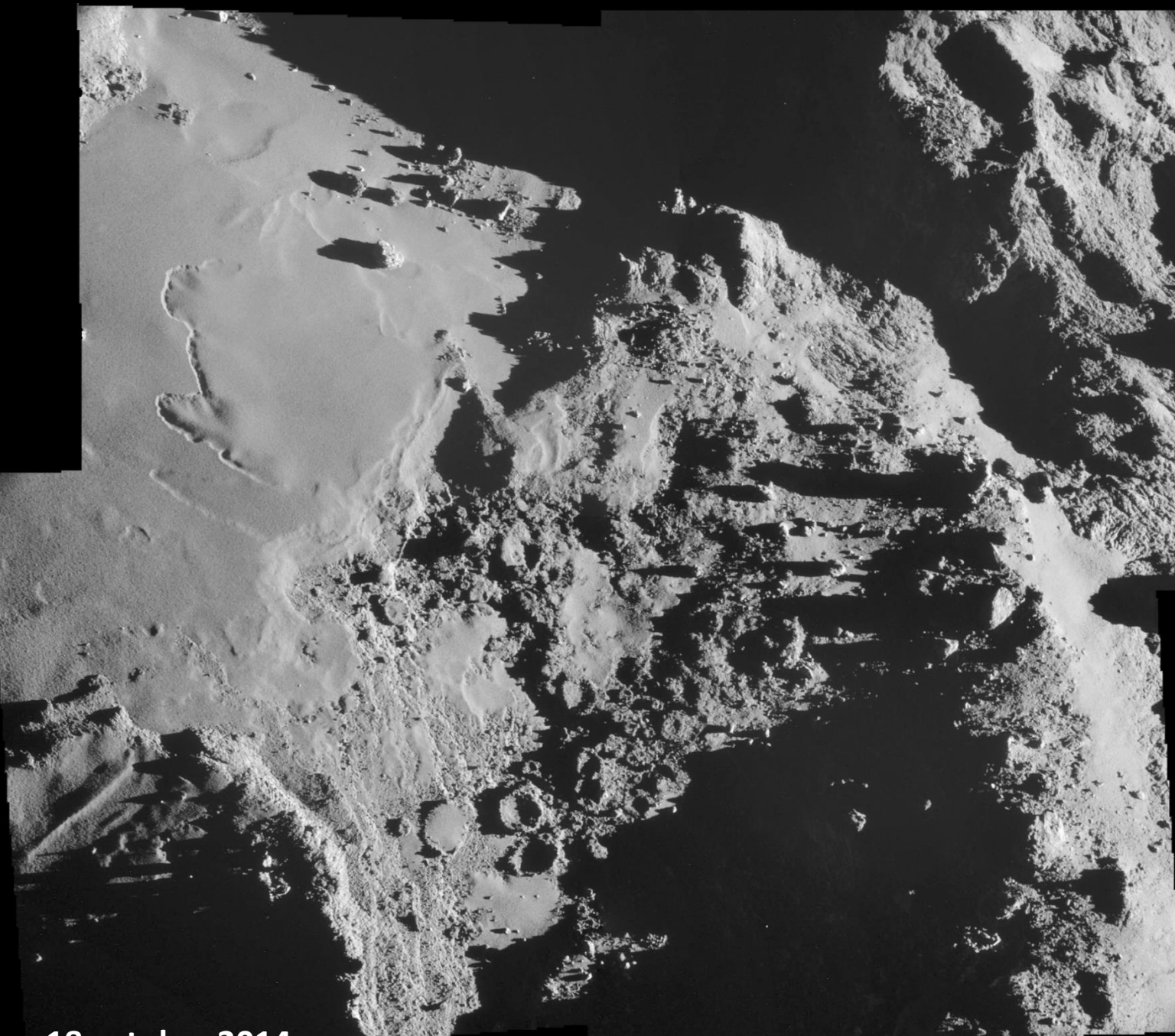


[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/10/Comet\\_on\\_8\\_October\\_NavCam](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/10/Comet_on_8_October_NavCam)

8 octobre 2014

**Gros plan sur ce sillon qui ressemble un peu à l'amont d'un effondrement / glissement de terrain.**

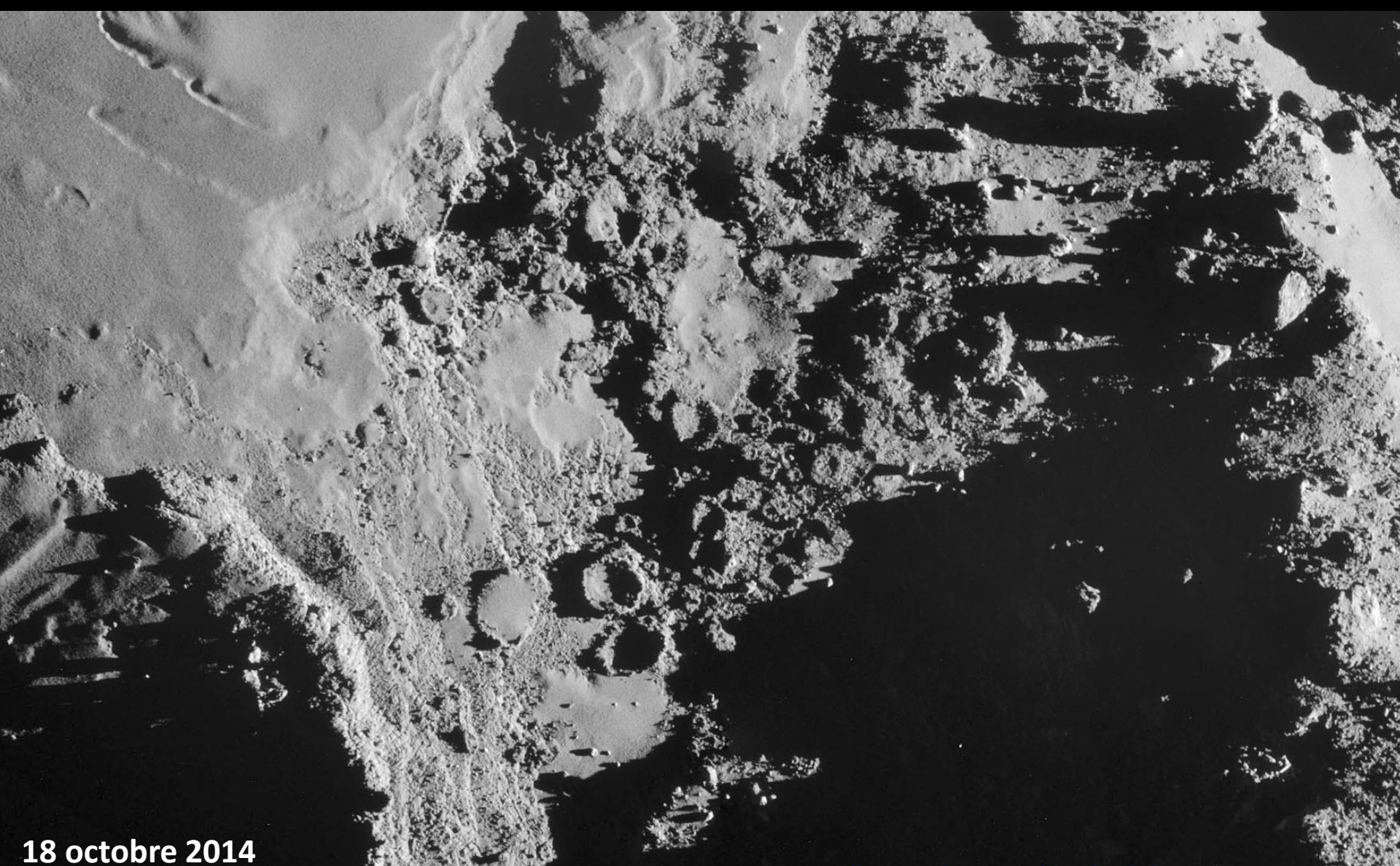




**Regardons  
la  
transition  
plaine /  
terrains  
accidenté.  
Revoila des  
quasi  
couches.  
Zoomons  
sur le  
« centre  
inférieur »  
de la  
photo.**

**18 octobre 2014**



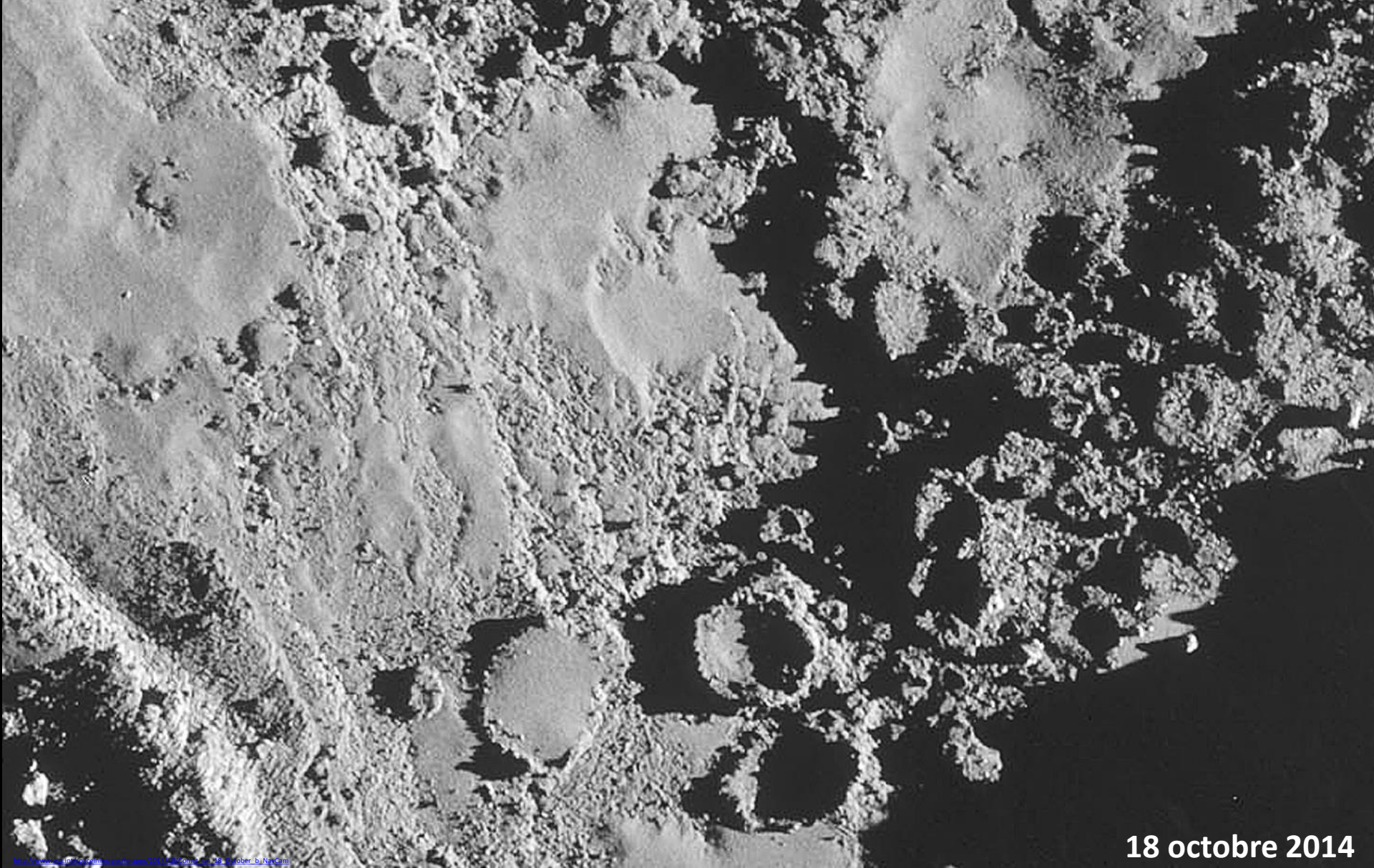


18 octobre 2014

[http://www.esa.int/spaceimages/Images/2014/10/Comet\\_on\\_18\\_October\\_b\\_NavCam](http://www.esa.int/spaceimages/Images/2014/10/Comet_on_18_October_b_NavCam)

**La morphologie, avec ces cratères « étranges » et ces « galettes » est surprenante !**



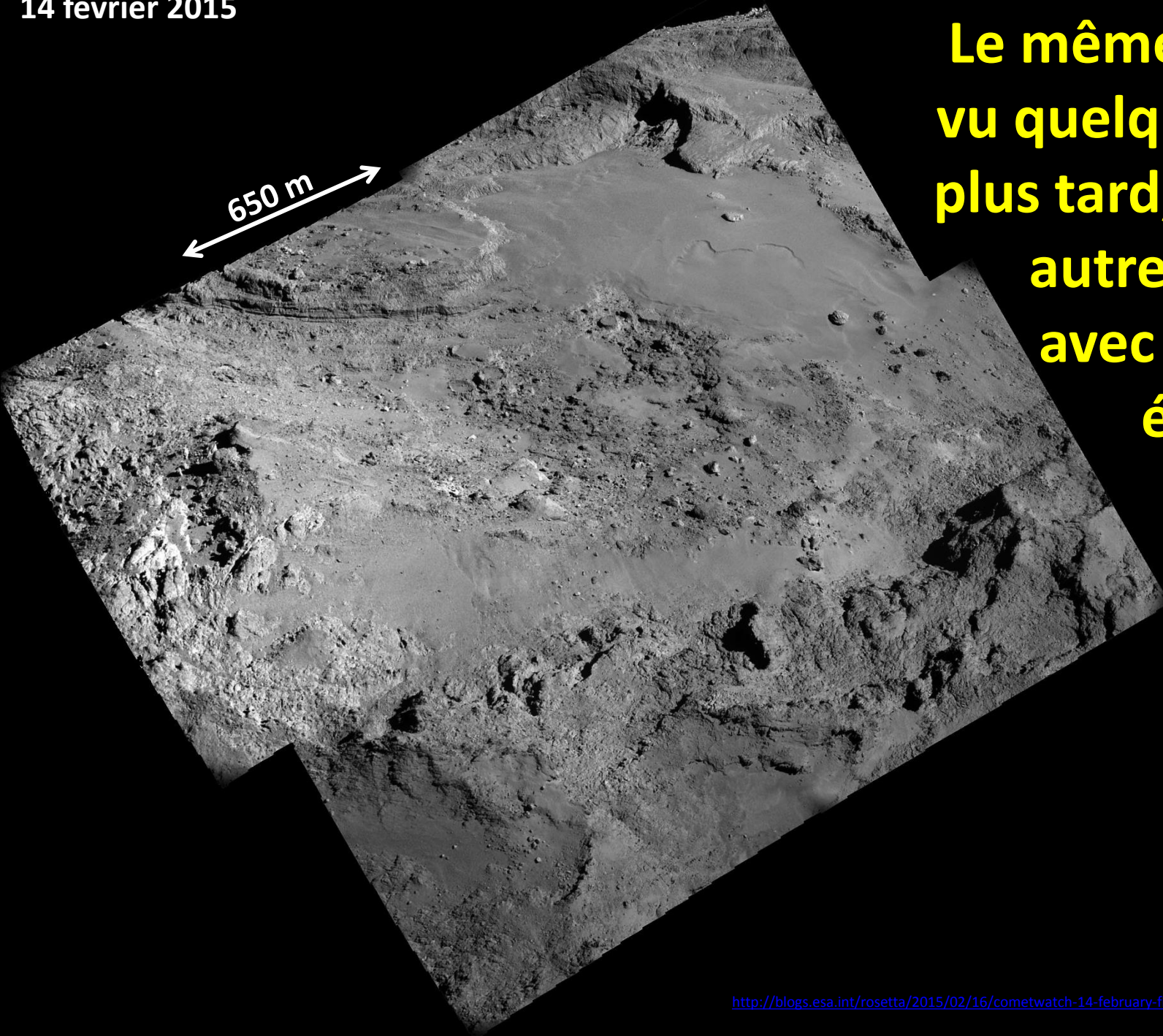


18 octobre 2014

**La morphologie, avec ces cratères « étranges » et ces « galettes » est surprenante, vraiment surprenante !**

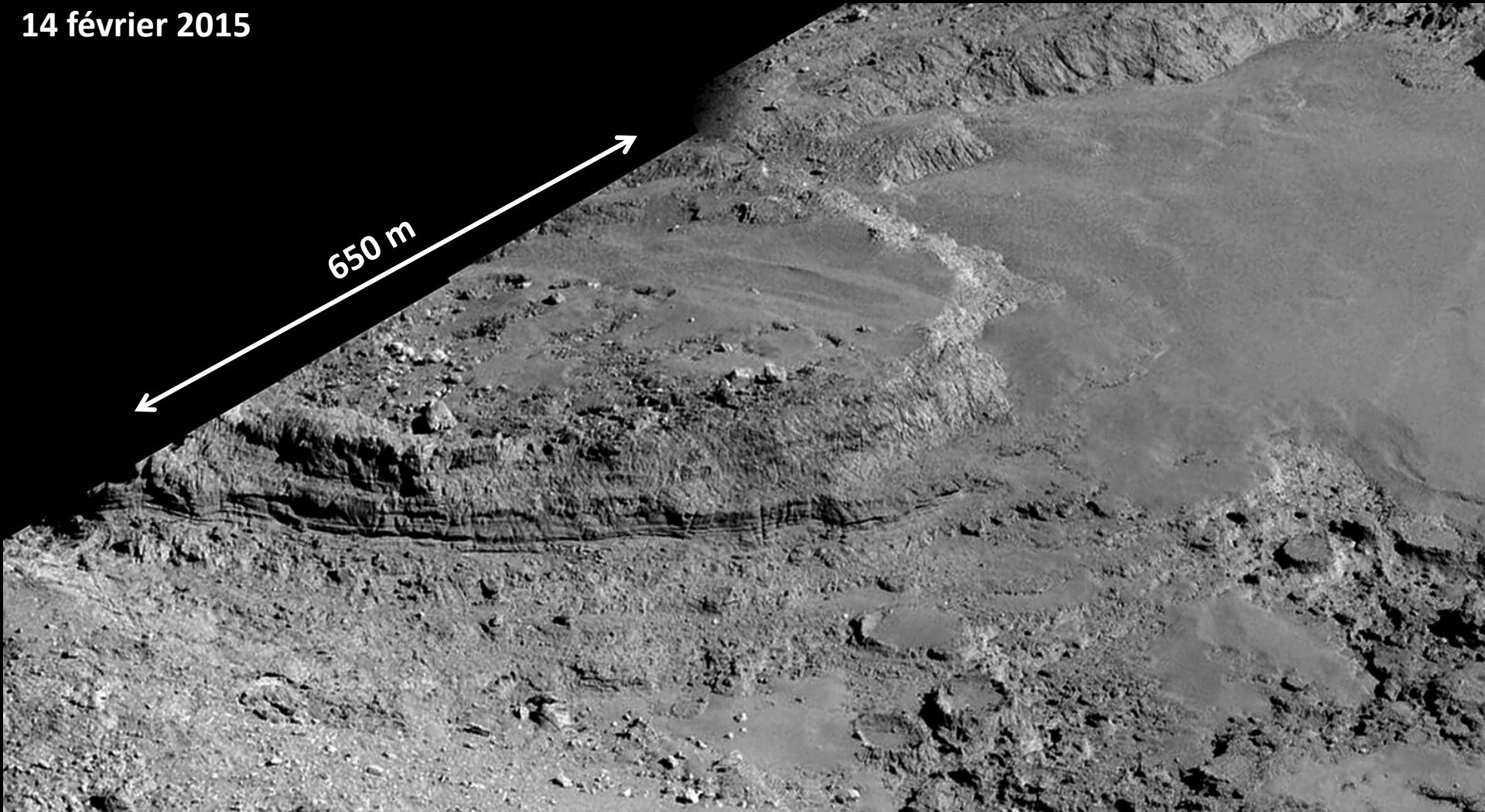


14 février 2015



**Le même secteur  
vu quelques mois  
plus tard, sous un  
autre angle et  
avec un autre  
éclairage.**

14 février 2015



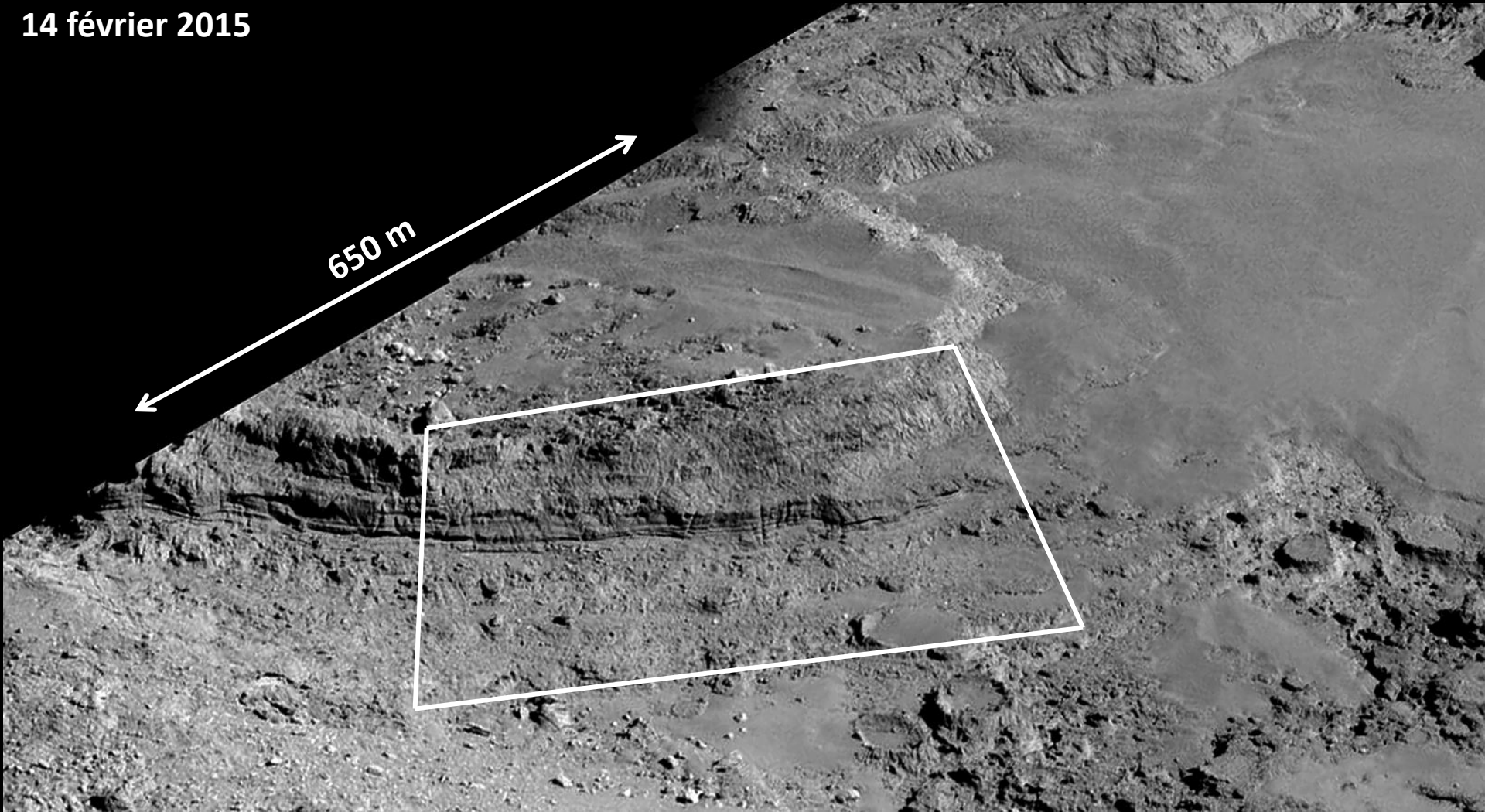
**Zoomons encore. C'est ce qui ressemble le plus à des couches, je dirais même à des strates. Officiellement, on appelle ça des « terrasses ». Mais qu'est ce que c'est ? Quand je pense qu'Osiris doit avoir des images Haute Résolution ... J'enrage !**





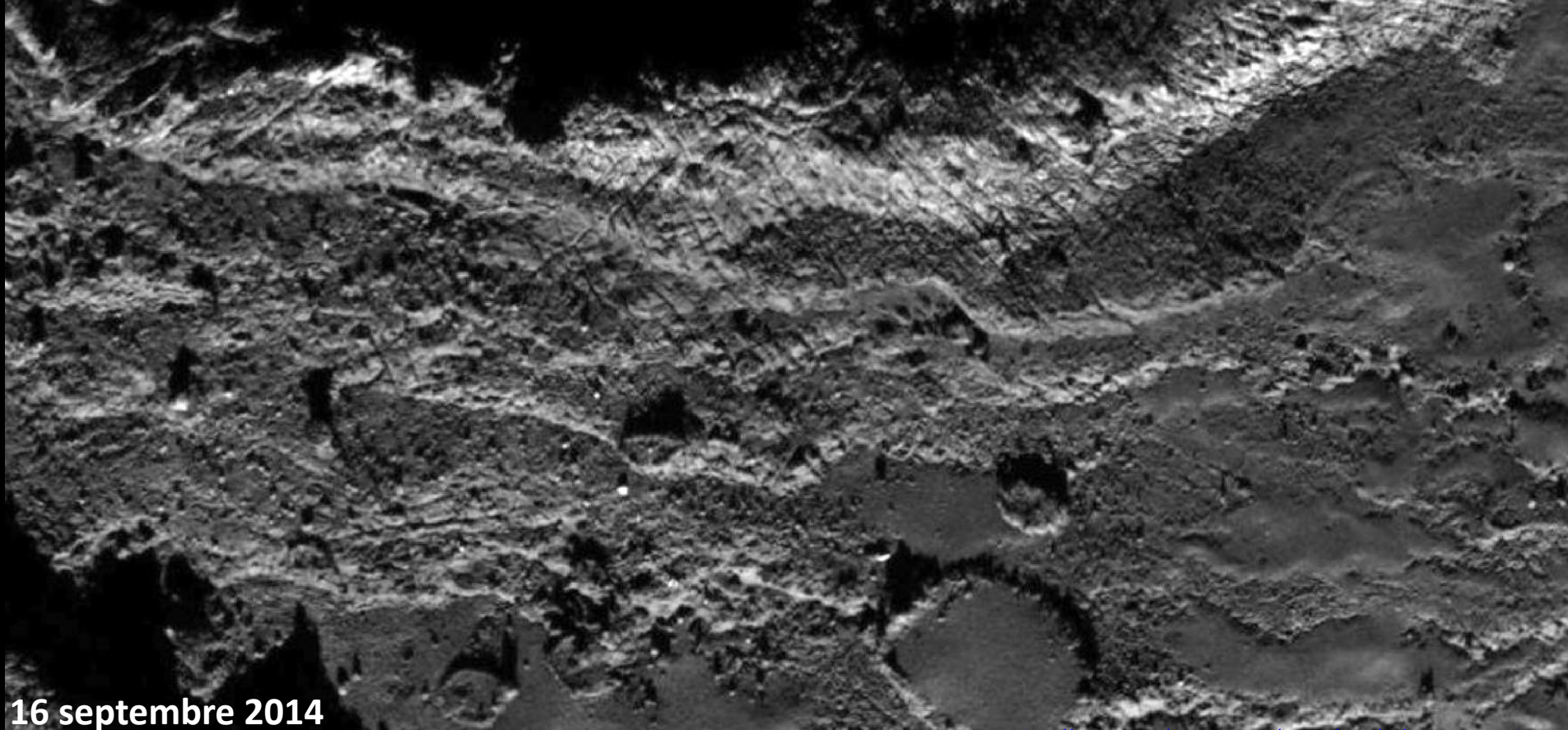
**Vous ne trouvez pas que ça ressemble ?**

14 février 2015

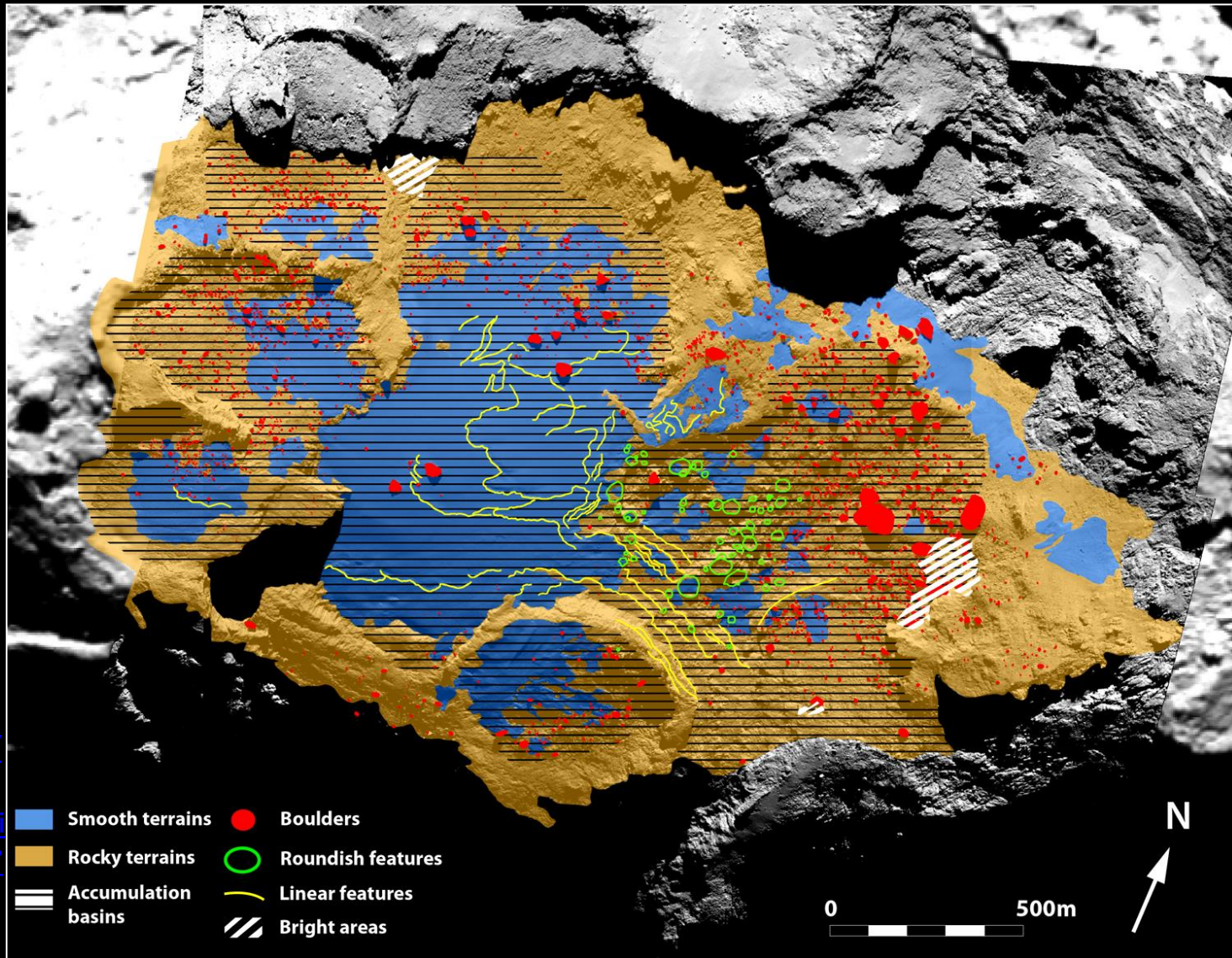


**Mais qu'est ce que c'est ? Quand je pense qu'Osiris a des images Haute Résolution ... J'enrage ! La seule image d'Osiris Haute Résolution disponible pour cette falaise (mise en ligne le 20 juillet, mais datant du 16 septembre) est une vue verticale.**





**La voilà ! On voit beaucoup moins bien les terrasses qu'en vue oblique, mais on observe qu'elles sont affectées par des réseaux de fractures. Origine de tout ça ? L'histoire géologique est bien compliquée.**

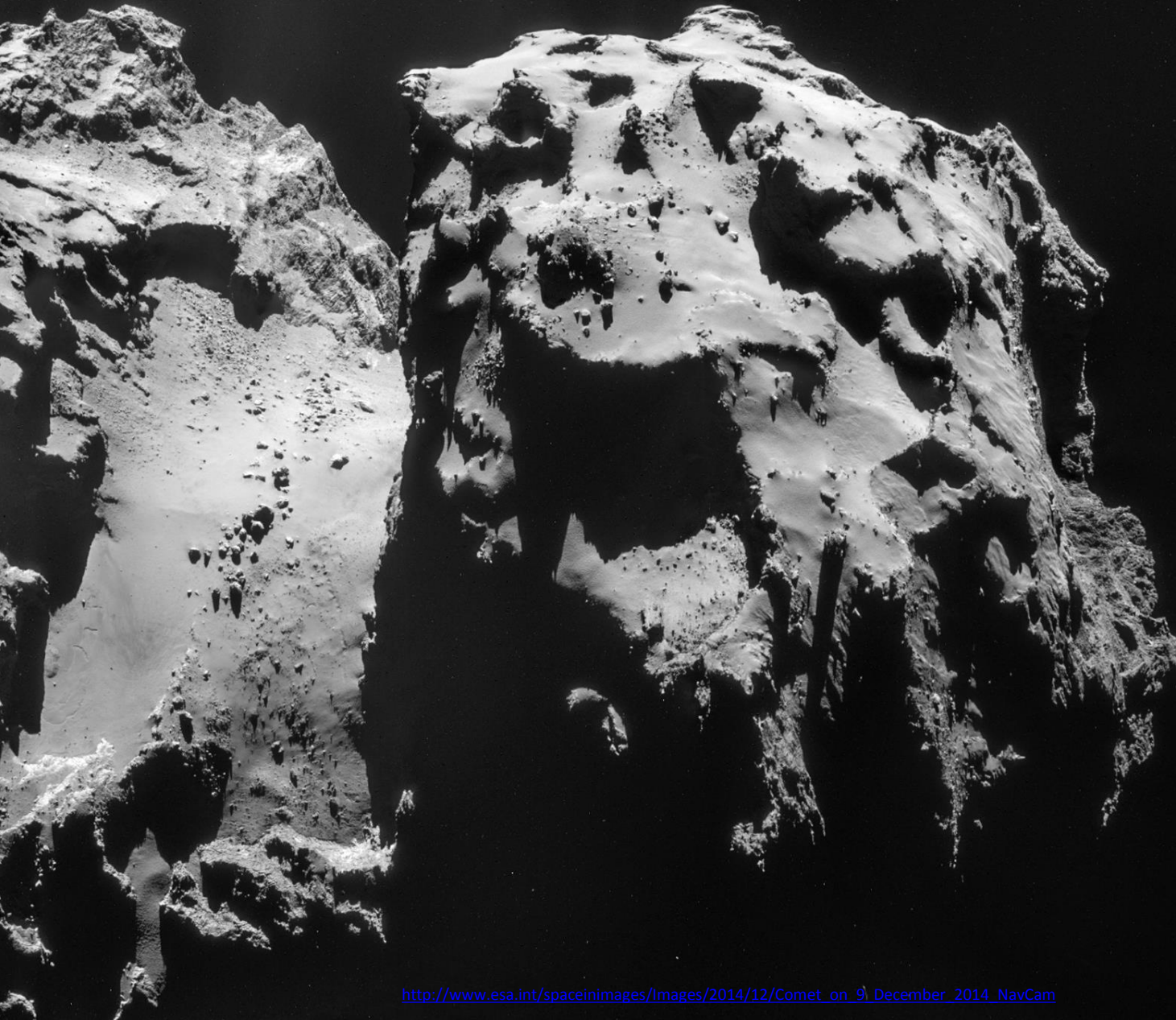


(Anne-Thérèse Auger),  
[http://www.esa.int/spaceimages/Images/2015/07/Mapping\\_Imhotep](http://www.esa.int/spaceimages/Images/2015/07/Mapping_Imhotep) et  
<http://www.aanda.org/articles/aa/pdf/forth/aa25947-15.pdf>

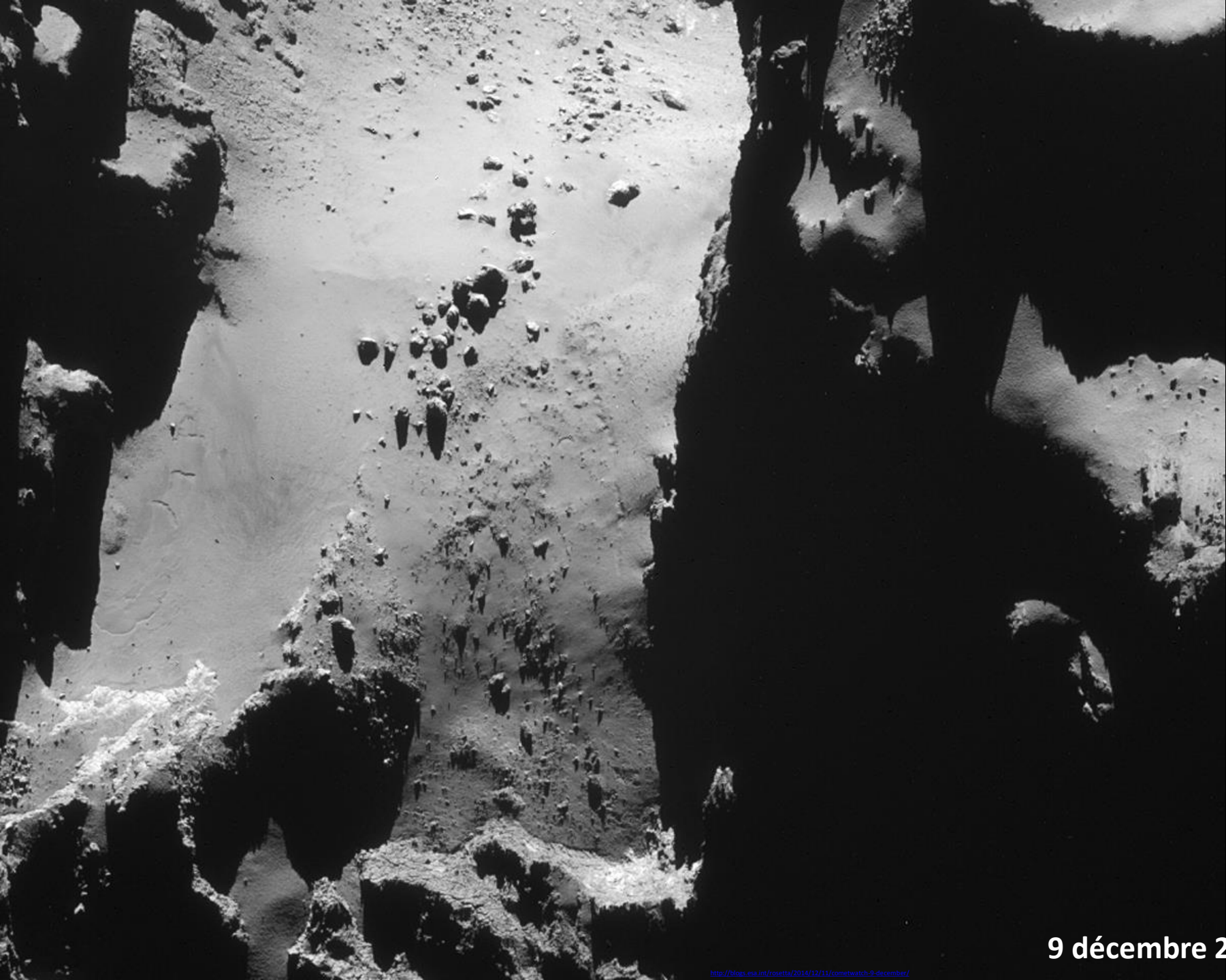
**Une carte morphologique d'Imhotep vient d'être publiée. C'est un début nécessaire ; mais mettre des noms, ce n'est pas proposer une (des) explication(s). Attendons.**



**Et, indépendamment des jets, la comète évolue.**

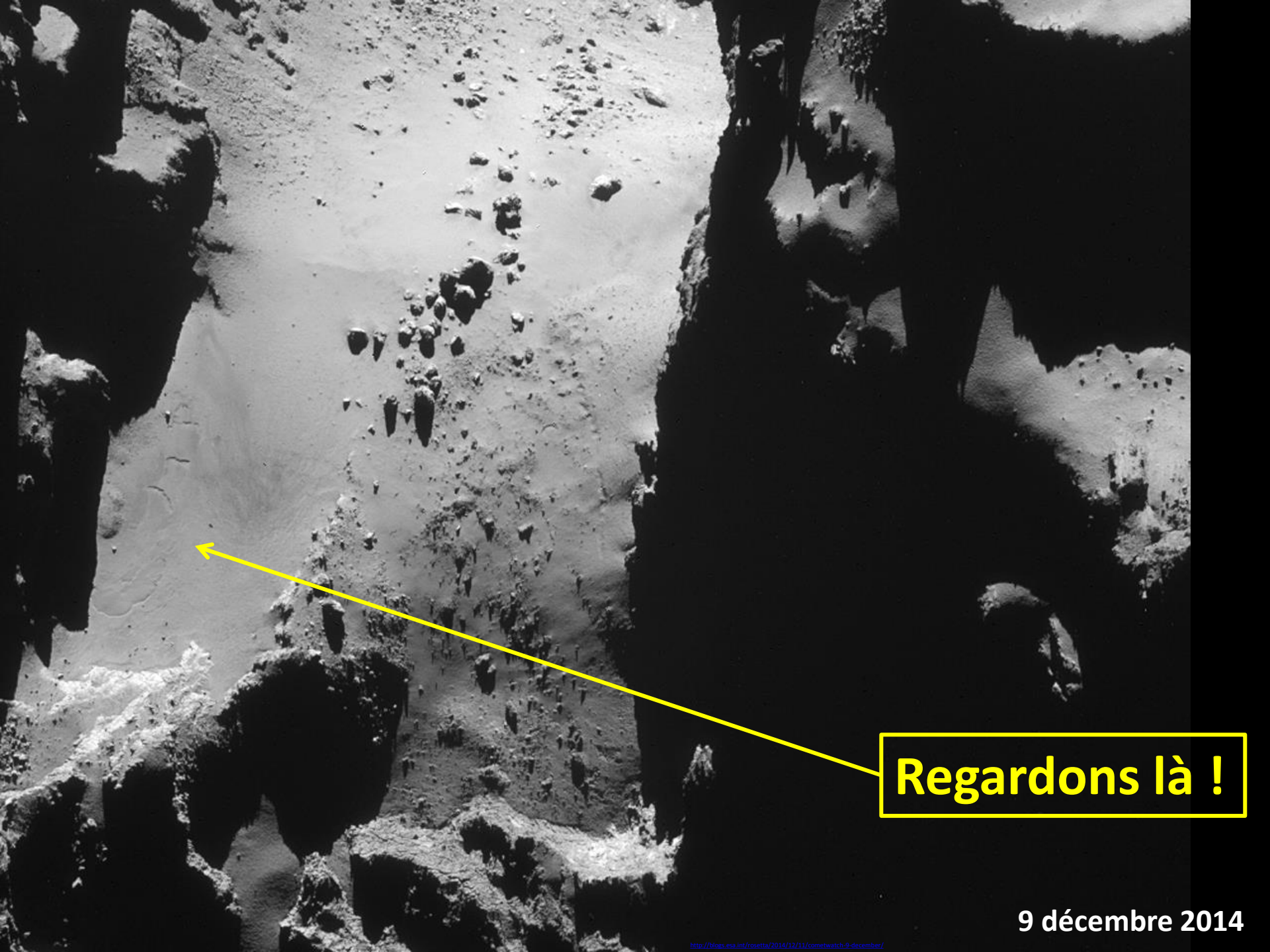


**Revenons  
dans le cou  
avec une  
image du 9  
décembre.  
On va  
zoomer  
en bas à  
gauche.**



9 décembre 2014





**Regardons là !**

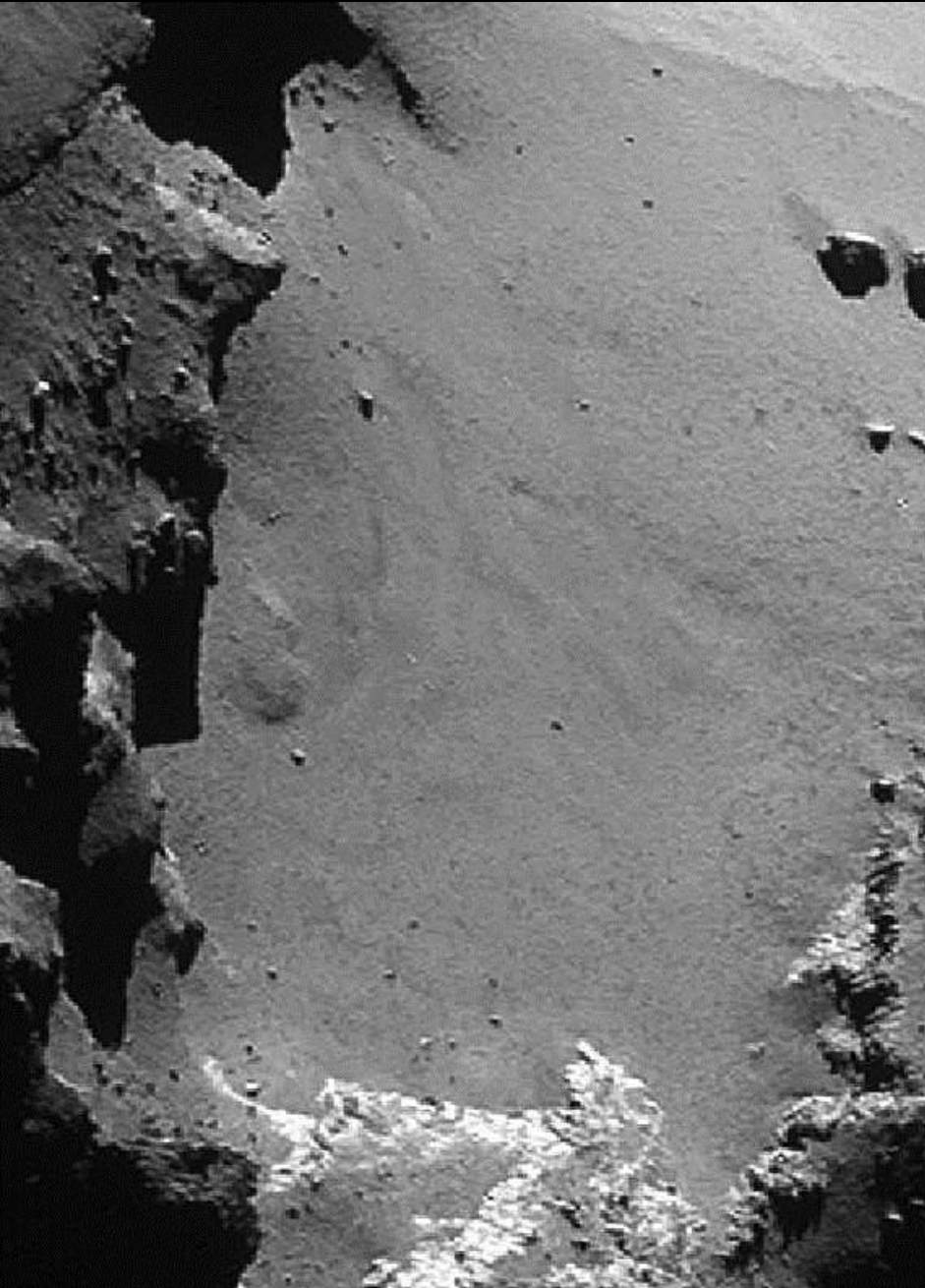
9 décembre 2014

**On voit des « sillons flexueux », bien présents le 9 décembre 2014, mais absents le ...**



**9 décembre 2014**

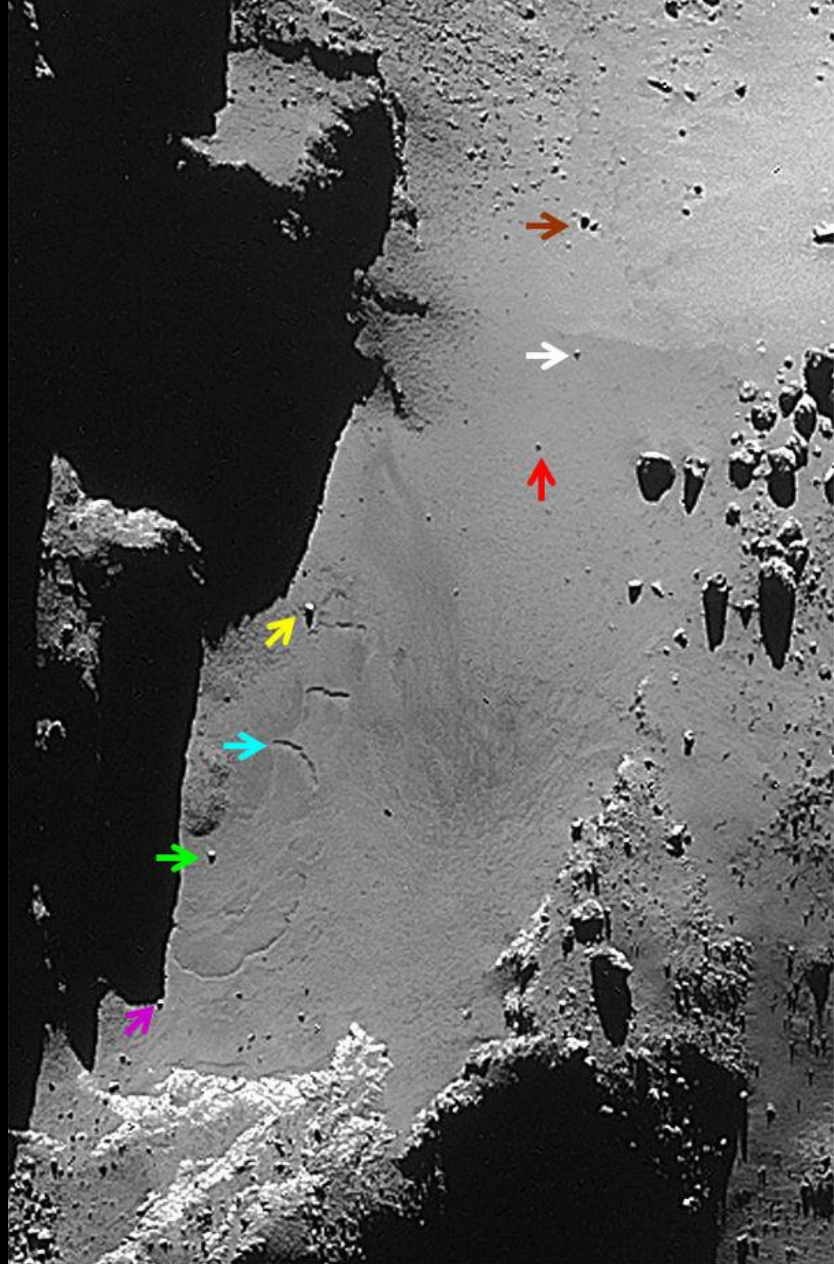




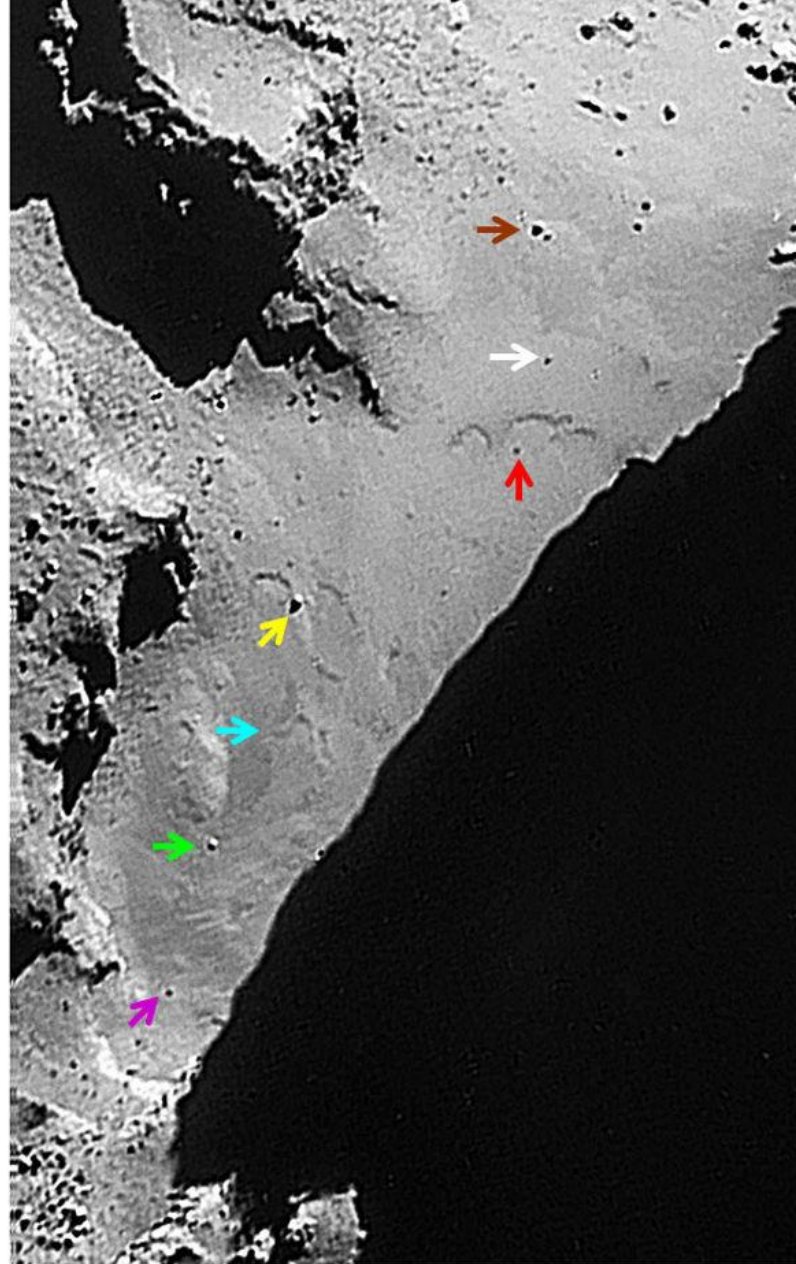
**2 octobre 2014**



**9 décembre 2014**



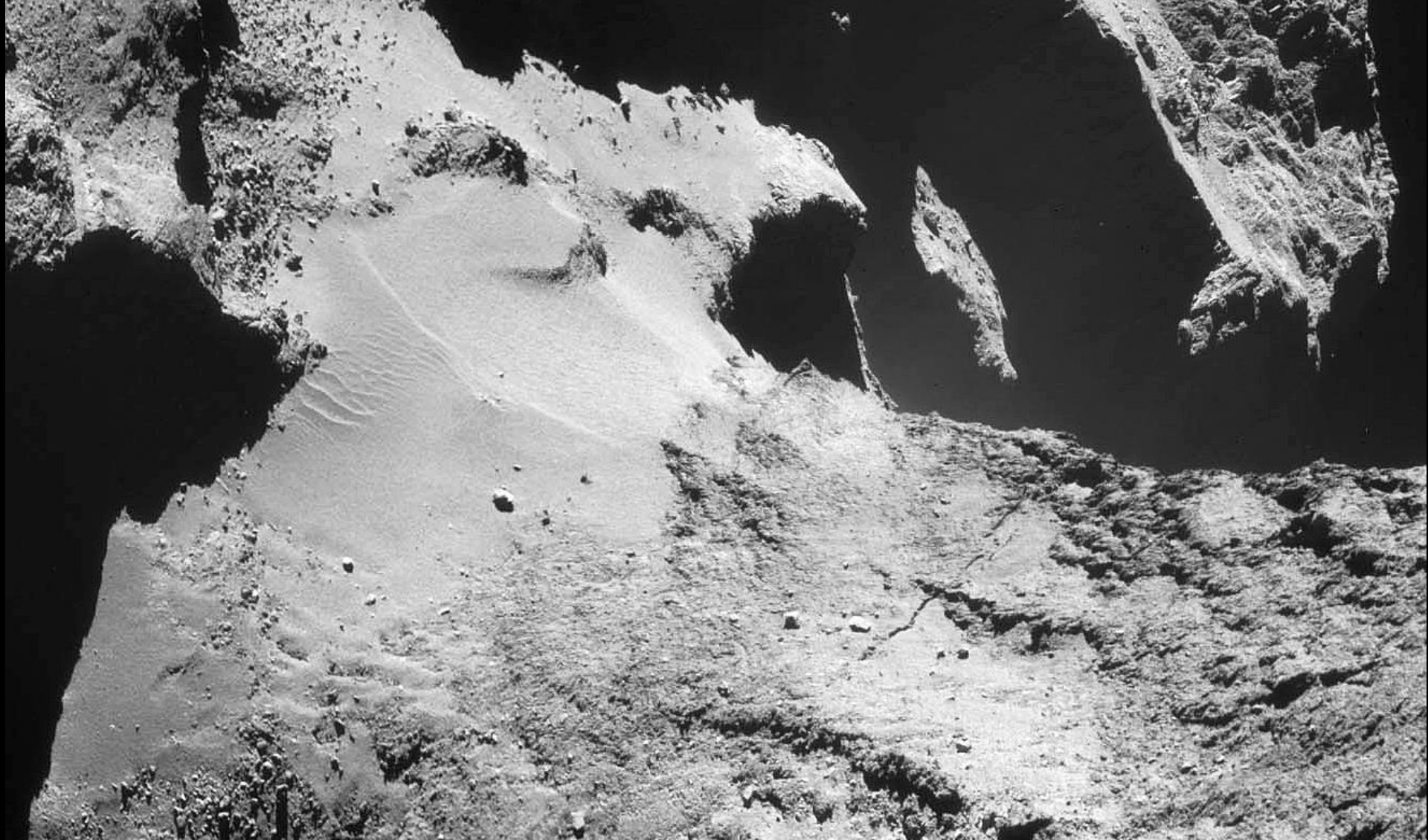
9 décembre 2014



22 janvier 2015

**Et ça « bouge » encore entre le 9 décembre et le 22 janvier.**





**Et dans le domaine de l'incroyable, du « vent » souffle sur ce corps sans atmosphère : la preuve, des dunes dans le cou !**

24 octobre 2014

[http://www.esa.int/spaceimages/images/2014/10/Comet\\_on\\_24\\_October\\_NavCam](http://www.esa.int/spaceimages/images/2014/10/Comet_on_24_October_NavCam)

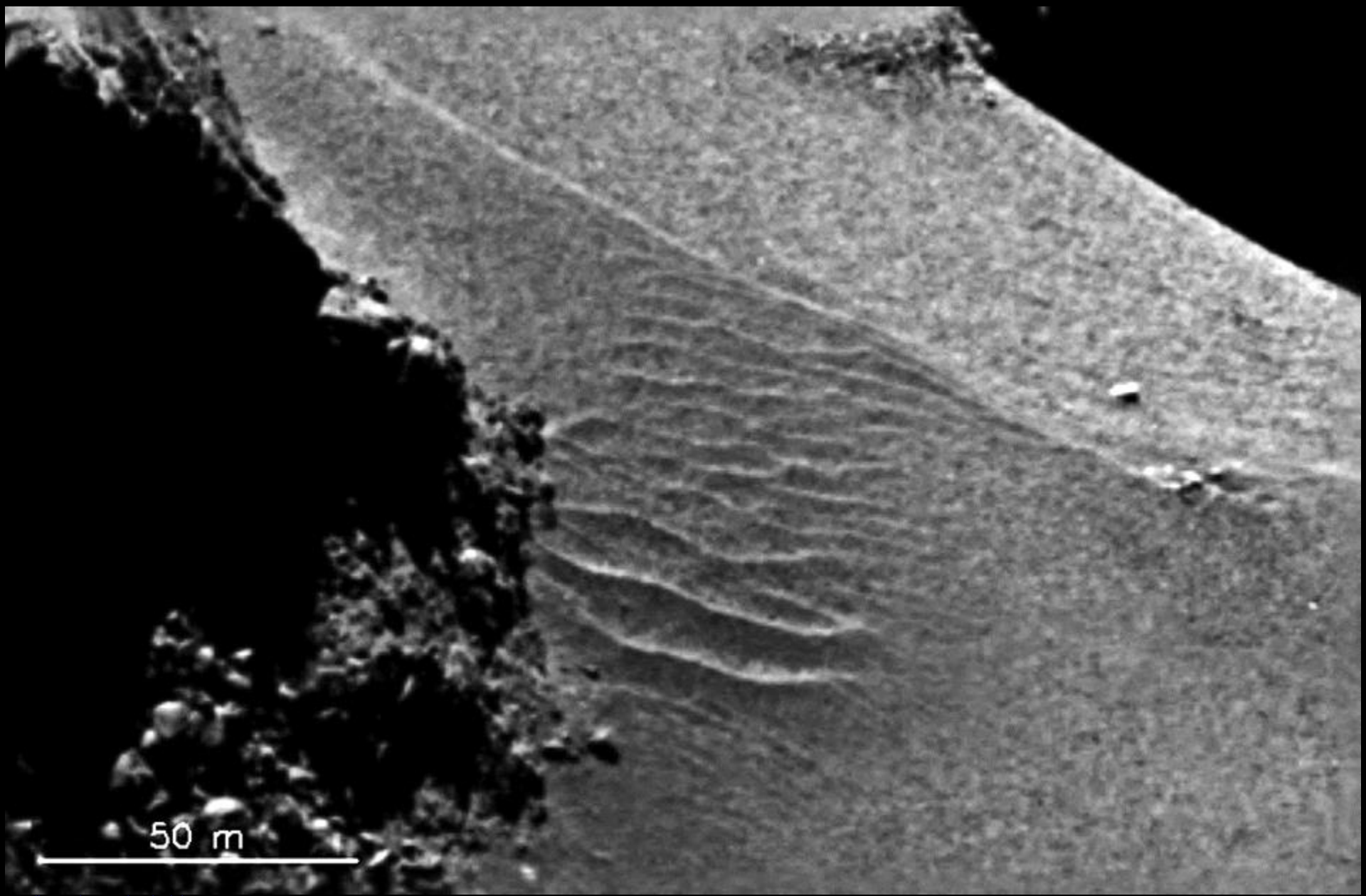


24 octobre 2014

[http://www.esa.int/SpaceInImages/Images/201410/Comet\\_on\\_24\\_October\\_2014](http://www.esa.int/SpaceInImages/Images/201410/Comet_on_24_October_2014)

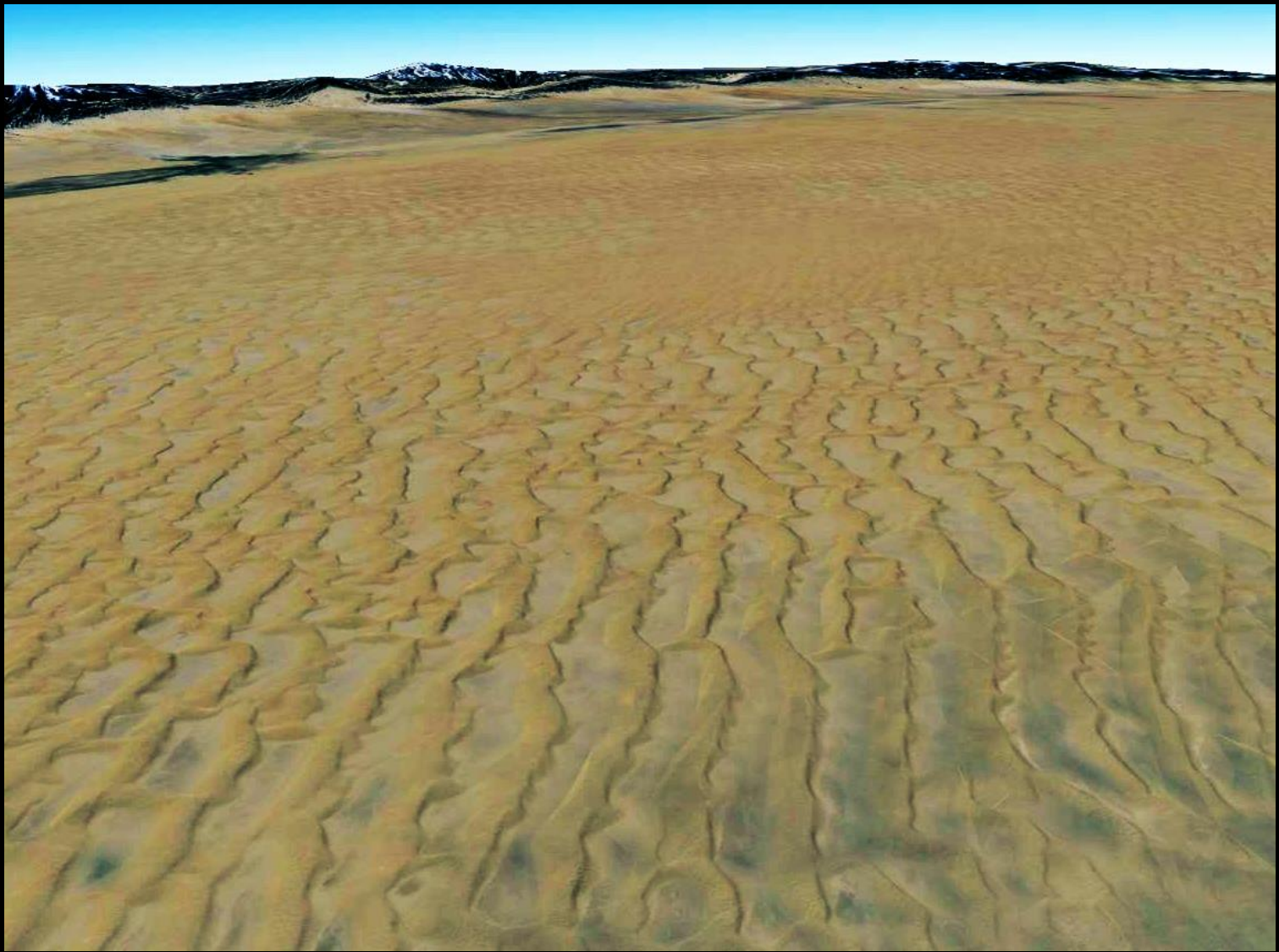
**Gros plan sur ces « quasi-dunes ».**





[http://www.esa.int/spaceimages/Images/2015/01/Ripples\\_and\\_wind\\_balls](http://www.esa.int/spaceimages/Images/2015/01/Ripples_and_wind_balls)

18 septembre 2014



**Un équivalent terrestre par  $40^{\circ} 07' N$  et  $85^{\circ} 25' E$ .  
Mais l'espace entre dunes n'est pas de 10 m,  
mais de 1000 m.**





**Encore plus fort. Vous avez déjà vu des trainées de sable laissées par le vent à l'abris d'obstacles ? Et bien, on dirait qu'il y a la même chose ...**

... sur Chury !  
Qui l'aurait dit ?

50 m

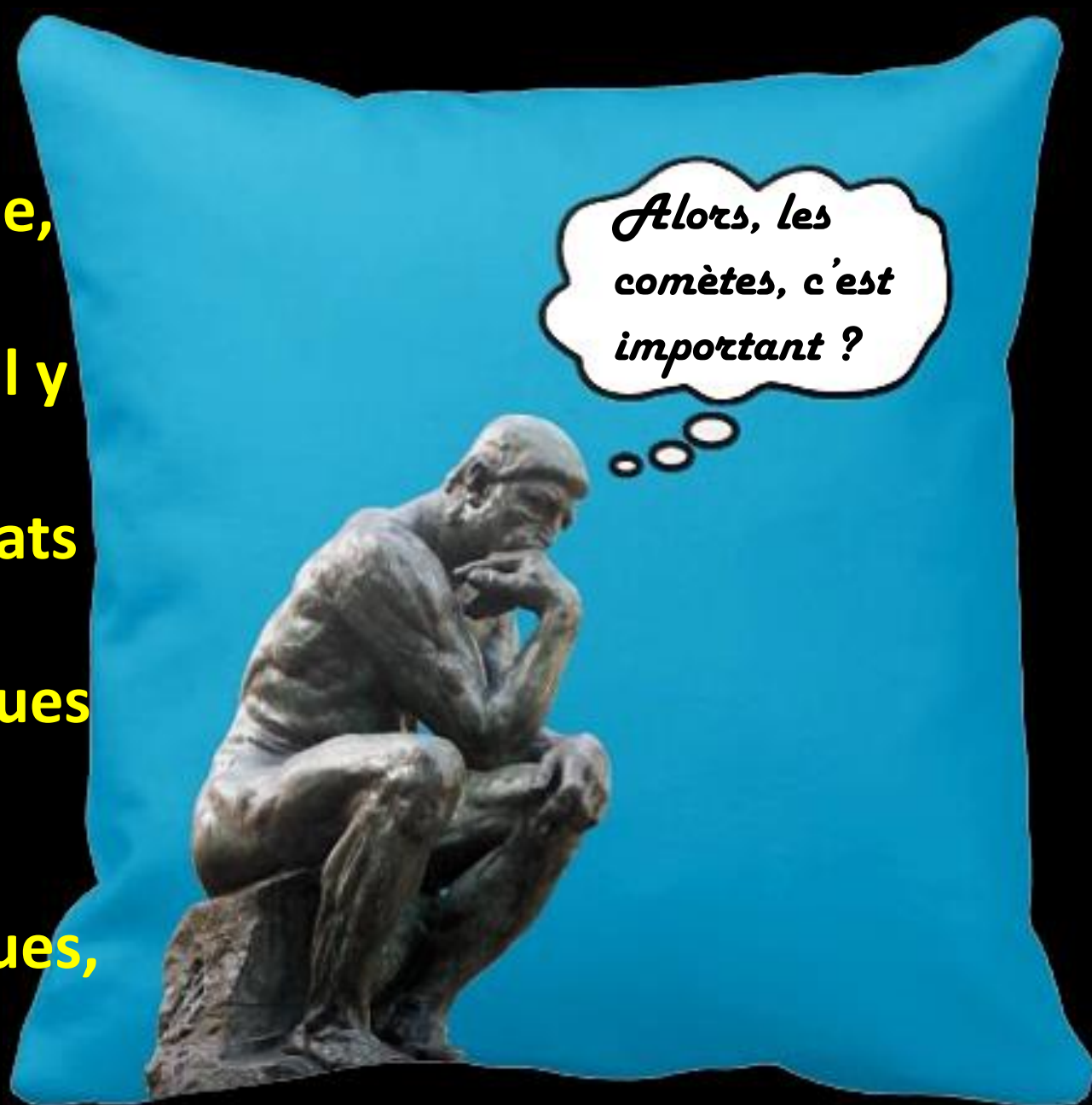


18 septembre 2014

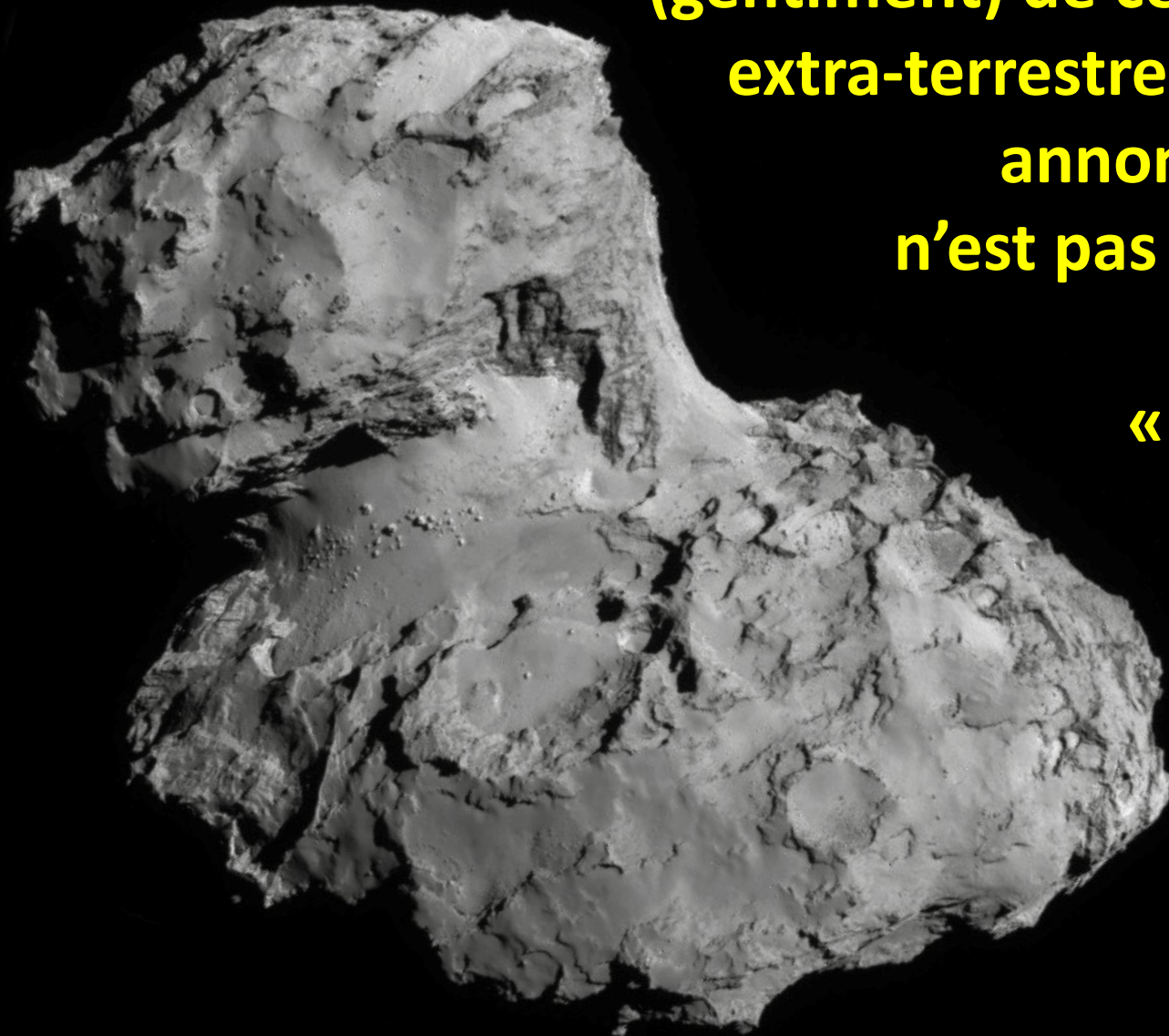


Si il me restait du temps, on verrait (1) La saga de Philae, mais elle a été exposée ici même il y a 3h par Eric, et (2) quelques résultats scientifiques (physiques, chimiques ...) importants. En attendant ces résultats scientifiques, voici quelques conclusions

morphologiques : (1) C'est incroyable et incompréhensible !

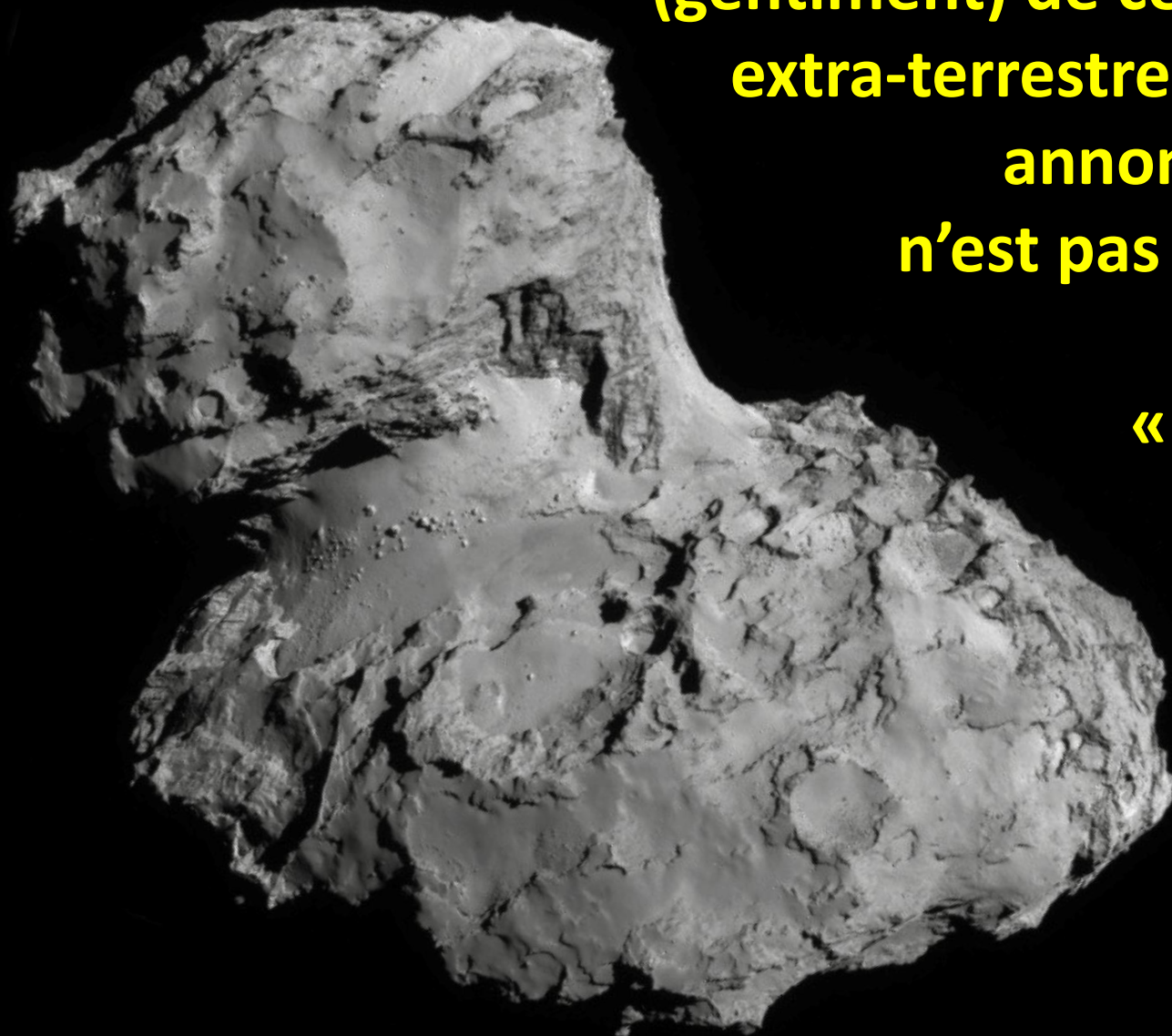


**Deuxième conclusion : on va conclure en se moquant (gentiment) de ceux qui voient des extra-terrestres partout. Je vous annonce que « Chury » n'est pas une comète. C'est une sculpture « sphinxomorphe » faite par des descendants d'Egyptiens antiques et d'extraterrestres débarqués sur Terre il y a 5000 ans.**

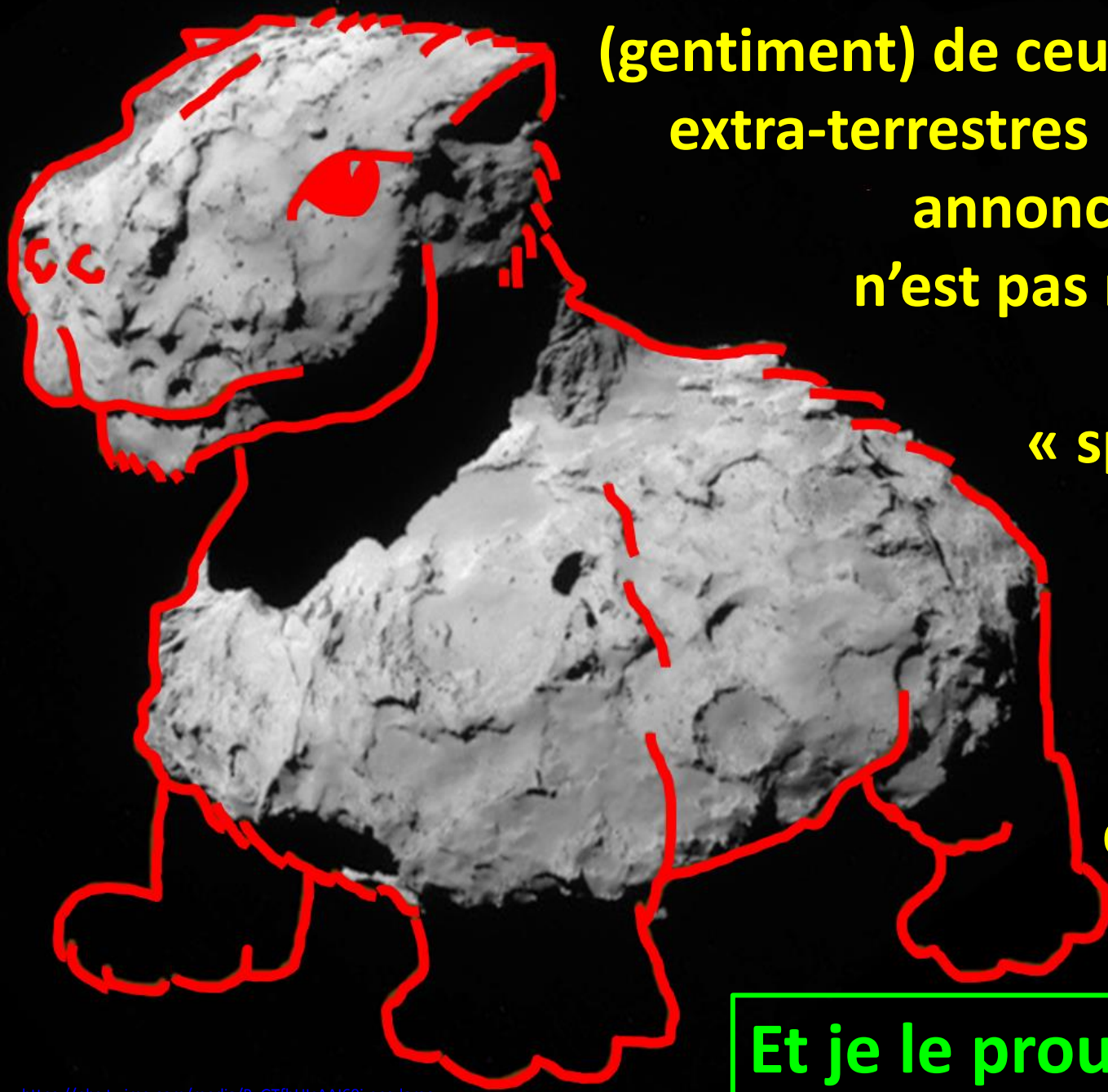




**Deuxième conclusion : on va conclure en se moquant (gentiment) de ceux qui voient des extra-terrestres partout. Je vous annonce que « Chury » n'est pas une comète. C'est une sculpture « sphinxomorphe » faite par des descendants d'Egyptiens antiques et d'extraterrestres débarqués sur Terre il y a 5000 ans.**



**Et je le prouve !**



On va conclure en se moquant (gentiment) de ceux qui voient des extra-terrestres partout. Je vous annonce que « Chury » n'est pas ne comète. C'est une sculpture « sphinxomorphe » faite par des descendants d'Egyptiens antiques et d'extraterrestres débarqués sur Terre il y a 5000 ans.

**Et je le prouve !**



Quelques résultats scientifiques connus (début août 2015), présentés en vrac ( $\pm$  ordre d'apparition). Peu de résultats « publiés » dans les grandes revues, et c'est normal au bout de seulement quelques mois ! Mais très (trop) peu de résultats préliminaires sont fournis, ce qui est une différence fondamentale entre l'ESA et la NASA.



# La carte d'identité, mise à jour en novembre 2014

## → COMET 67P/CHURYUMOV-GERASIMENKO'S VITAL STATISTICS

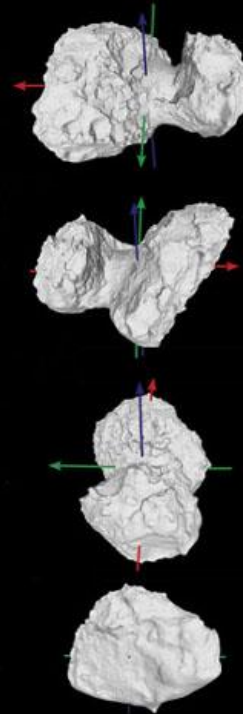


**21.4 km<sup>3</sup>**  
Volume

**1.0 × 10<sup>13</sup> kg**  
Mass

**470 kg/m<sup>3</sup>**  
Density

**70–80%**  
Porosity



Rotation period  
**12.4043** hours

Spin axis:  
**69.3°**  
Right Ascension

**64.1°**  
Declination

**52°**  
Obliquity of the  
comet's rotational axis

X,Y Equatorial axes  
Z Spin axis

**4**  
Dust/gas ratio

**5.3 × 10<sup>-4</sup>**  
D/H ratio

Average water vapour production  
**300 ml/s** → June 2014  
**600 ml/s** → July 2014  
**1200 ml/s** → August 2014

**-93 °C to -43 °C**  
Surface temperature

**-243 °C to -113 °C**  
Subsurface temperature

**6%**  
Average albedo

**Cette température va augmenter jusqu'au passage au périhélie. En appliquant la loi de Stephan-Boltzmann, on trouve environ + 60°C sur une surface perpendiculaire aux rayons solaires et -30°C en moyenne sur toute la surface**

Rotation/shape model: OSIRIS; surface temperature: VIRTIS; subsurface temperature: MIRO; water production rate: MIRO; D/H: ROSINA; dust/gas: GIADA, MIRO, ROSINA; volume: OSIRIS; mass: RSI; density: RSI/OSIRIS; albedo: OSIRIS, VIRTIS; comet images: NavCam

Data based on values published in January 2015



# Il y a déjà eu des annonces de la composition des gaz (simples) :

ROSINA has detected many molecules as published on **11 september 2014** :

Water (H<sub>2</sub>O)

Carbon monoxide (CO)

Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>)

Ammonia (NH<sub>3</sub>)

Methane (CH<sub>4</sub>)

Methanol (CH<sub>3</sub>OH)

But today (**23 october 2014**) we can report that the following have also been detected :

Formaldehyde (CH<sub>2</sub>O)

Hydrogen sulphide (H<sub>2</sub>S)

Hydrogen cyanide (HCN)

Sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>)

Carbon disulphide (CS<sub>2</sub>)

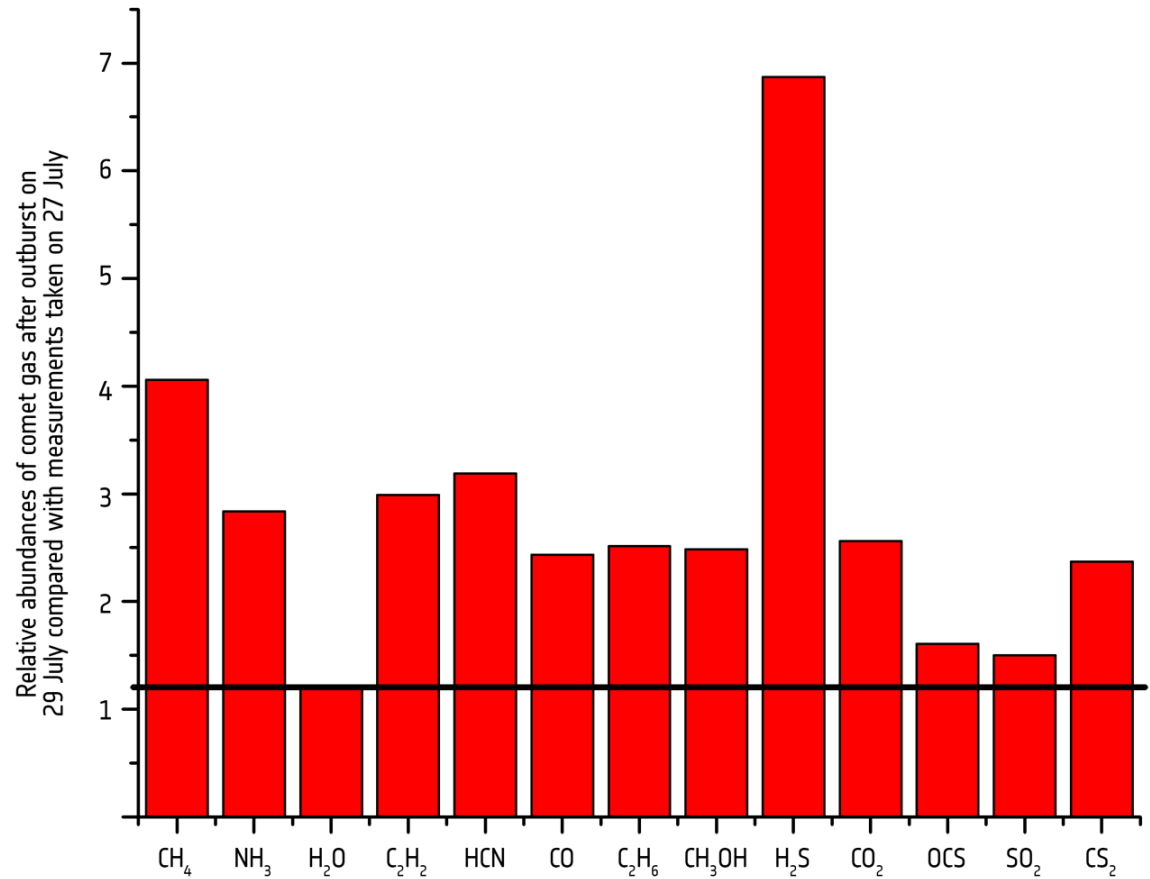
And an other result (**19 march 2015**) :

The N<sub>2</sub>/CO ratio is  $5.70 \pm 0.66 \times 10^{-3}$

10 septembre 2014

**Le 11 août,  
publication  
sur le blog de  
l'ESA de la  
composition  
des gaz juste  
après  
l'éruption du  
29 juillet**

**→ ROSINA MEASUREMENTS OF COMET GAS FOLLOWING OUTBURST**



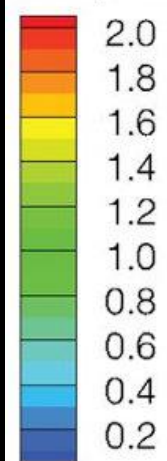
[http://www.esa.int/spaceinimages/image/2015/08/Gas\\_changes\\_during\\_29\\_july\\_outburst](http://www.esa.int/spaceinimages/image/2015/08/Gas_changes_during_29_july_outburst)



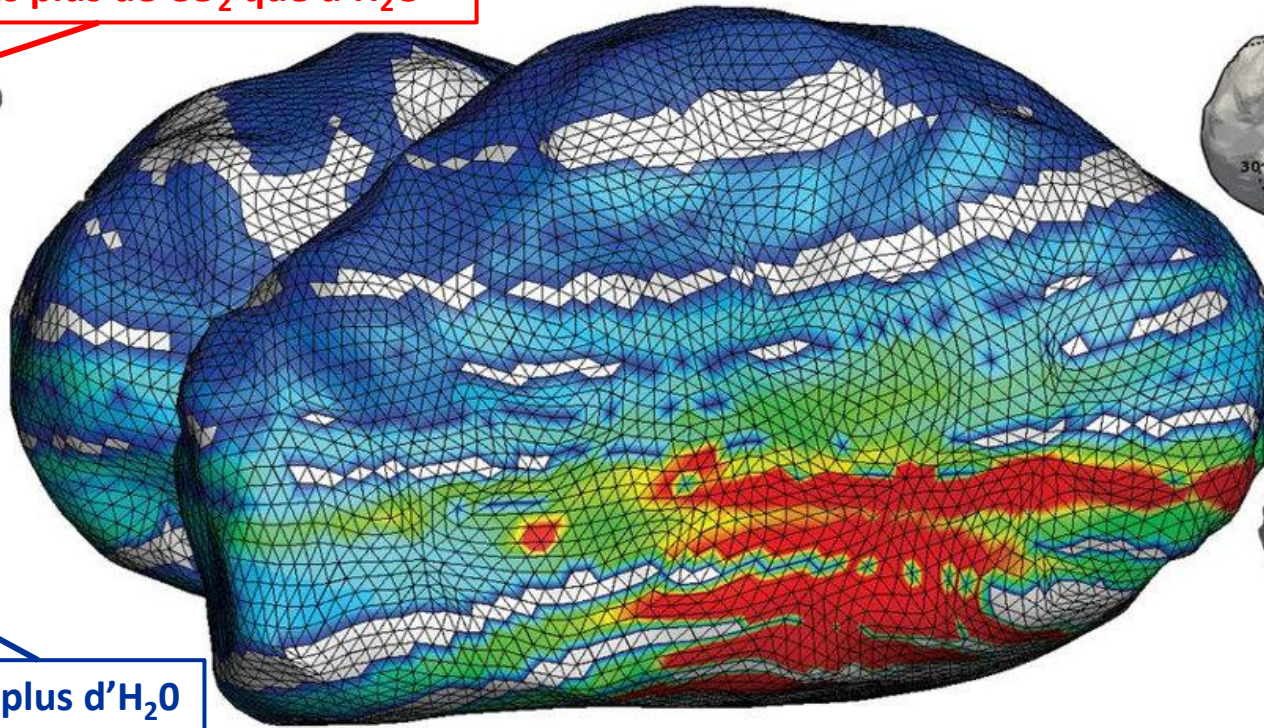


2 fois plus de  $\text{CO}_2$  que d' $\text{H}_2\text{O}$

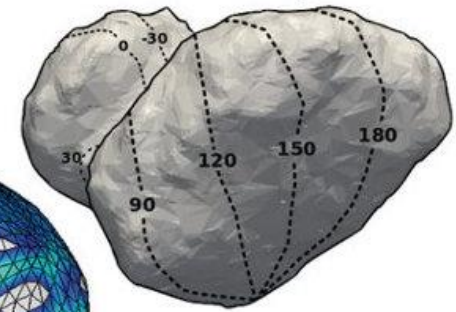
$\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$



5 fois plus d' $\text{H}_2\text{O}$   
que de  $\text{CO}_2$



Longitudes



Latitudes

30°  
0°  
-30°



<http://www.sciencemag.org/content/347/6220.toc>

Science 23 January 2015 vol 347, issue 6220

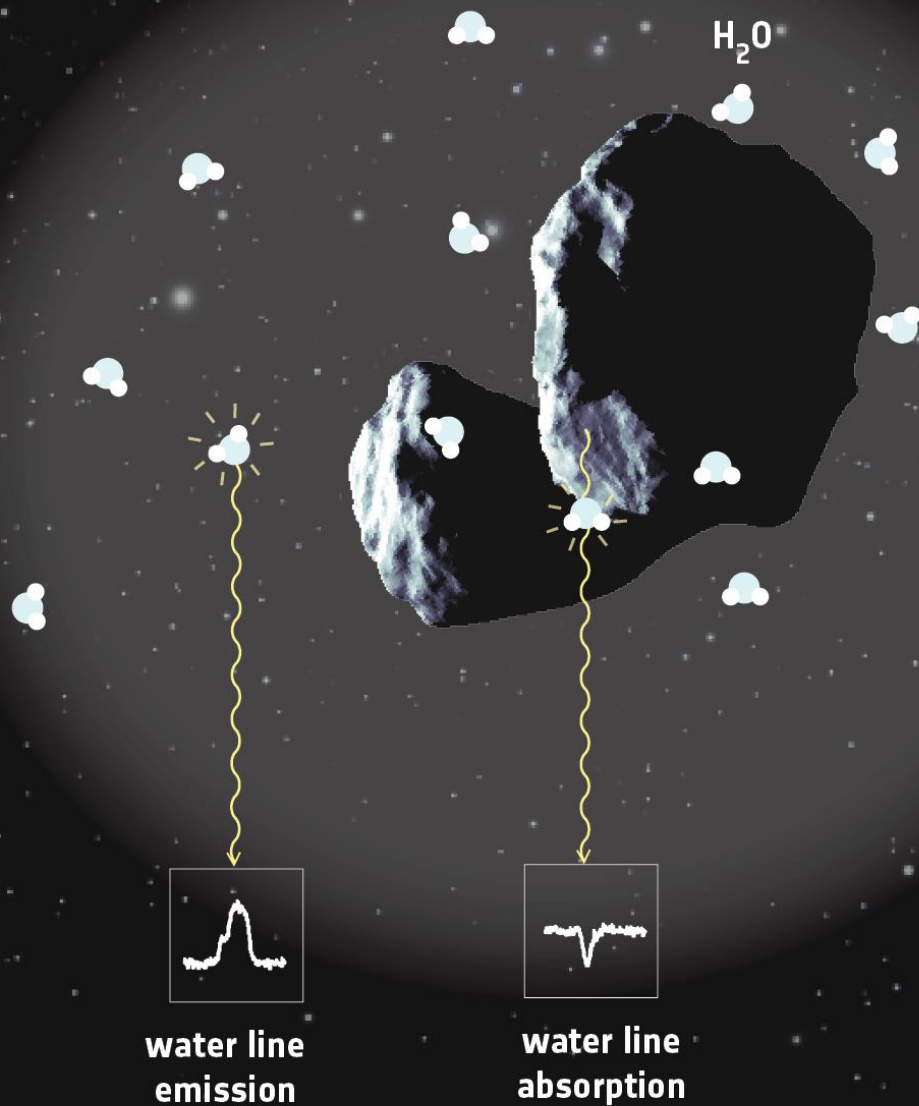
**Un exemple de résultat publié : au dessus de la majorité de la surface, les gaz qui s'échappaient en août-septembre sont surtout composés d' $\text{H}_2\text{O}$ . Au-dessus de quelques zones localisées, c'est le  $\text{CO}_2$  qui domine. La comète serait hétérogène.**

La perte de gaz augmente avec l'approche du soleil : 0,3 kg/s à 1,2 kg/s de juin à août 2014 (et 4 fois plus de poussière). Si on intègre tout ça sur une orbite complète (6,4 ans), la perte d'eau serait de 3 à  $5 \cdot 10^9$  kg par orbite. Attendons le passage au périhélie pour voir si c'est vrai ! La comète « maigrit ».

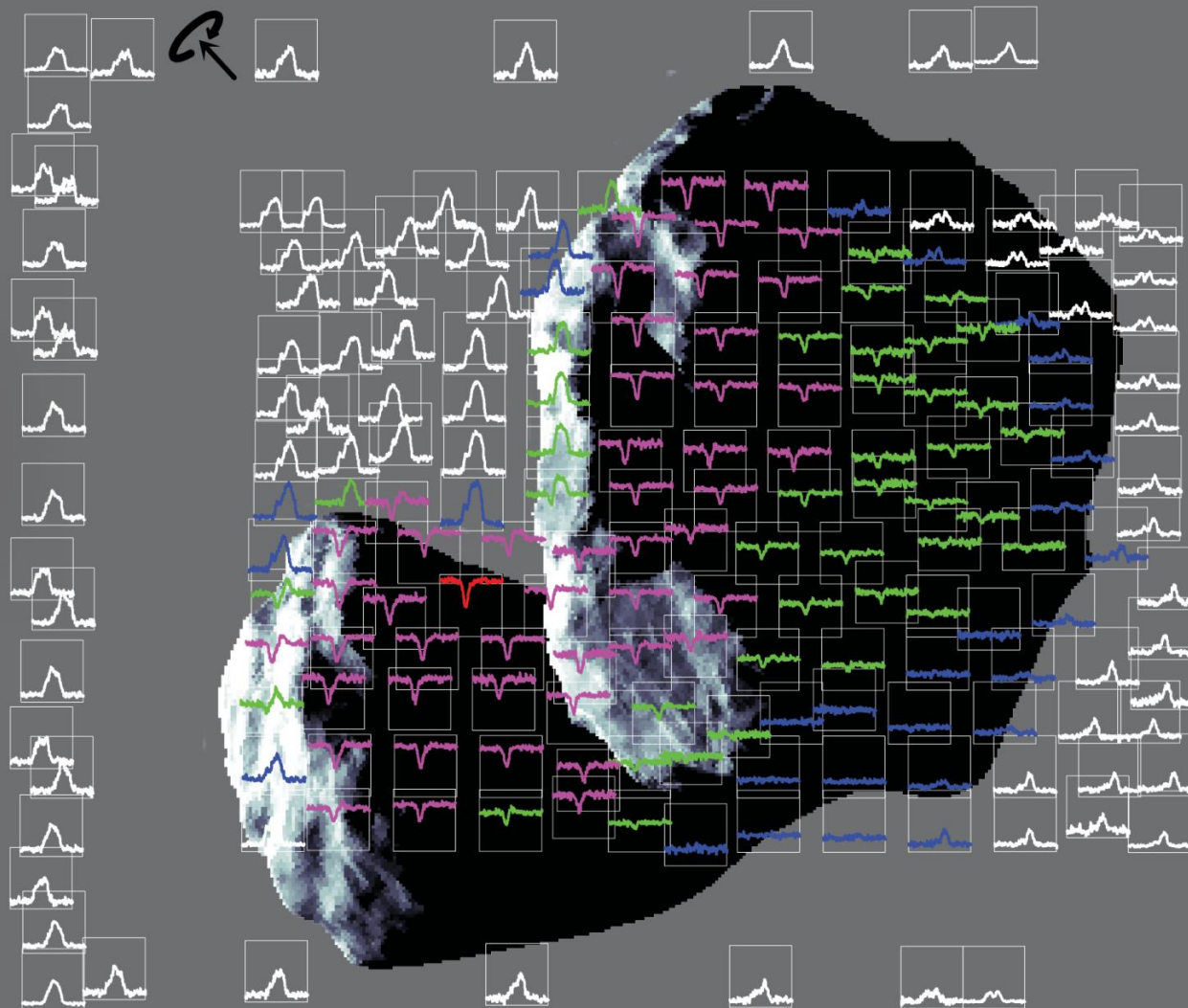


La comète ayant une masse de  $10^{13}$  kg, on voit avec ces données provisoire que la comète « maigrit » vite. Elle « se dévolatiliserait » complètement par sublimation en quelques dizaines de milliers d'orbites, c'est-à-dire en quelque centaines de milliers d'années, temps géologiquement et astronomiquement très bref.





**Le 18 juin 2015, un résultat plus explicite et détaillé est publié dans *Astronomy & Astrophysics* et dans le blog de l'ESA. Voici le principe des mesures : quantifier l'intensité des pics d'émission et d'absorption de la vapeur d'eau tout autour de la comète.**



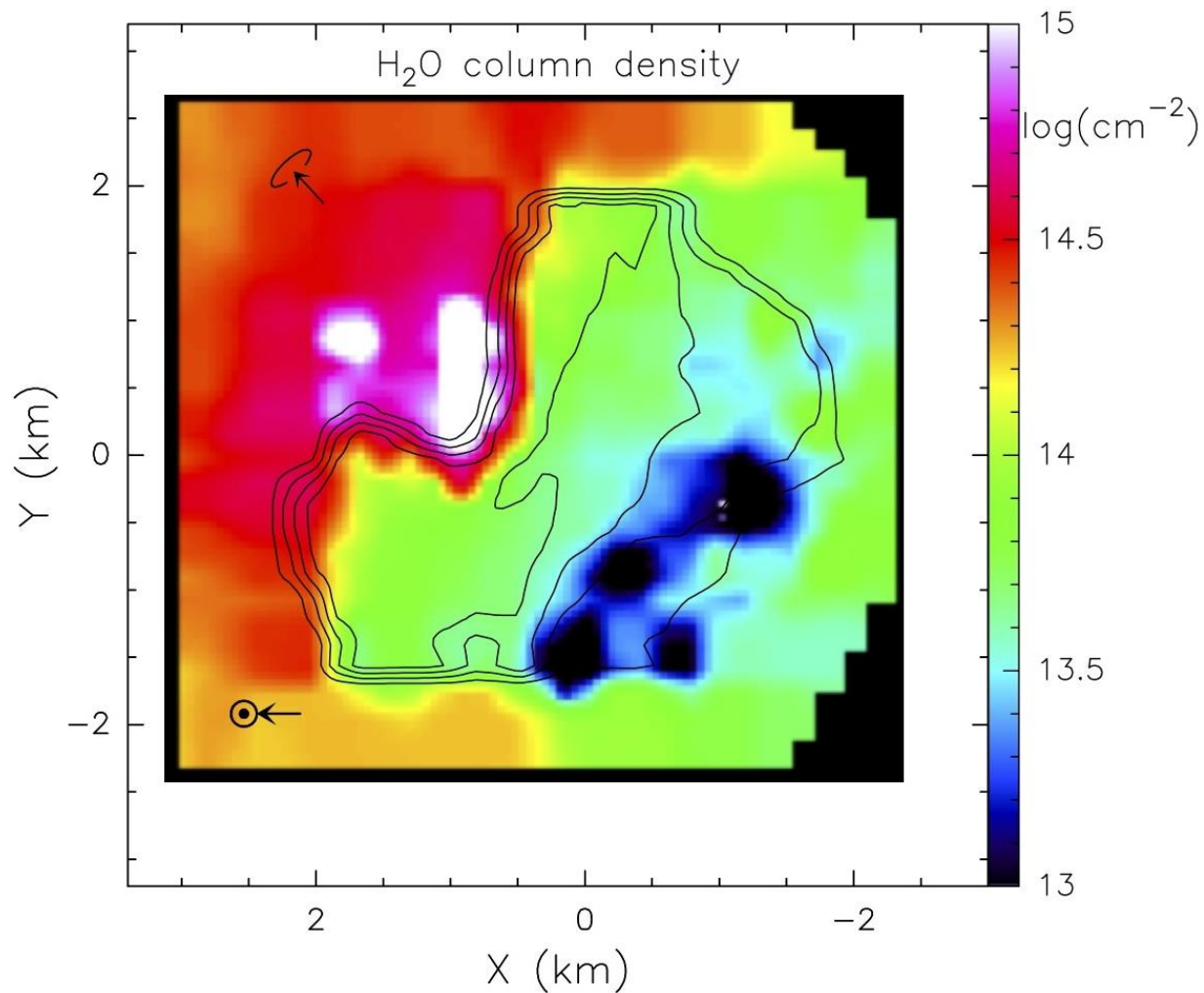
<http://blogs.esa.int/rosetta/2015/06/19/miro-maps-water-in-comets-coma/>

*This figure provides an indication of the relative position of each spectrum with respect to the nucleus. The scanning procedure lasted almost four hours, and the nucleus rotated by about 90 degrees in the meantime.*

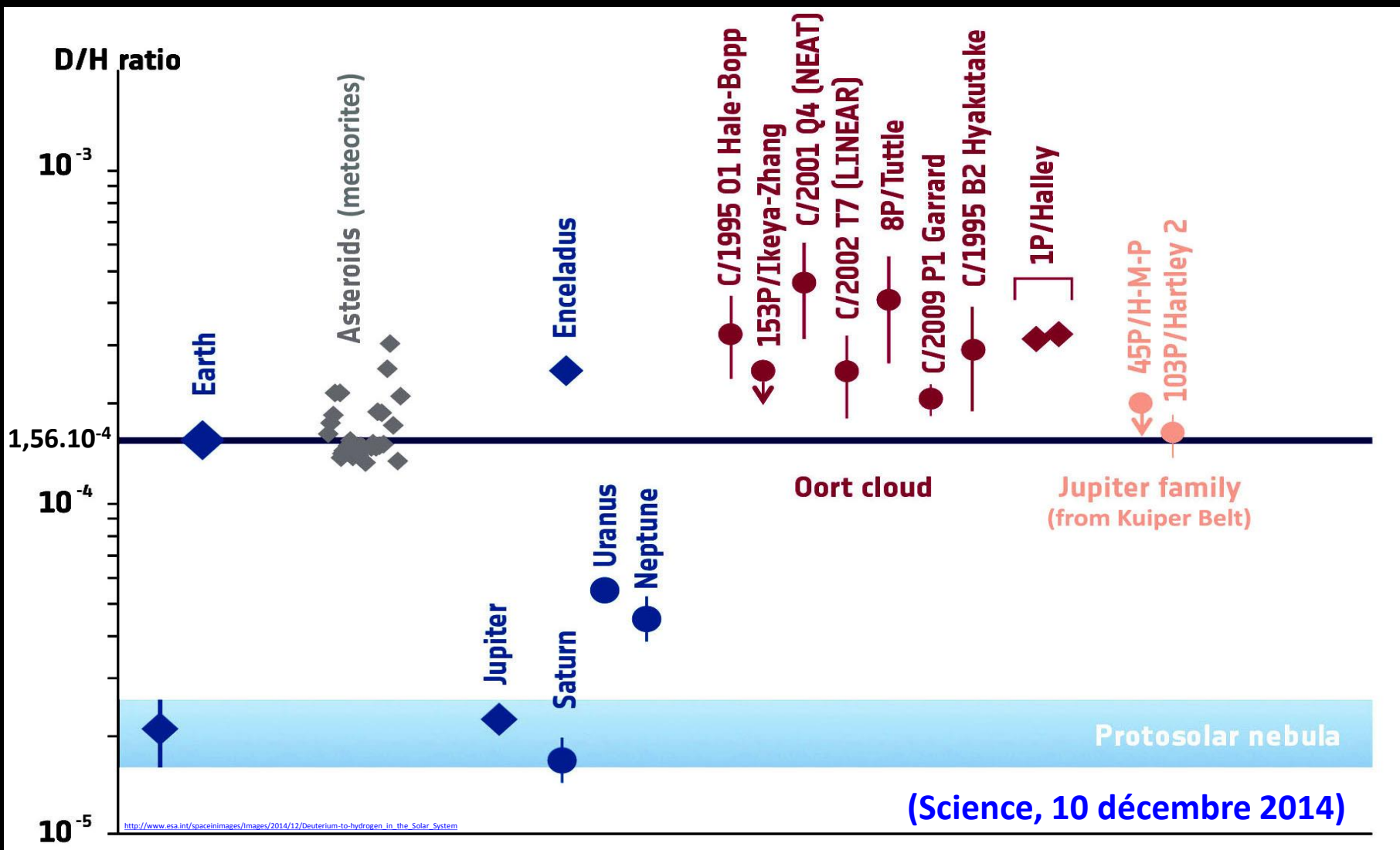
*The colour scale refers to the temperature of background emission from the nucleus (blue:  $< -223\text{ }^{\circ}\text{C}$ , green:  $-223\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $-173\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pink:  $-173\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $-123\text{ }^{\circ}\text{C}$ , and red  $> -123\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).*

**Voici les mesures du 7-09-2014, publiées le 18 juin 2015. Si on intègre tout ça (intégration au sens mathématique), ça donne la quantité de vapeur en chaque ligne de visée.**



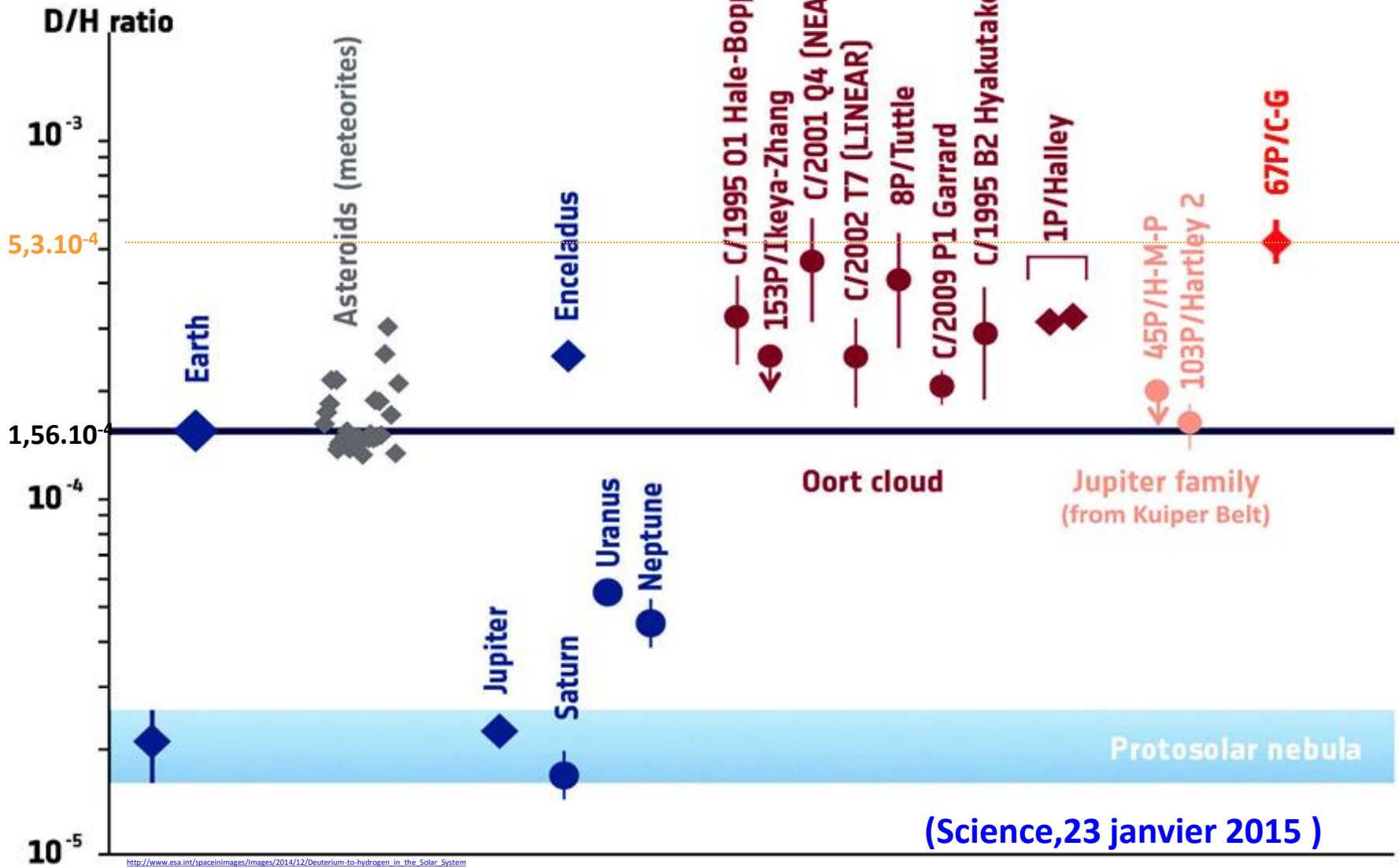


**Voici le résultat en nombre de molécules d'H<sub>2</sub>O par cm<sup>2</sup> sur la ligne de visée (échelle log). Ca va de 10<sup>13</sup> à 10<sup>15</sup>. Ca correspond, pour ce 7 septembre 2014, à une perte d'H<sub>2</sub>O de 27 ± 12 kg/s**

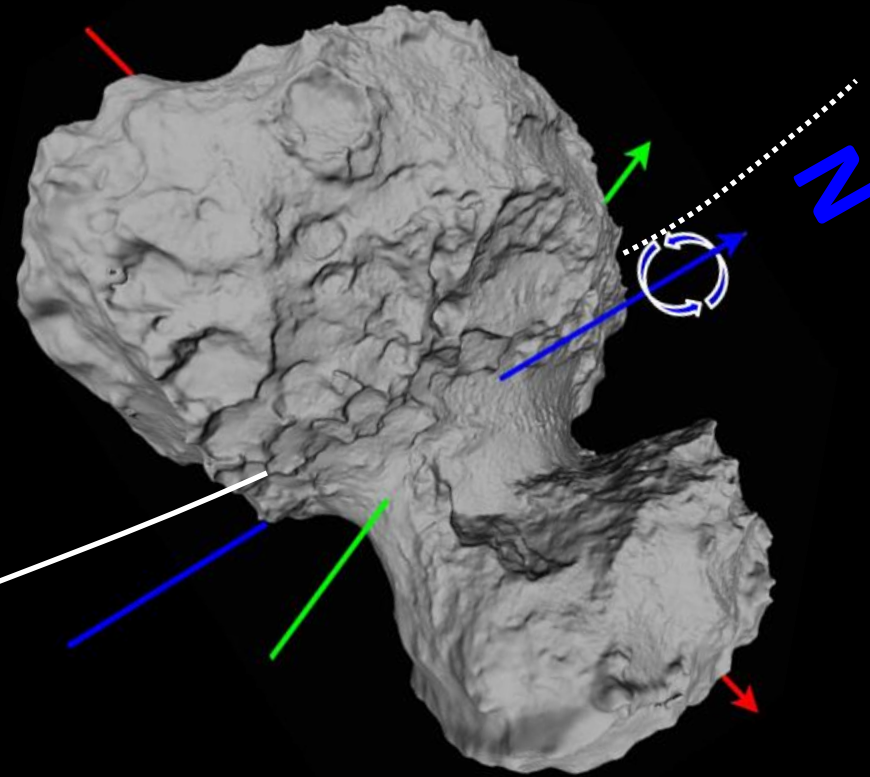


**Un autre résultat scientifique publié dans *Science* concernant l'origine de l'eau terrestre : le rapport D/H. Voici ce qu'ont savait « avant ».**



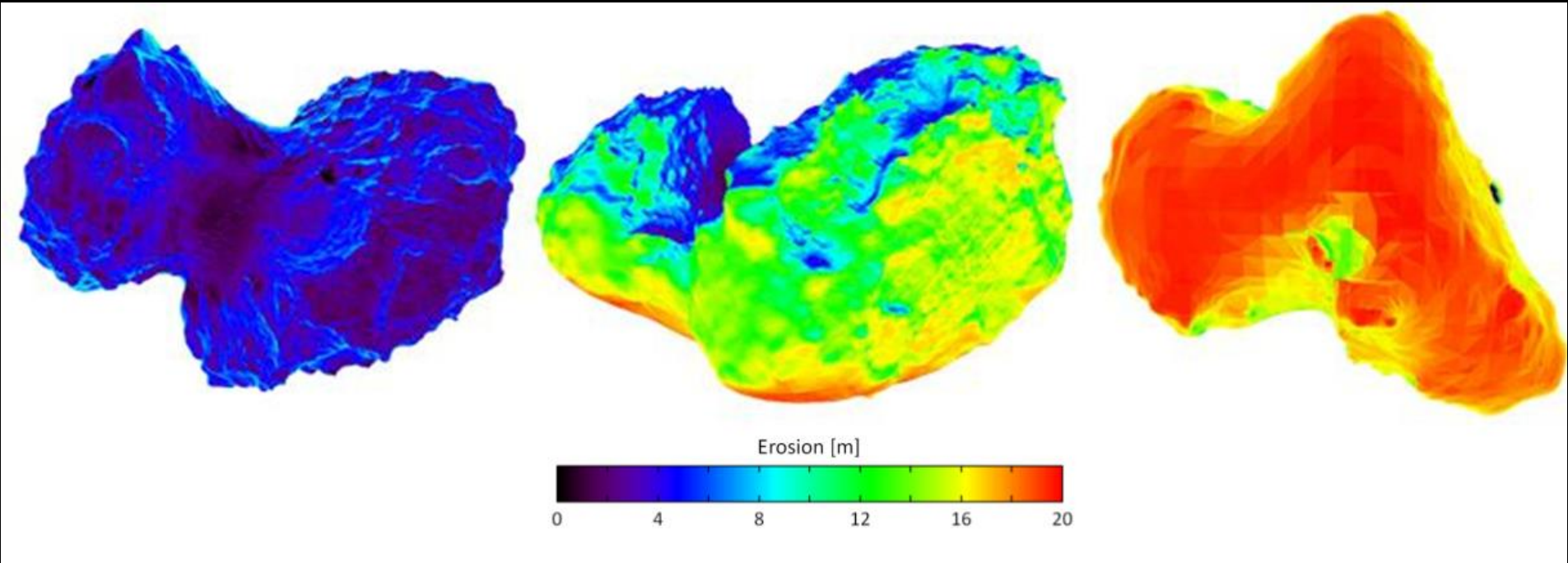


**Or, le rapport D/H de Chury mesuré par Rosetta entre le 8 août et le 5 septembre 2014 est de 5,3/10 000 ! Rien n'est simple ! Affaire à suivre !**

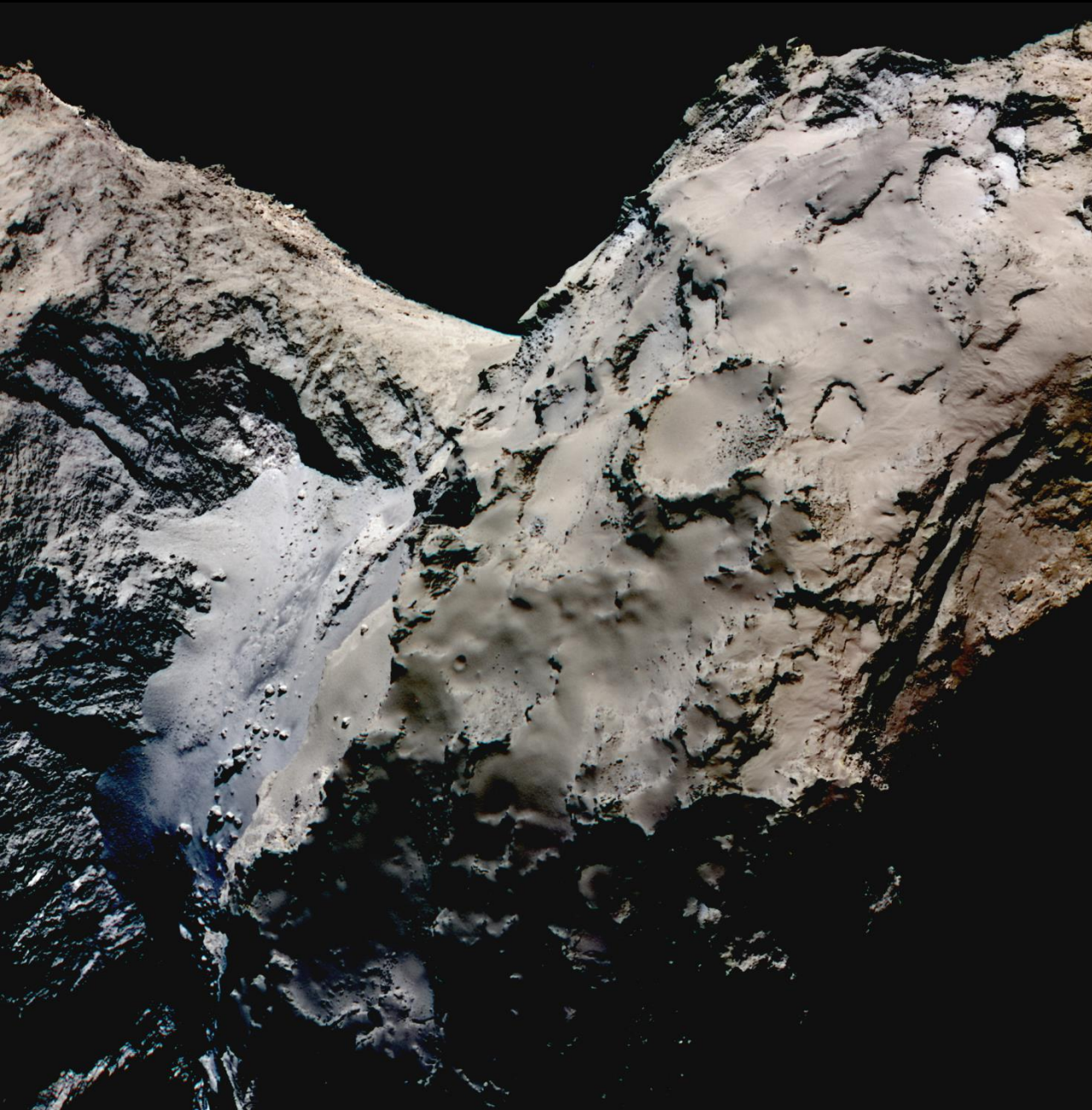


**L'inclinaison de l'axe de rotation sur l'écliptique fait que c'est « l'hémisphère » sud qui est dirigé vers le soleil lors du passage au périhélie**



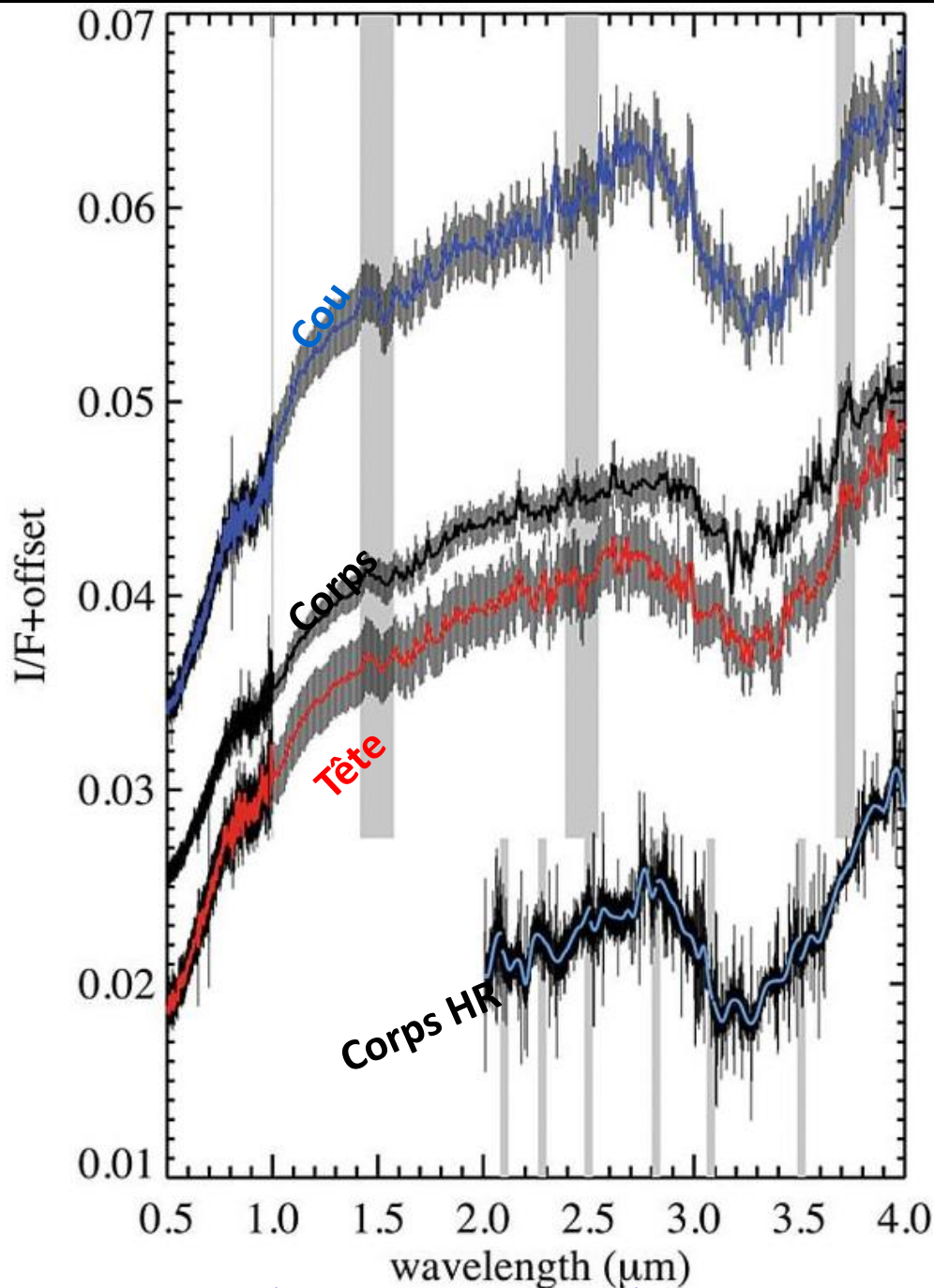


**Selon les modélisations tenant compte des données les plus récentes (avant février 2015), l'hémisphère sud (à droite) perdrait une couche de poussière de 20 m d'épaisseur à chaque orbite. L'hémisphère nord (à gauche) en perdrait quatre fois moins. On verra ce qu'il en est après le passage au périhélie.**

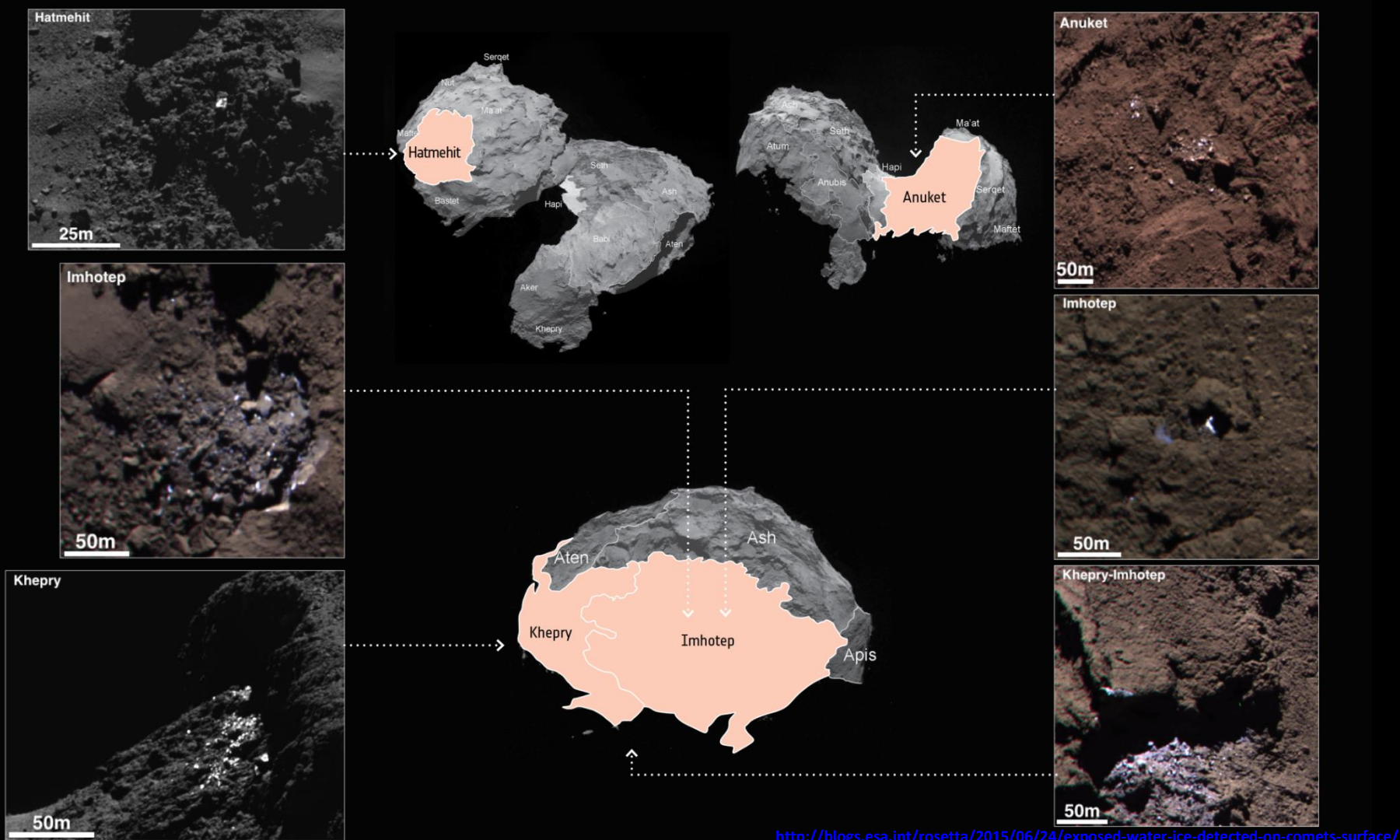


**Rosetta, avec les instruments OSIRIS, peut obtenir des images couleurs (quasiment aucune n'est publiées). Elle peut aussi faire des spectres Infra-Rouge avec VIRTIS qui, à termes, permettrons de connaitre assez bien la composition chimique de surface.**





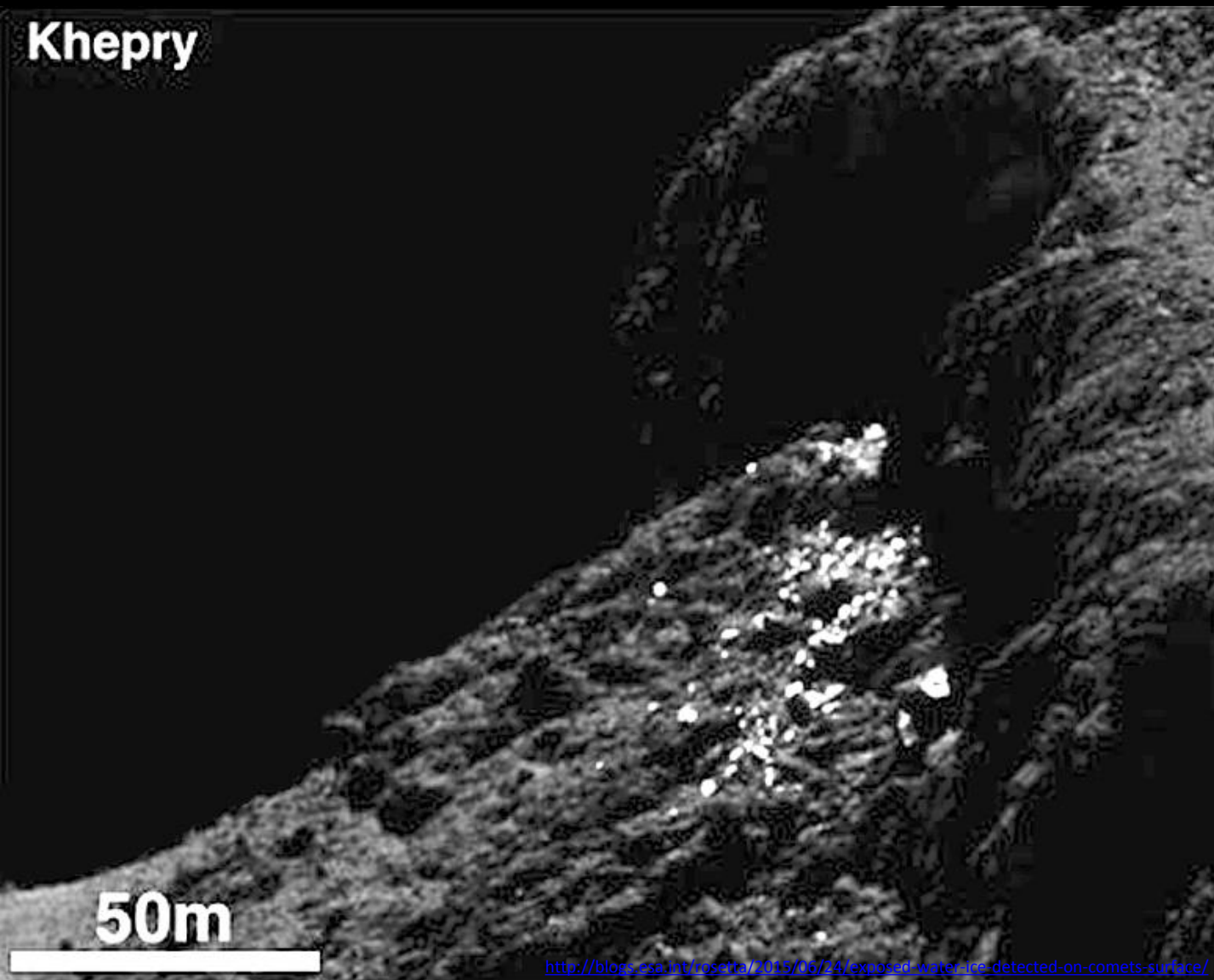
L'instrument VIRTIS ( *Visible, Infrared and Thermal Imaging Spectrometer* ) a pu déterminer que l'ensemble de la surface éclairée par le Soleil était compatible avec des minéraux opaques (silicates, sulfures ?) associés à des macro-molécules organiques non volatiles. Ce matériel organique semble constitué d'un mélange complexe de molécules présentant des fonctions carbone-hydrogène et carbone-oxygène, avec une petite contribution des fonctions azote-hydrogène. Dans les régions actives, les spectres suggèrent très une faible présence de glace d'eau. Aucun secteur riche en glace d'eau n'a été spectralement observé, ce qui indique que la surface est généralement déshydratée ».



**Le 3 juin 2015, on trouve des nouveaux résultats sur le blog de l'ESA et un pre-print d'Astronomy & Astrophysics, résultats obtenus sur des images OSIRIS de septembre 2014**



**Khepry**



<http://blogs.esa.int/rosetta/2015/06/24/exposed-water-ice-detected-on-comets-surface/>

**Dans les zones disloquées par des éboulements et autres effondrements, il y a des « points blancs », sans doute de la glace vive. Pas de changements entre août et septembre 2014**

**Imhotep**



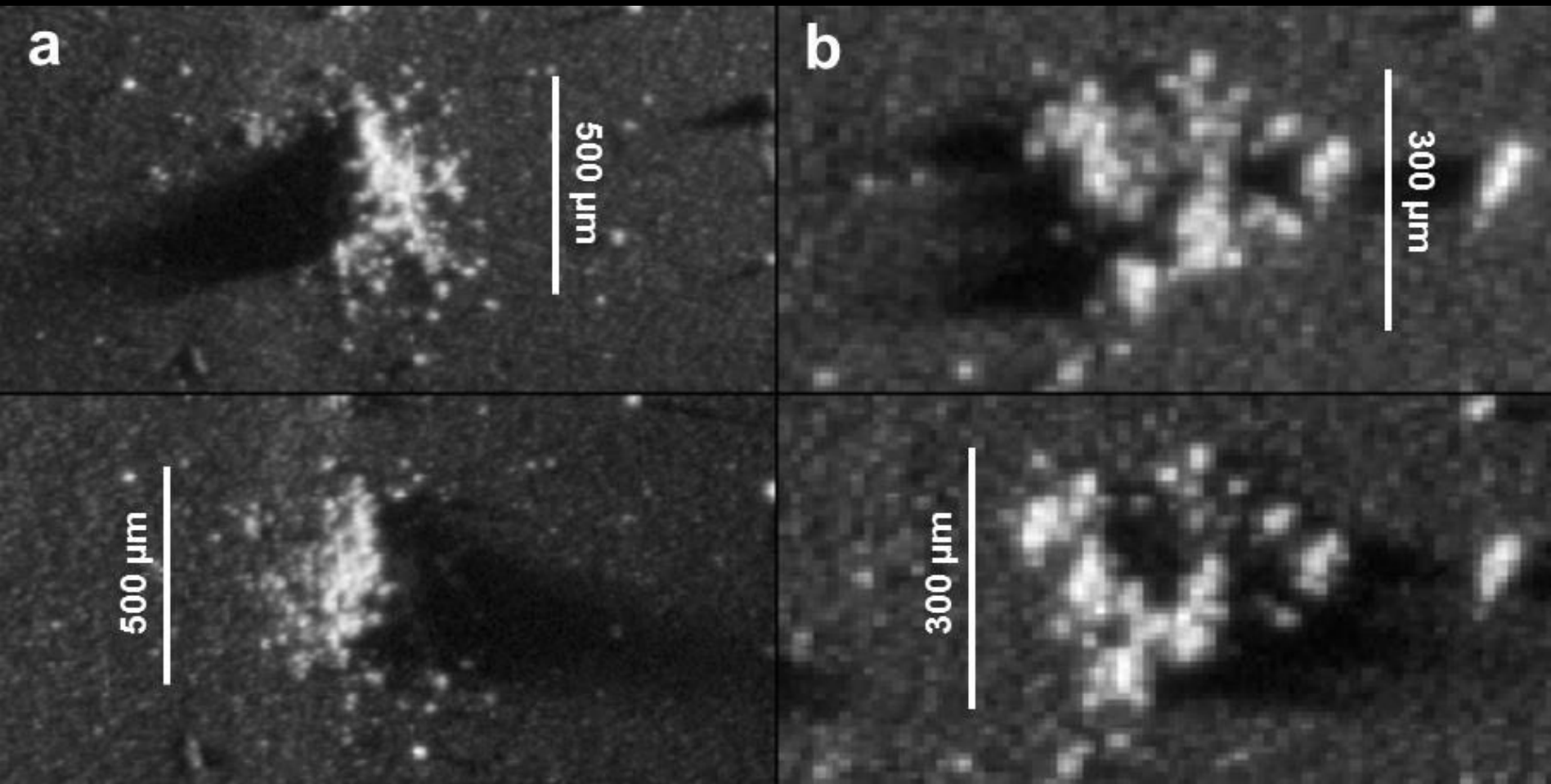
**Un autre exemple.  
Ca confirme l'idée d'une croûte « organo - minérale » sombre recouvrant un « mélange » beaucoup plus riche en glace.**



Mais ce que beaucoup de gens attendent, c'est les résultats des analyses chimiques et moléculaires des grains de poussière, des éventuelles « grosses molécules » de l'atmosphère/ionosphère, et bien sur du sol avec Philae.



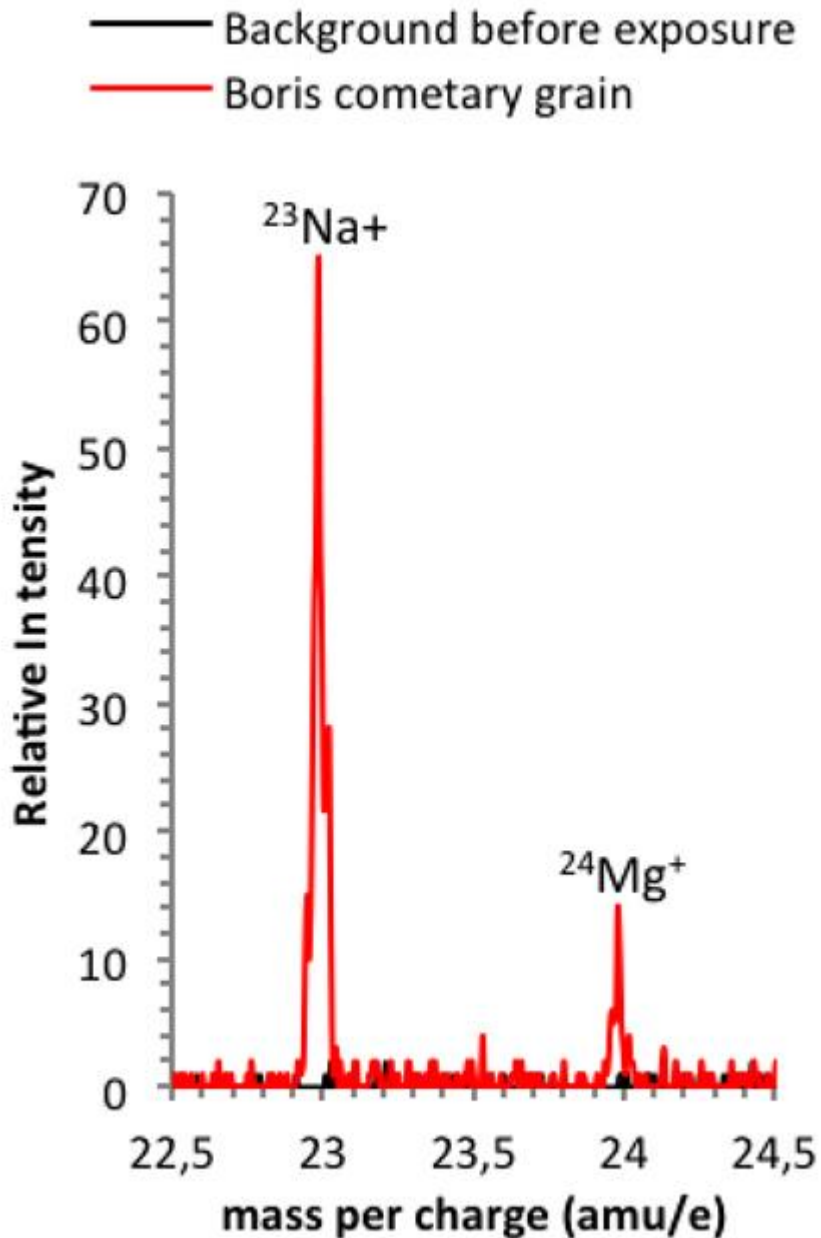
Petit chimiste vert analysant la comète 67P/SG



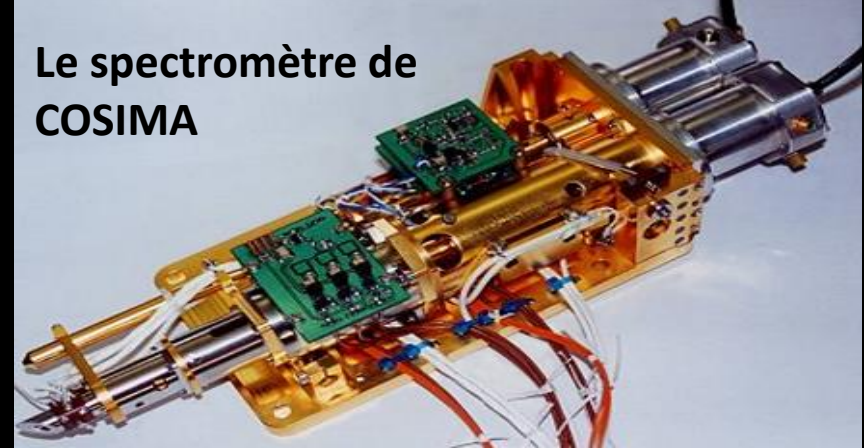
[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/01/Fluffy\\_dust\\_grains](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/01/Fluffy_dust_grains)

**Rosetta surveille les grains de poussière qui passent, les compte, en capture quelques-uns ... En août et septembre, Chury semblait perdre 4 fois plus de poussière (4,8 kg/s) que de vapeur d'eau (1,2 kg/s)**



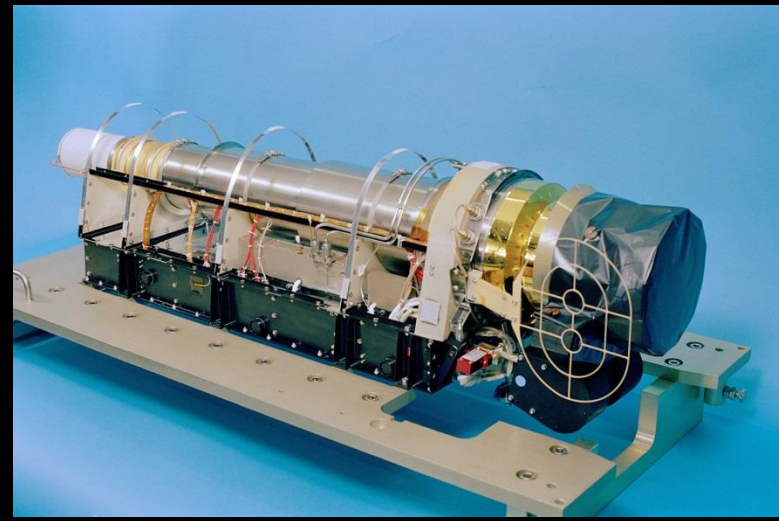


Le spectromètre de  
COSIMA



**Le 29 octobre, publication d'une première analyse élémentaire d'un grain de poussière. Ce grain contient du magnésium (attendu) mais aussi du sodium, moins attendu. Trouver les minéraux porteur de Mg et Na, et bien sûr de la matière organique sera le prochain travail de COSIMA**

L'instrument ROSINA doit analyser les gaz s'échappant de la comète. C'est une expérience pilotée par la Suisse, et comme chacun sait, le secret est une spécialité suisse. Rien n'est publié ce 13 août 2015 concernant les « grosses molécules ».





Science sets the bar for  
women in combat p. 407

Freshwater governance:  
Local or global? pp. XXX & XXX

Legacies of drought in  
forest ecosystems p. XXX

# Science

\$10  
31 JULY 2015  
sciencemag.org

AAAS

*Philae's first look*

Reporting back from the surface  
of comet 67P pp. XXX & XXX

Mais le 31 juillet 2015, les équipes de Philae publient de nombreux résultats, dont ceux de l'analyse de l'atmosphère de la comète. Il y avait en effet tout ce qu'il faut pour analyser les gaz s'échappant des échantillons de sol chauffés (c'est loupé), mais aussi de l'atmosphère autour du module.

Et ça, ça a marché !

**Zone du  
1<sup>er</sup> contact**

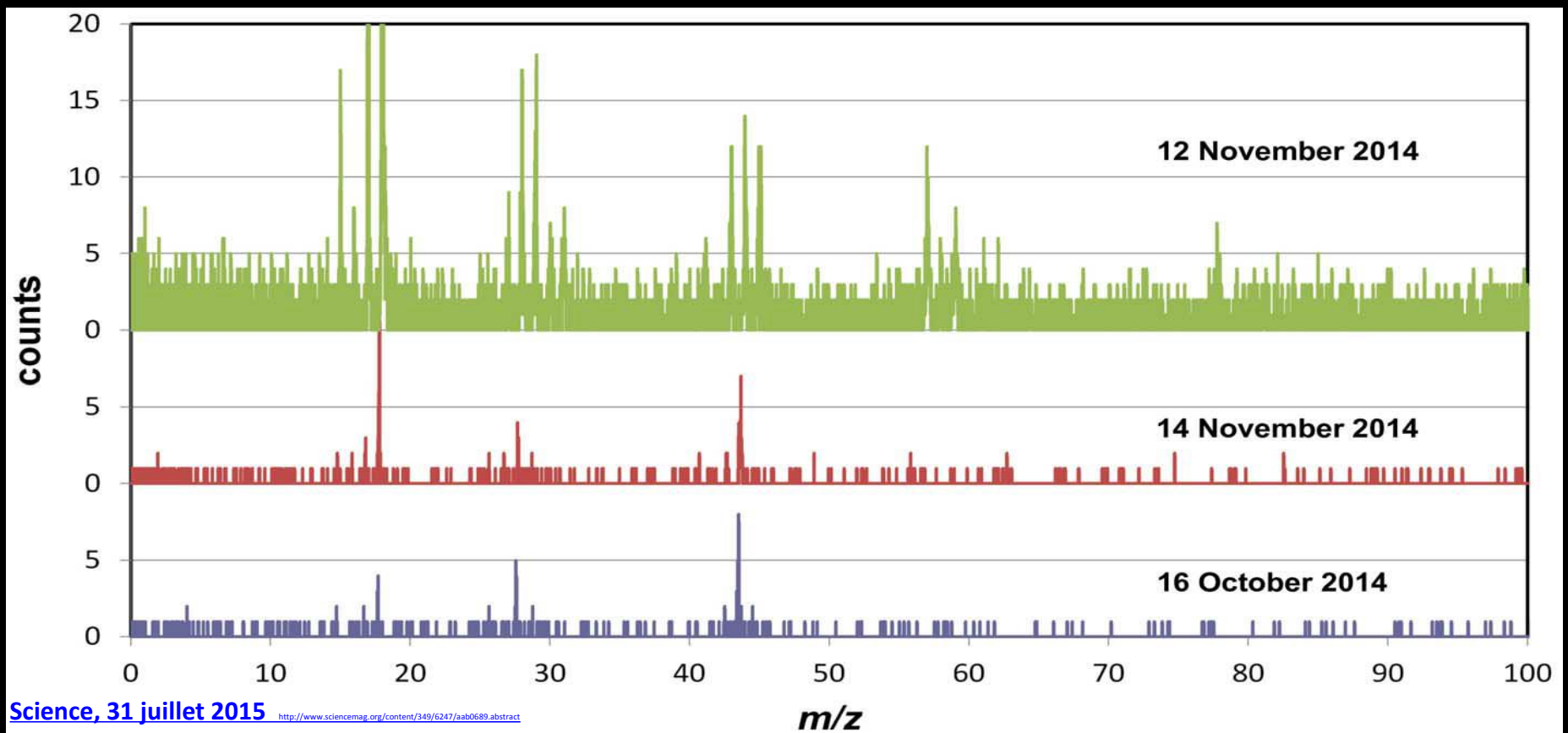
**Zone de  
l'immobilisation  
définitive**

**Une trajectoire possible  
de Philae (perspective non  
garantie)**



**PTOLEMY (un des spectromètres de masse de Philae) a analysé les gaz s'échappant de la comète. En particulier, PTOLEMY n'a pas trouvé de radicaux aromatiques, ni de composés soufrés. Les rapports  $H_2O / CO_2 / CO$  ont pu être déterminés : 10 / 2 / >1. Attendons des résultats de ROSINA**





**Les résultats de COSAC, le chromatographe/spectromètre de masse de Philae :**

**En bleu, avant l'atterrissage, à 10 km de la surface.**

**En vert, 25 mn après le 1<sup>er</sup> choc, en survolant la surface au soleil à 100 m d'altitude.**

**En rouge, 2 jours après l'immobilisation à l'ombre**

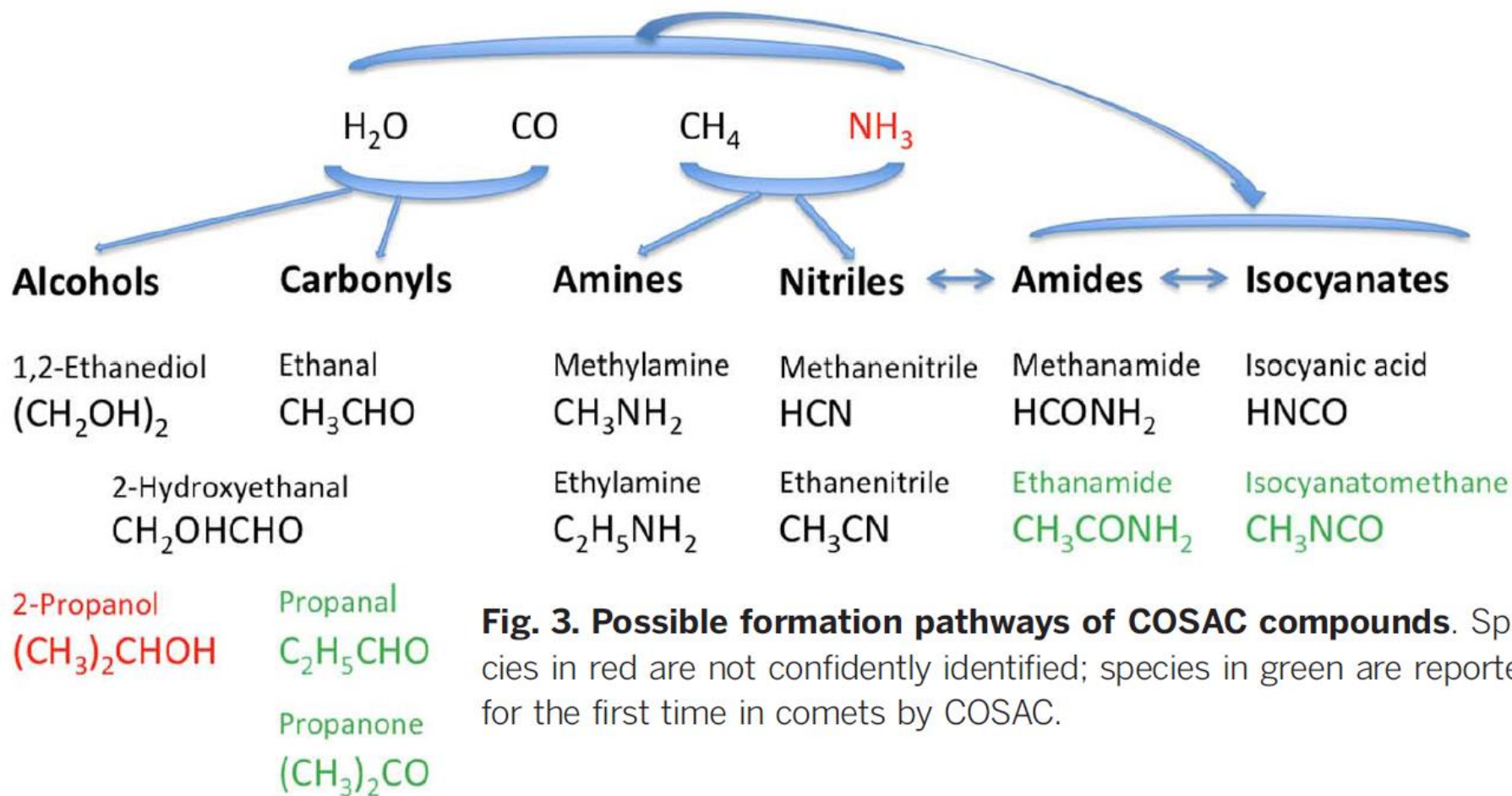


Table 1. The 16 molecules used to fit the COSAC mass spectrum.

Name	Formula	Molar mass (u)	MS fraction	Relative to water
Water	H <sub>2</sub> O	18	80.92	100
Methane	CH <sub>4</sub>	16	0.70	0.5
Methanenitrile (hydrogen cyanide)	HCN	27	1.06	0.9
Carbon monoxide	CO	28	1.09	1.2
Methylamine	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	31	1.19	0.6
Ethanenitrile (acetonitrile)	CH <sub>3</sub> CN	41	0.55	0.3
Isocyanic acid	HNCO	43	0.47	0.3
Ethanal (acetaldehyde)	CH <sub>3</sub> CHO	44	1.01	0.5
Methanamide (formamide)	HCONH <sub>2</sub>	45	3.73	1.8
Ethylamine	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	45	0.72	0.3
Isocyanomethane (methyl isocyanate)	CH <sub>3</sub> NCO	57	3.13	1.3
Propanone (acetone)	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	58	1.02	0.3
Propanal (propionaldehyde)	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> CHO	58	0.44	0.1
Ethanamide (acetamide)	CH <sub>3</sub> CONH <sub>2</sub>	59	2.20	0.7
2-Hydroxyethanal (glycolaldehyde)	CH <sub>2</sub> OHCHO	60	0.98	0.4
1,2-Ethandiol (ethylene glycol)	CH <sub>2</sub> (OH)CH <sub>2</sub> (OH)	62	0.79	0.2

Science, 31 juillet 2015 <http://www.sciencemag.org/content/349/6247/aab0689.abstract>

**Traduction : voici la liste des molécules auxquelles ces spectres correspondent probablement.**



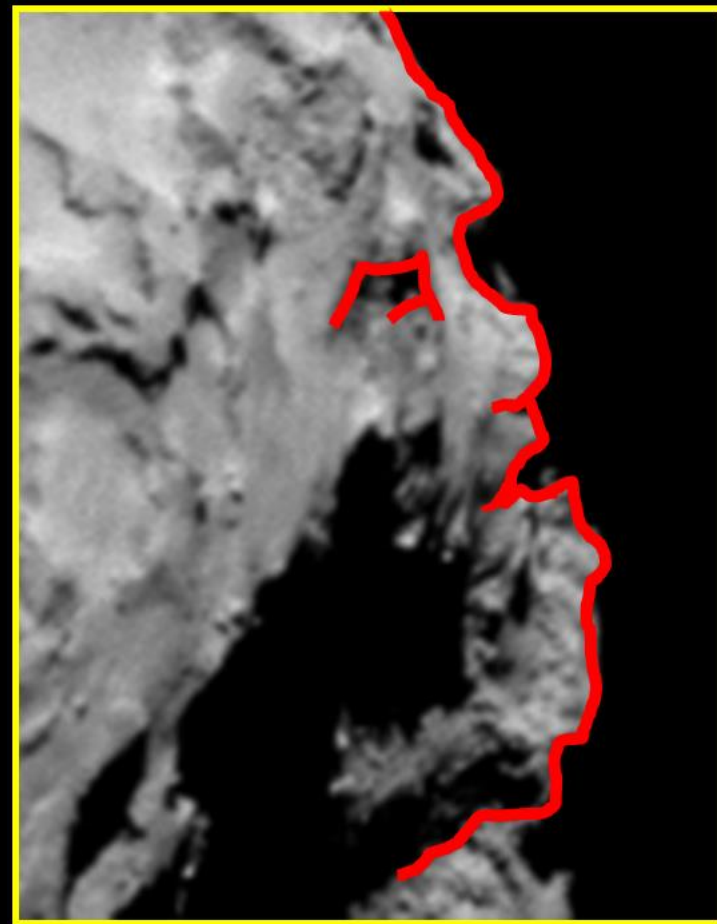
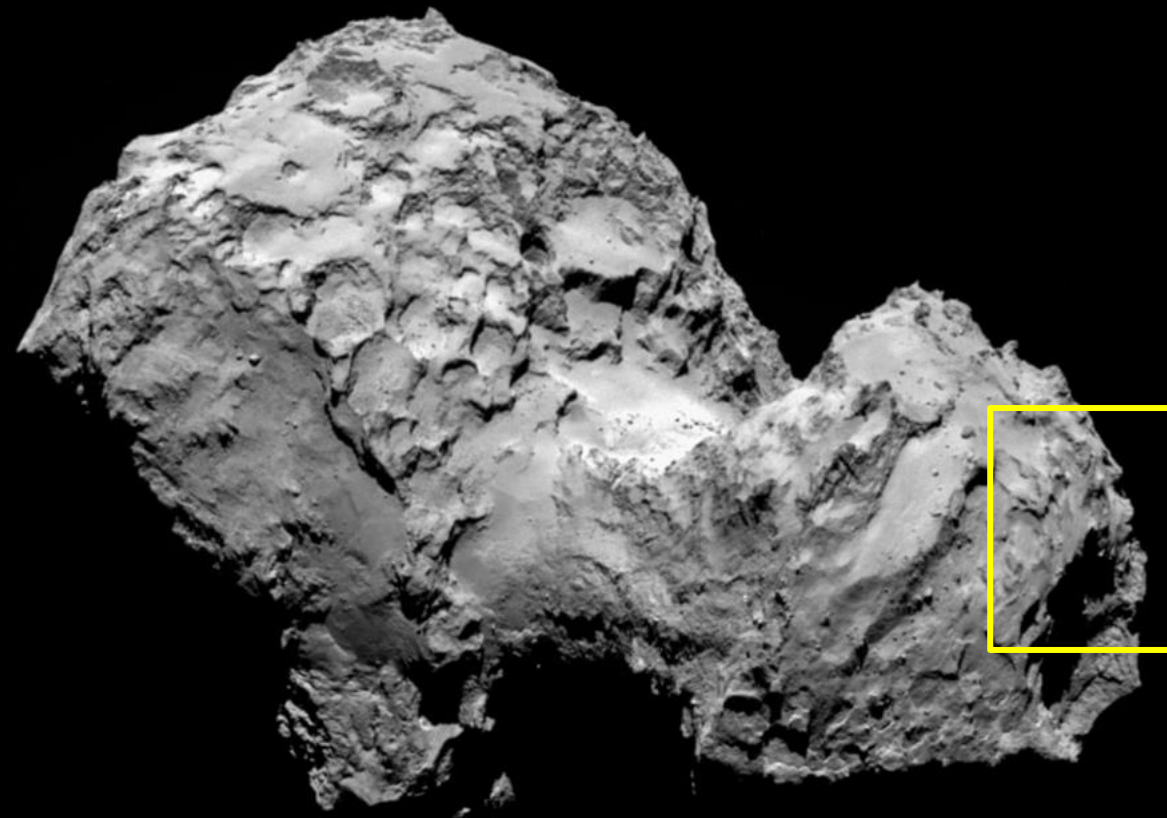
**Fig. 3. Possible formation pathways of COSAC compounds.** Species in red are not confidently identified; species in green are reported for the first time in comets by COSAC.

Science, 31 juillet 2015 <http://www.sciencemag.org/content/349/6247/aab0689.abstract>

**Les voies chimiques pour obtenir ce cocktail !**



**Et pour finir et conclure définitivement, voici le « sourire » de Chury. C'est ce qu'on appelle tirer un plan sur la comète.**



Et pour finir, le « sourire »  
de Chury.

C'est ce qu'on appelle tirer  
un plan sur la comète.

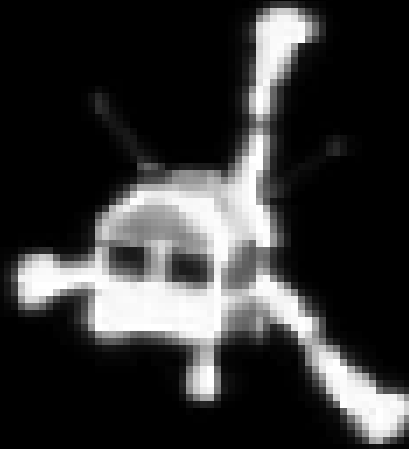
**C'est fini pour aujourd'hui.  
Merci de votre attention !**





**La saga de Philae, théoriquement faite par  
Eric Lewin en début d'après midi.**

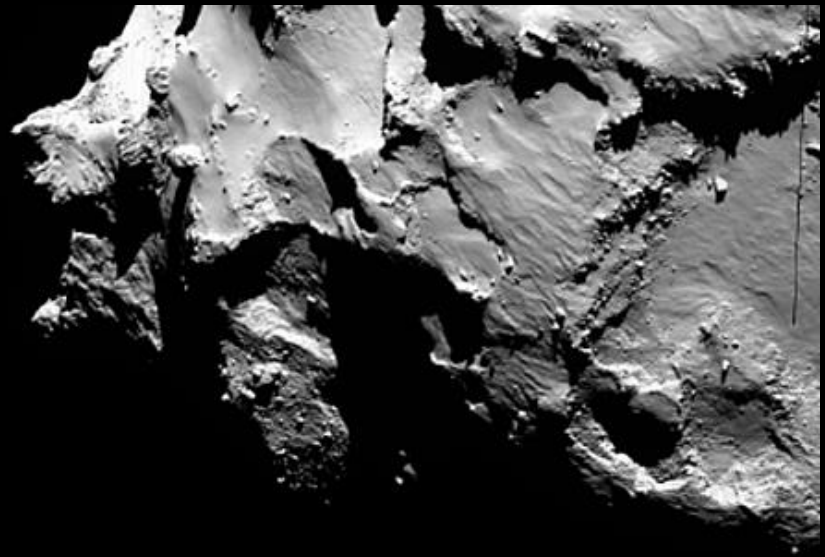
**Le 12 novembre 2014 : la saga de l'atterrissage.  
Beaucoup croient que la mission se résume à  
Philae, ce qui est une grossière erreur.  
Sur ce, Philae, c'est quand même important !**

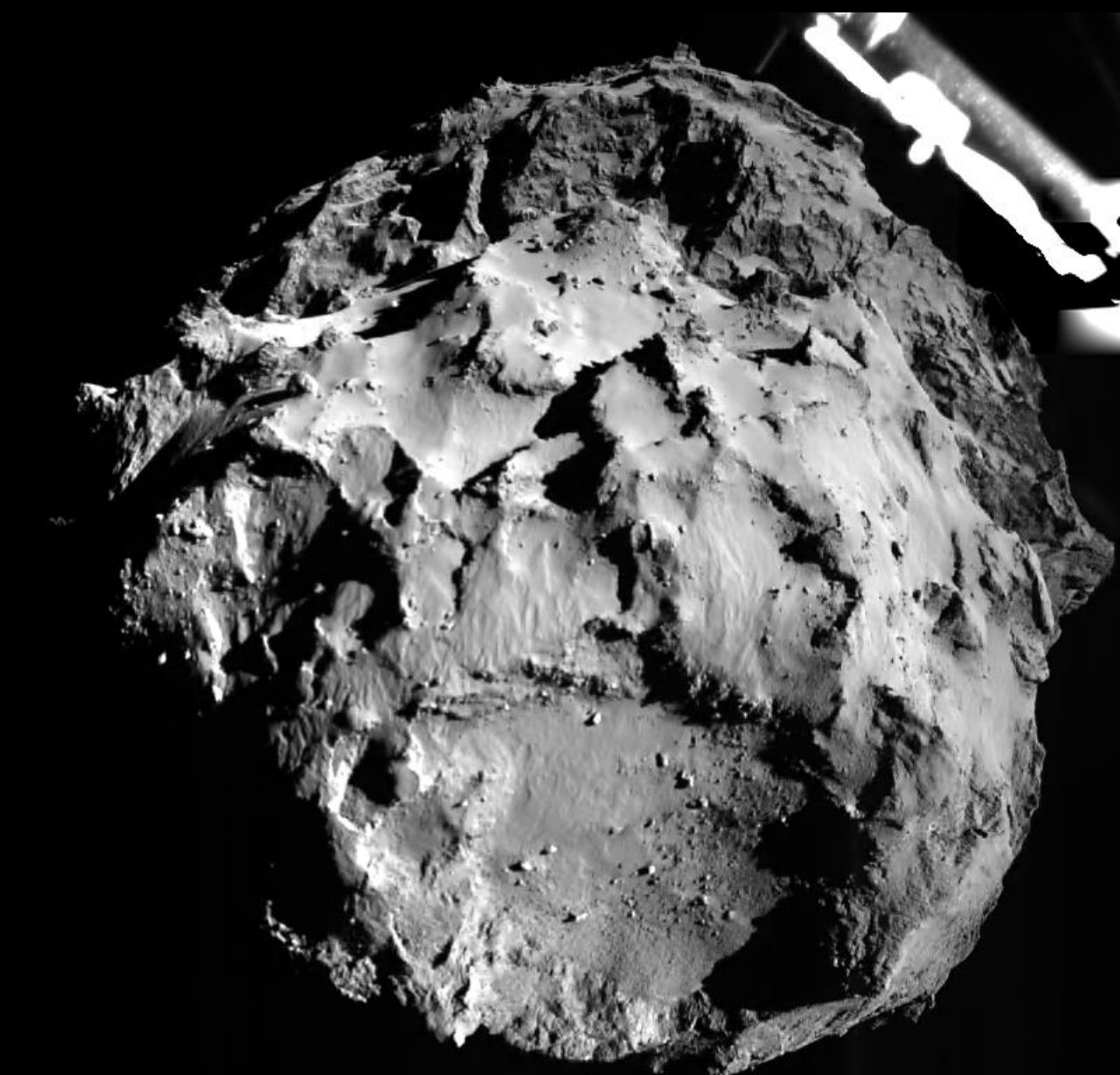


**Petit film  
montrant  
Philae en  
train de  
s'éloigner.**



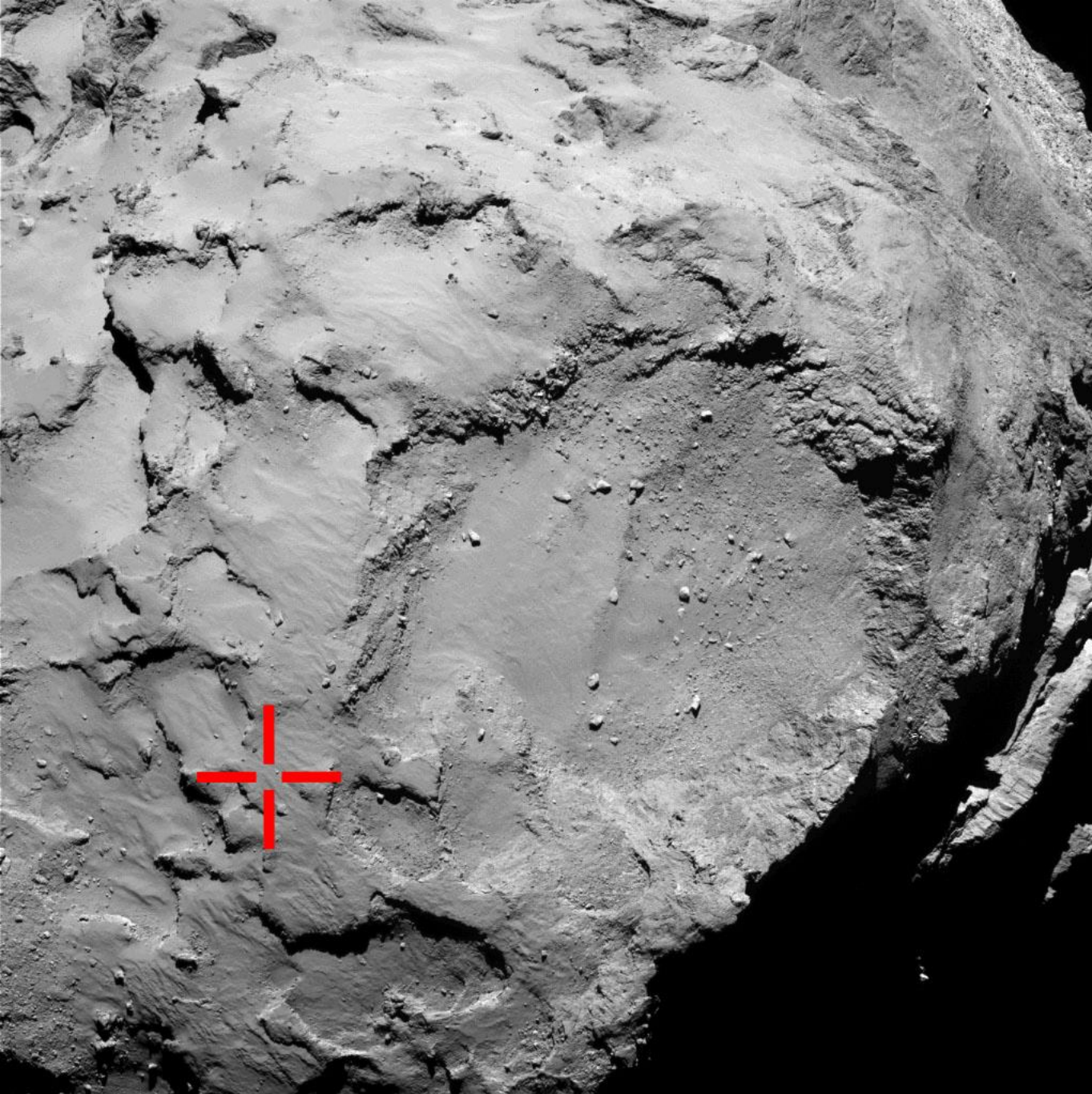
**Chury, et  
Philae qui  
s'éloigne et  
qui n'est  
plus qu'un  
point.**



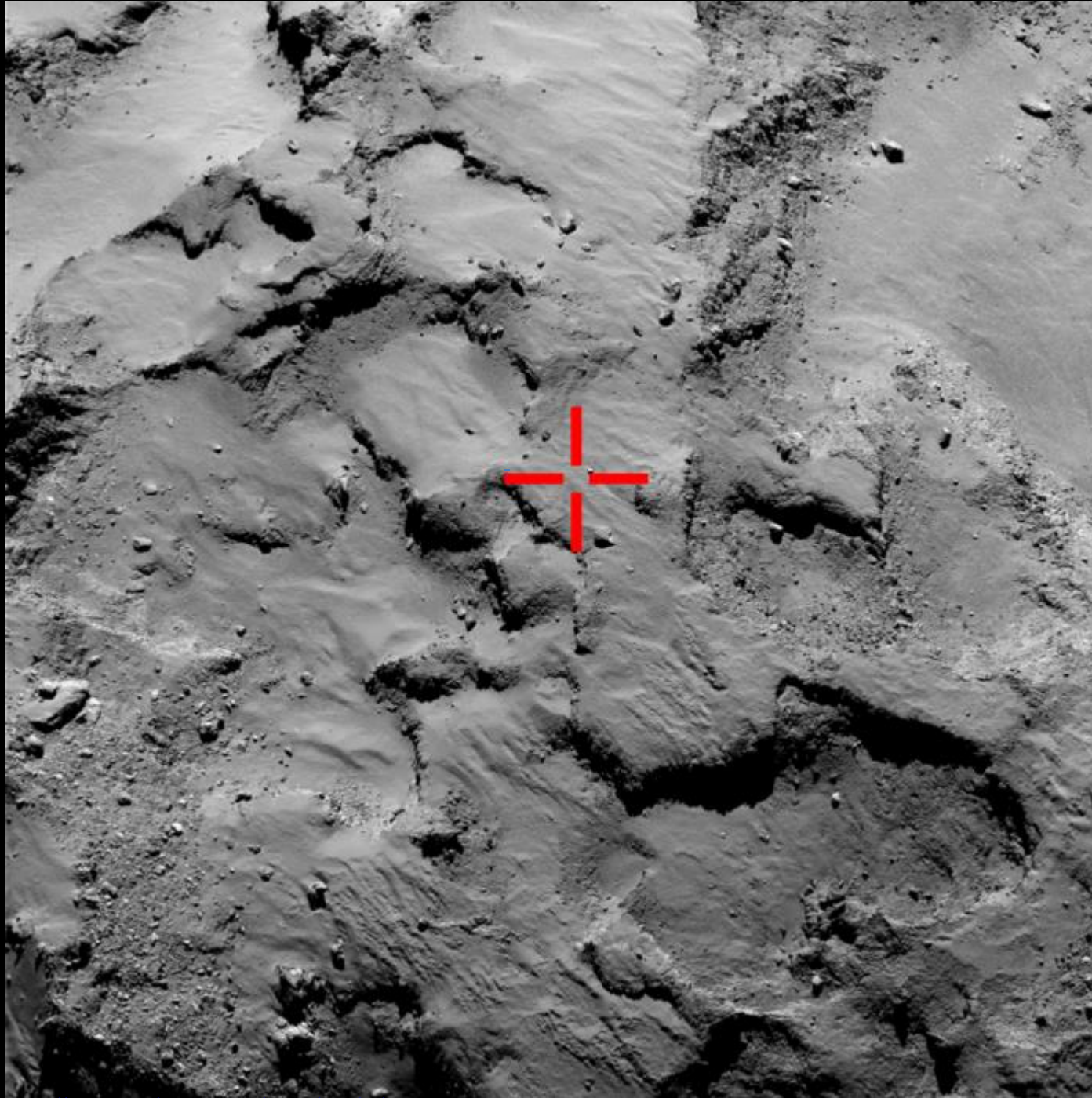


**Chury vue  
par Philae.**





**La destination prévue de Philae (sur une image de Rosetta prise le 14 septembre) : le site appelé *Agilkia*.**



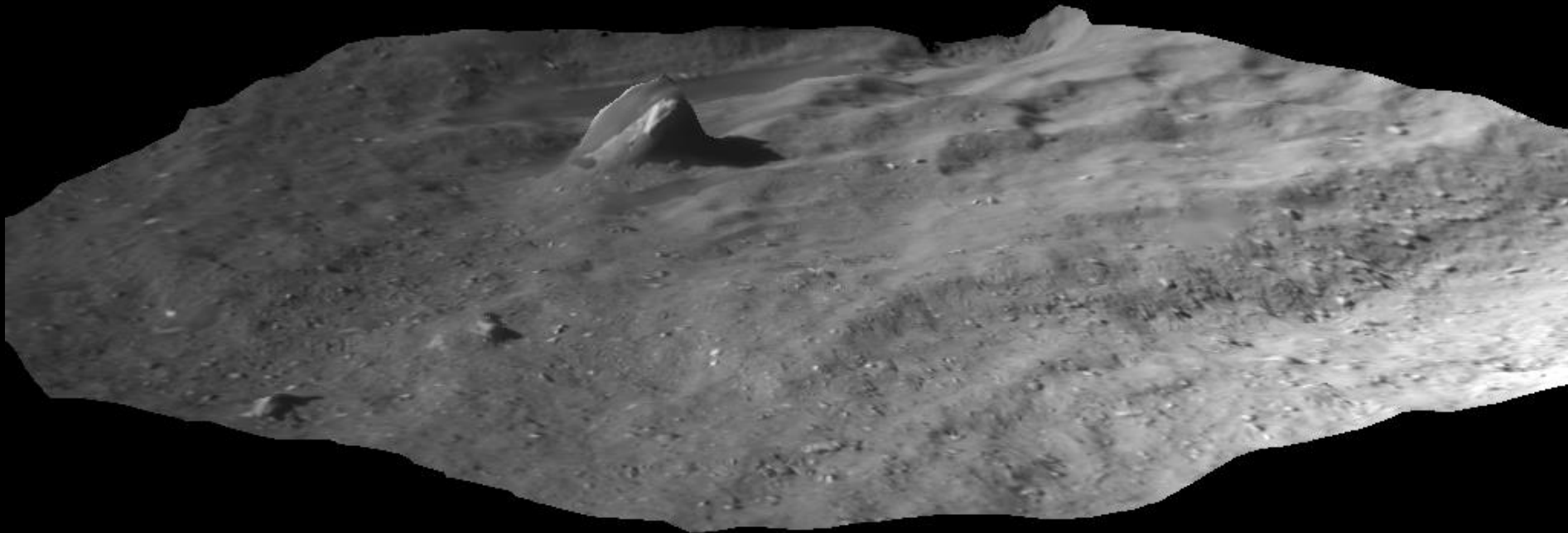
**La destination prévue de Philae (sur une image de Rosetta prise le 14 septembre) :le site appelé *Agilkia*.**

**La croix mesure 60 m de coté**





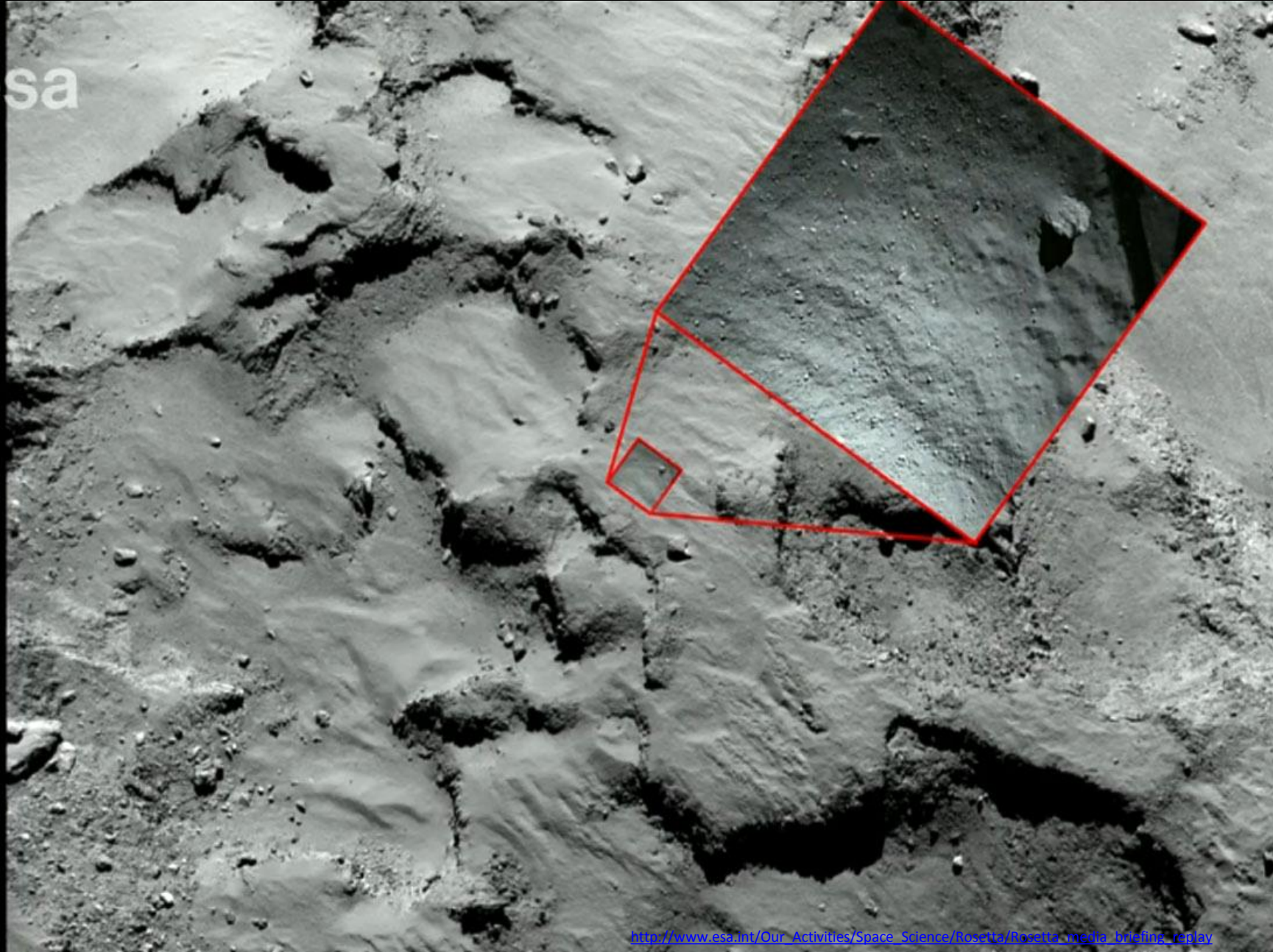
**Le sol de la  
comète vu  
par Philae  
depuis 67 m  
d'altitude,  
environ une  
minute avant  
l'atterrissage  
(Philae  
avance à  
environ 1m/s  
= 3,6 km/h**



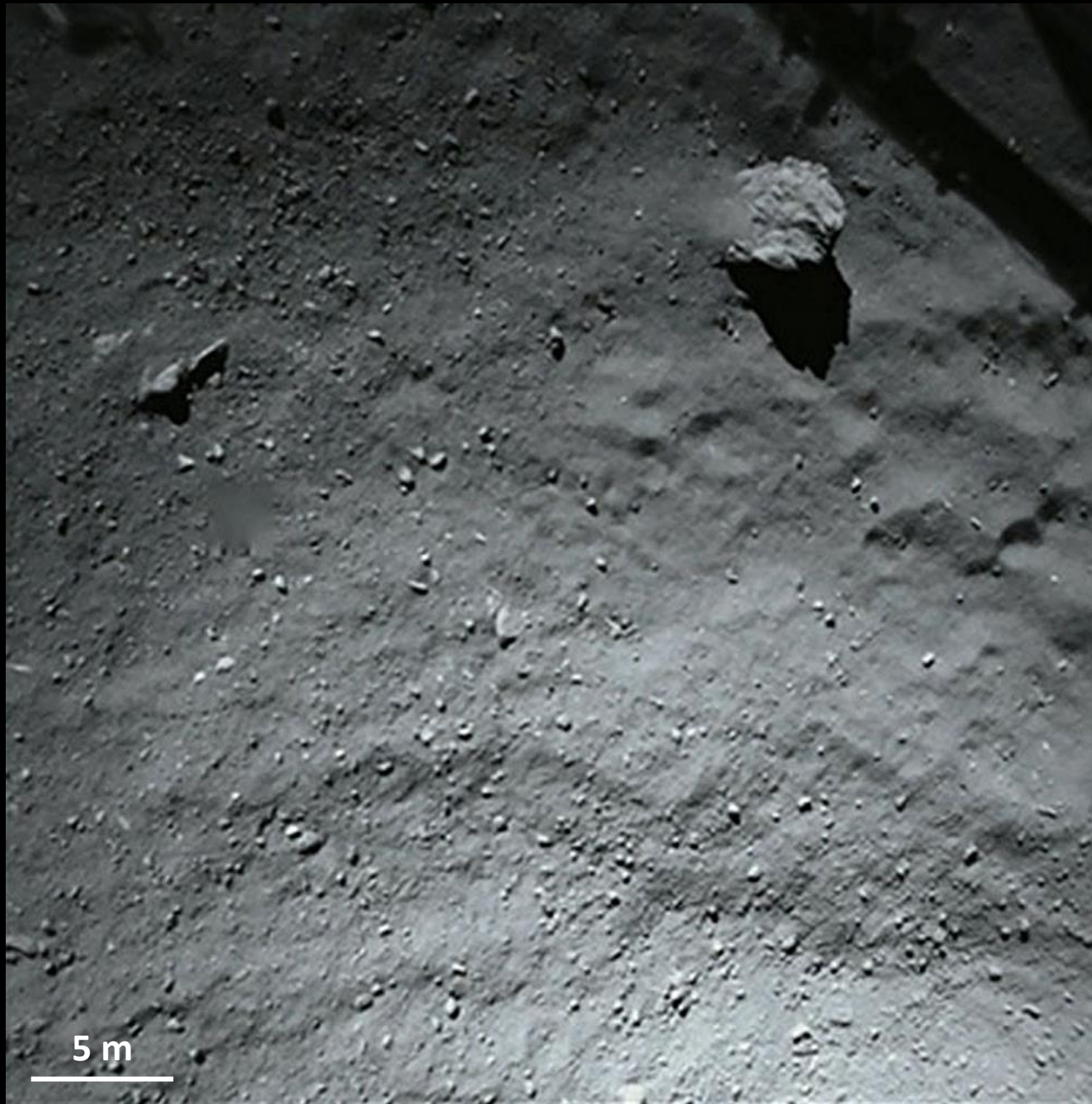
[Science, 31 juillet 2015](http://www.sciencemag.org/content/349/6247/aab0232.abstract) <http://www.sciencemag.org/content/349/6247/aab0232.abstract>

**Le même site en vue 3D**





**Philae va se poser exactement à l'endroit prévu !**



**Le sol de la  
comète vu par  
Philae depuis  
40 m  
d'altitude, une  
quarantaine de  
secondes  
avant  
l'atterrissage  
(Philae avance  
à environ 1m/s  
= 3,6 km/h**





[http://www.nasa.gov/images/content/106415main\\_10010101\\_01.jpg](http://www.nasa.gov/images/content/106415main_10010101_01.jpg)

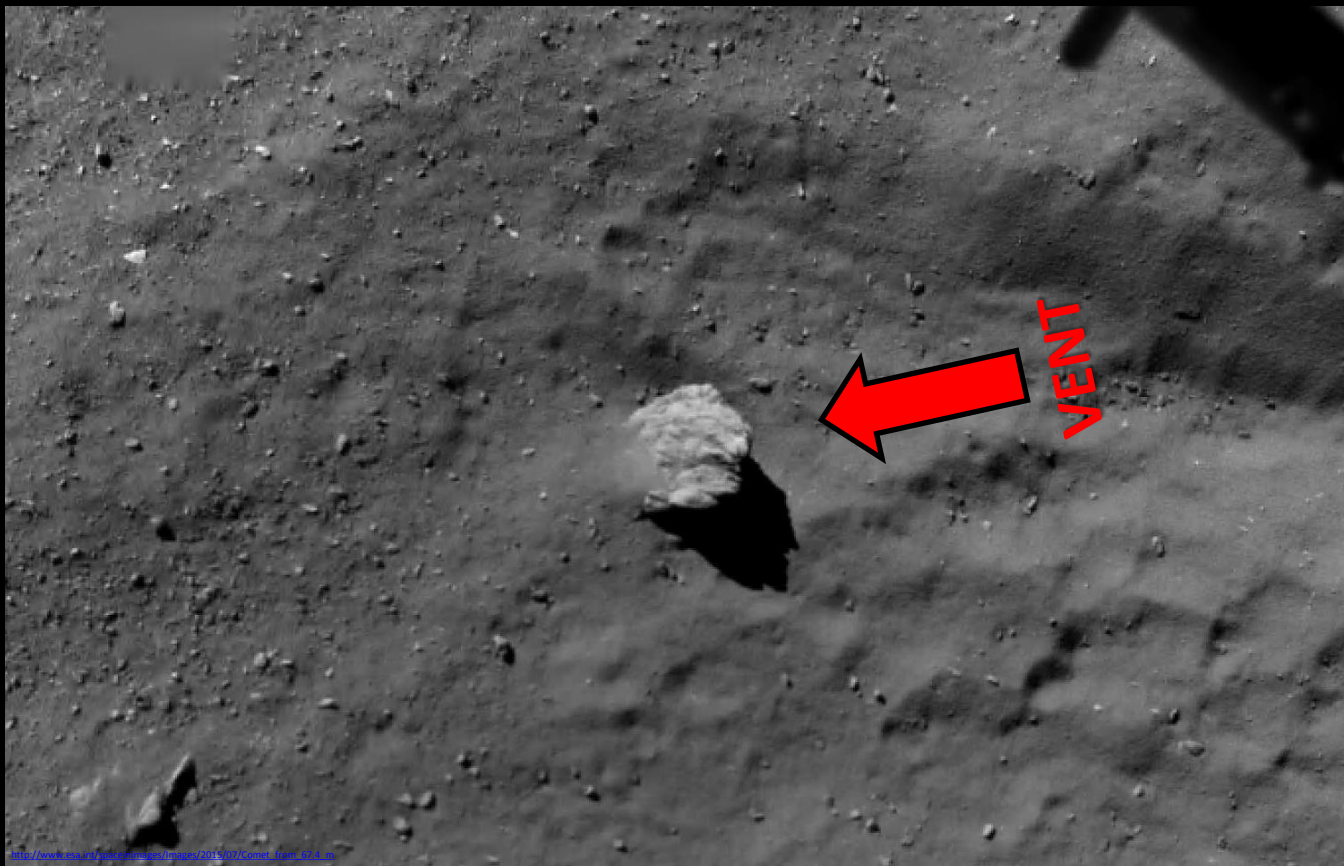
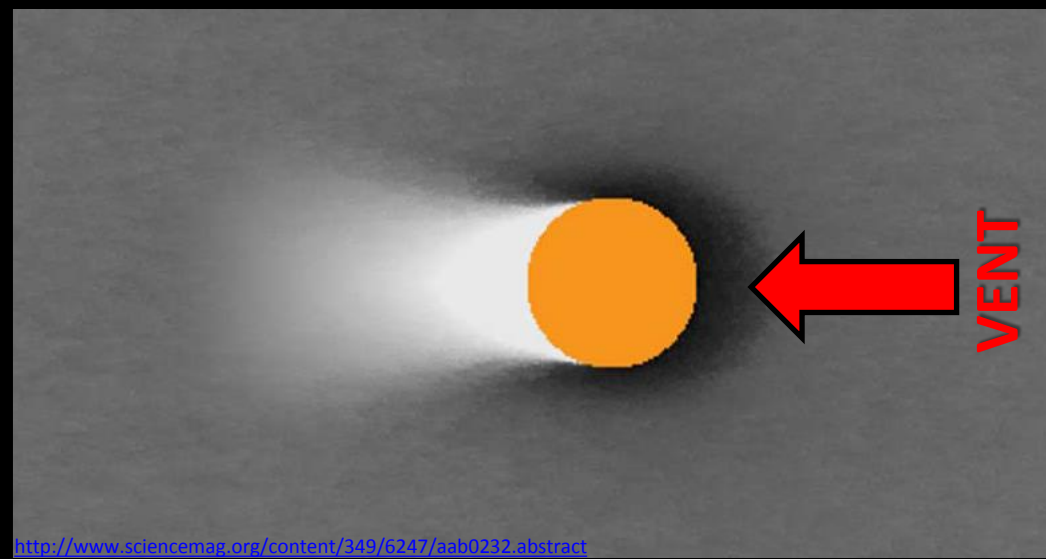
**Regardez à gauche du gros bloc. Il y a une « accumulation » de poussière. Ca me rappelle ...**



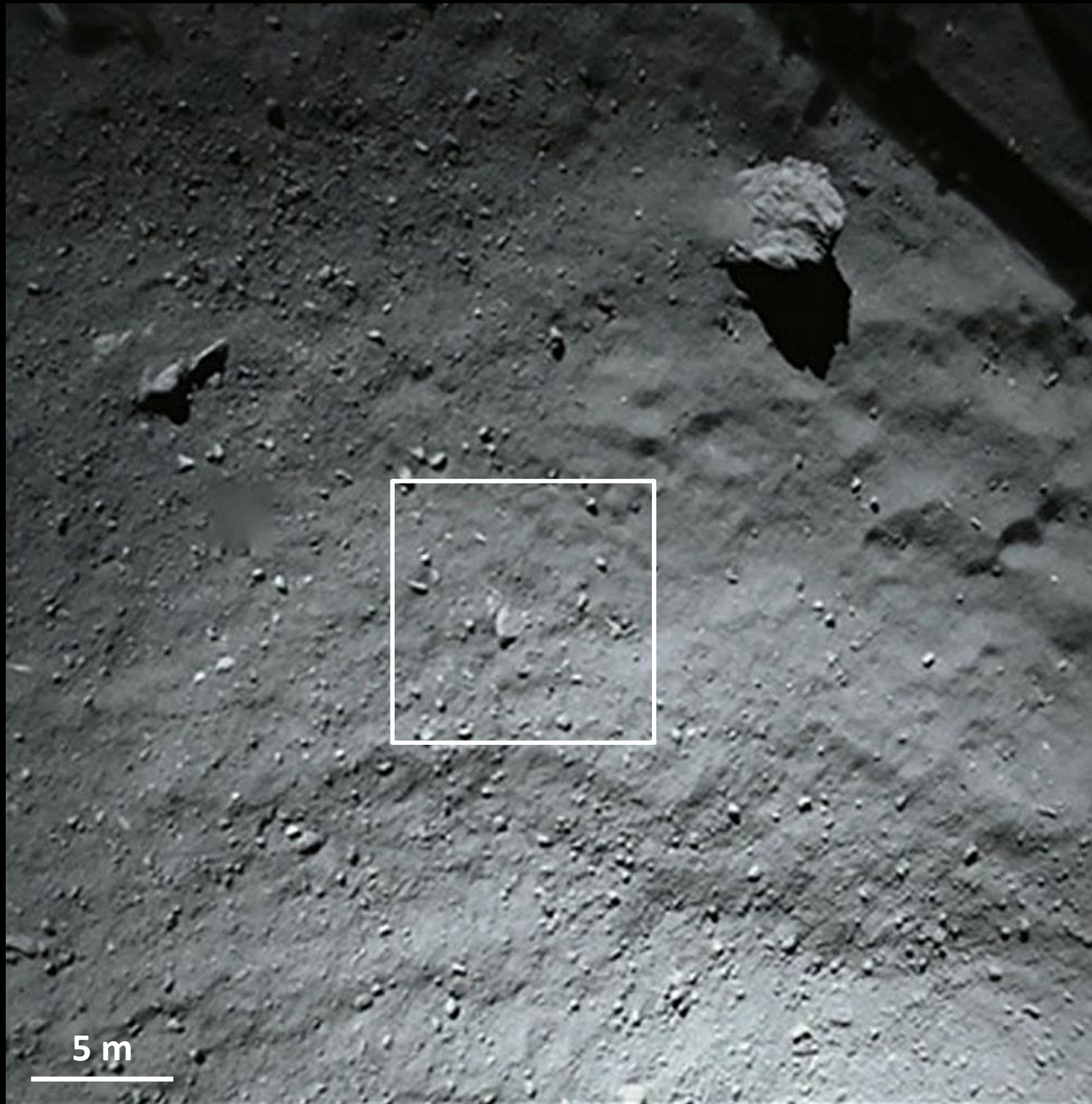
**... des accumulations de sable derrière des obstacles, à l'abri du vent**



**Comparaison entre  
l'accumulation de  
poussière derrière le bloc  
d'*Agilkia* et une simulation  
de dépôt éolien à l'abri  
d'un obstacle.**



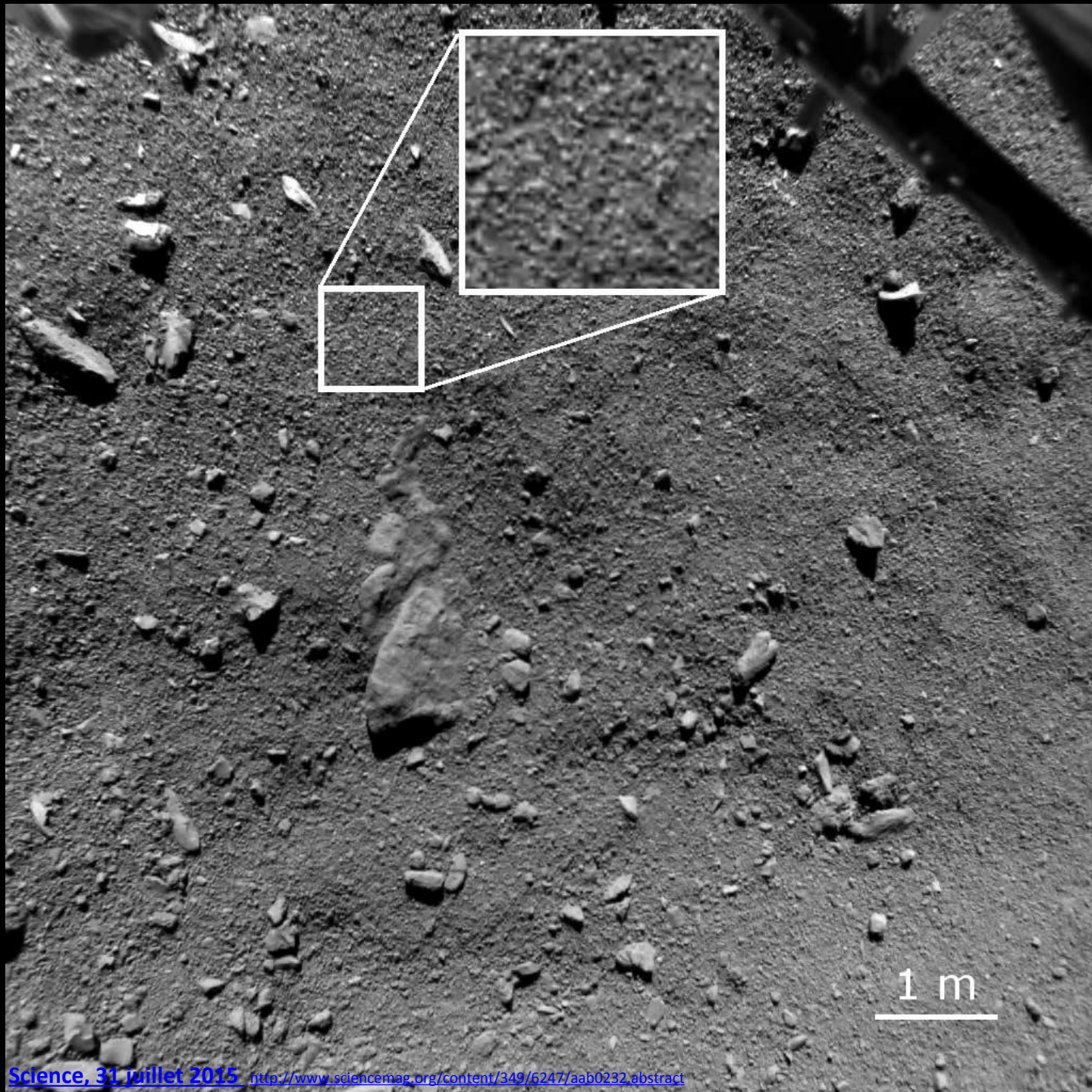
**Du vent à la  
surface de  
Chury !**



**Le sol de la  
comète vu par  
Philae depuis  
40 m  
d'altitude, une  
quarantaine de  
secondes  
avant  
l'atterrissage.  
Continuons la  
descente.**



La dernière  
photo,  
prise à une  
altitude de  
9 m.



1 m



**L'ESA a  
publié le 30  
juillet 2015  
(8,5 mois  
après le 12  
novembre  
2014 !)  
cette  
animation  
montrant la  
descente de  
Philae.**

**Time image acquired (GMT): 14:38:53**

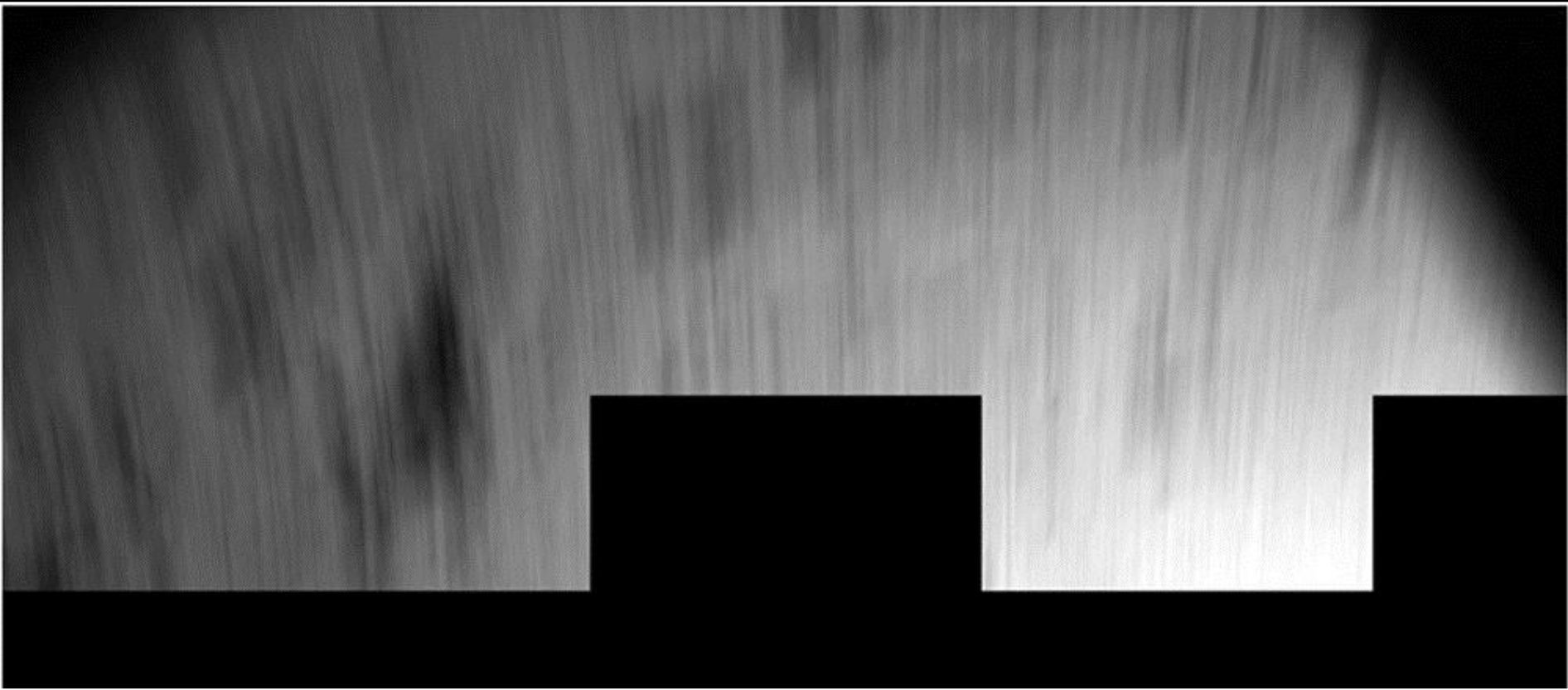
**Range (km): 3.1**

**Field of view (km): 3.4**

**Resolution (m/pixel): 3.3**



# Contact !



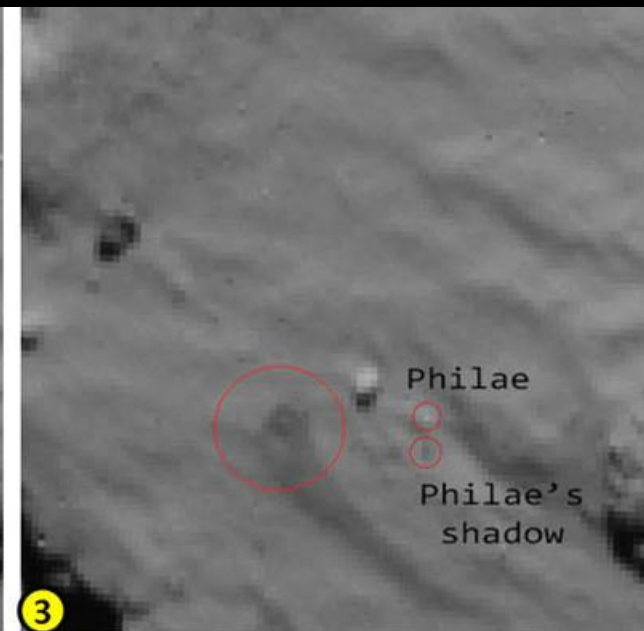
[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/01/Philae\\_s\\_first\\_bounce](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/01/Philae_s_first_bounce)



3 mn 34 s avant le contact



1 mn 26 s après le contact



1 mn 26 s après le contact

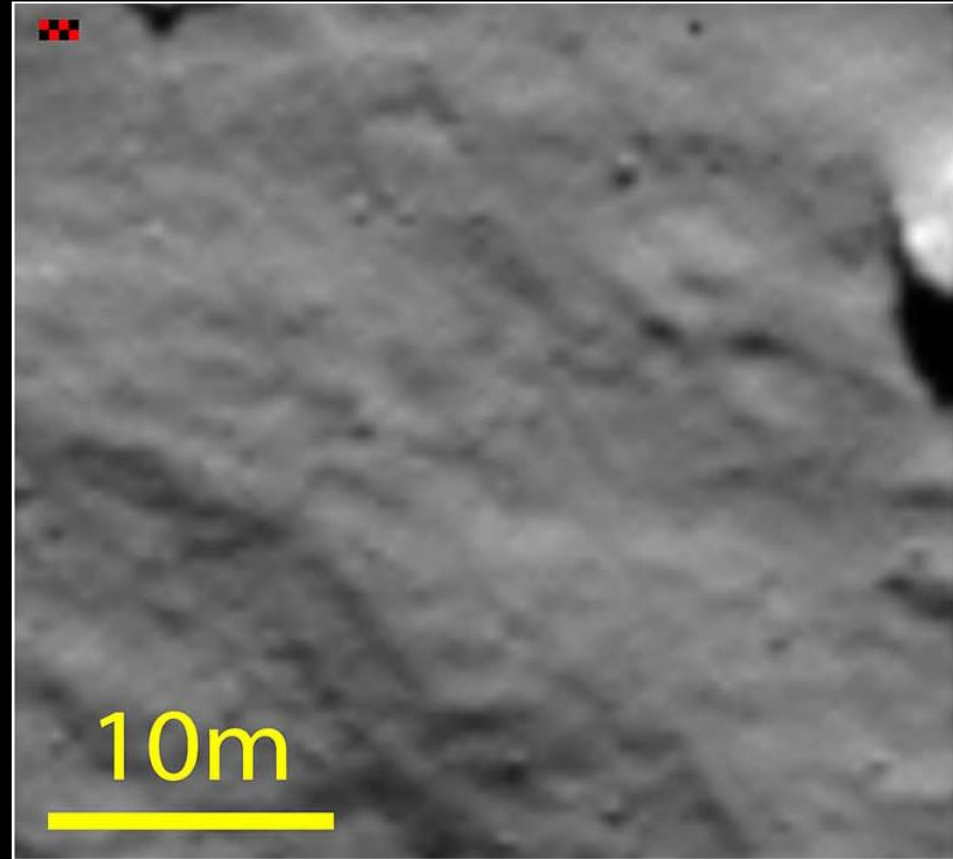
[http://www.esa.int/spacemages/images/2014/11/Philae\\_s\\_first\\_touchdown\\_seen\\_by\\_Rosetta\\_s\\_NavCam](http://www.esa.int/spacemages/images/2014/11/Philae_s_first_touchdown_seen_by_Rosetta_s_NavCam) et [http://www.esa.int/spacemages/images/2014/11/Philae\\_spotted\\_by\\_Rosetta\\_after\\_first\\_bouncing](http://www.esa.int/spacemages/images/2014/11/Philae_spotted_by_Rosetta_after_first_bouncing)



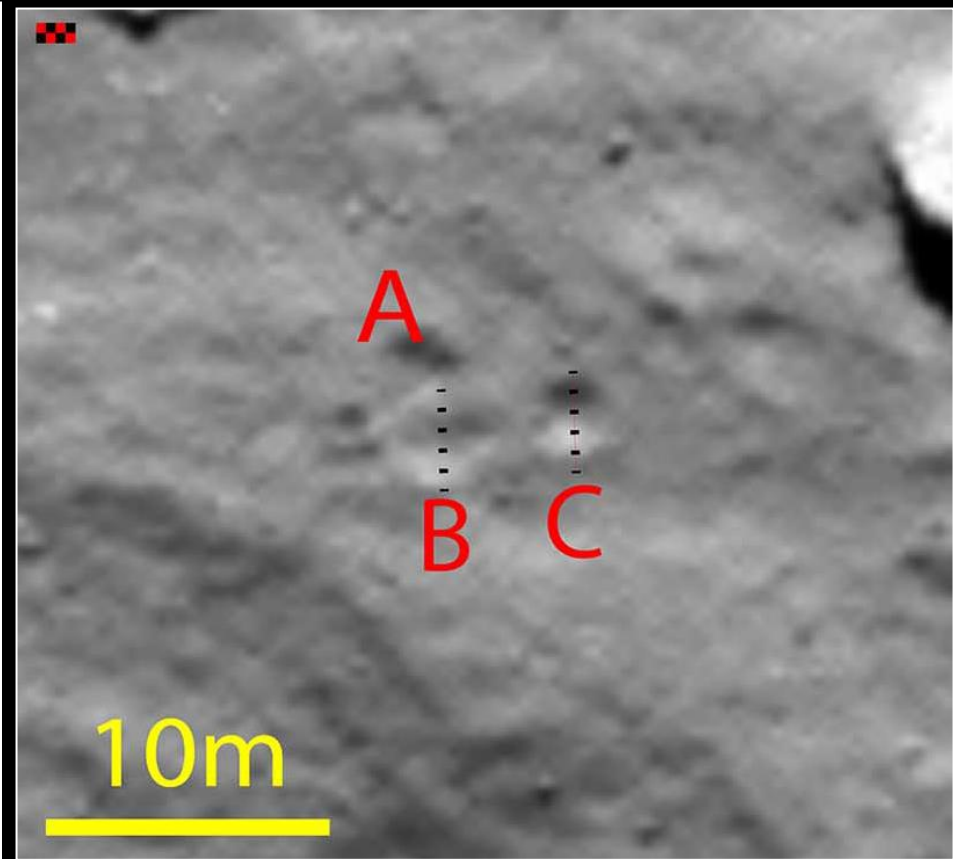
**Le contact,  
16h34**

**Philae a bien atteint la cible à l'endroit et à l'heure prévus (16h 34 mn 06 s, heure française) mais ne s'est pas agrippée, et a rebondi ... Ou ?**





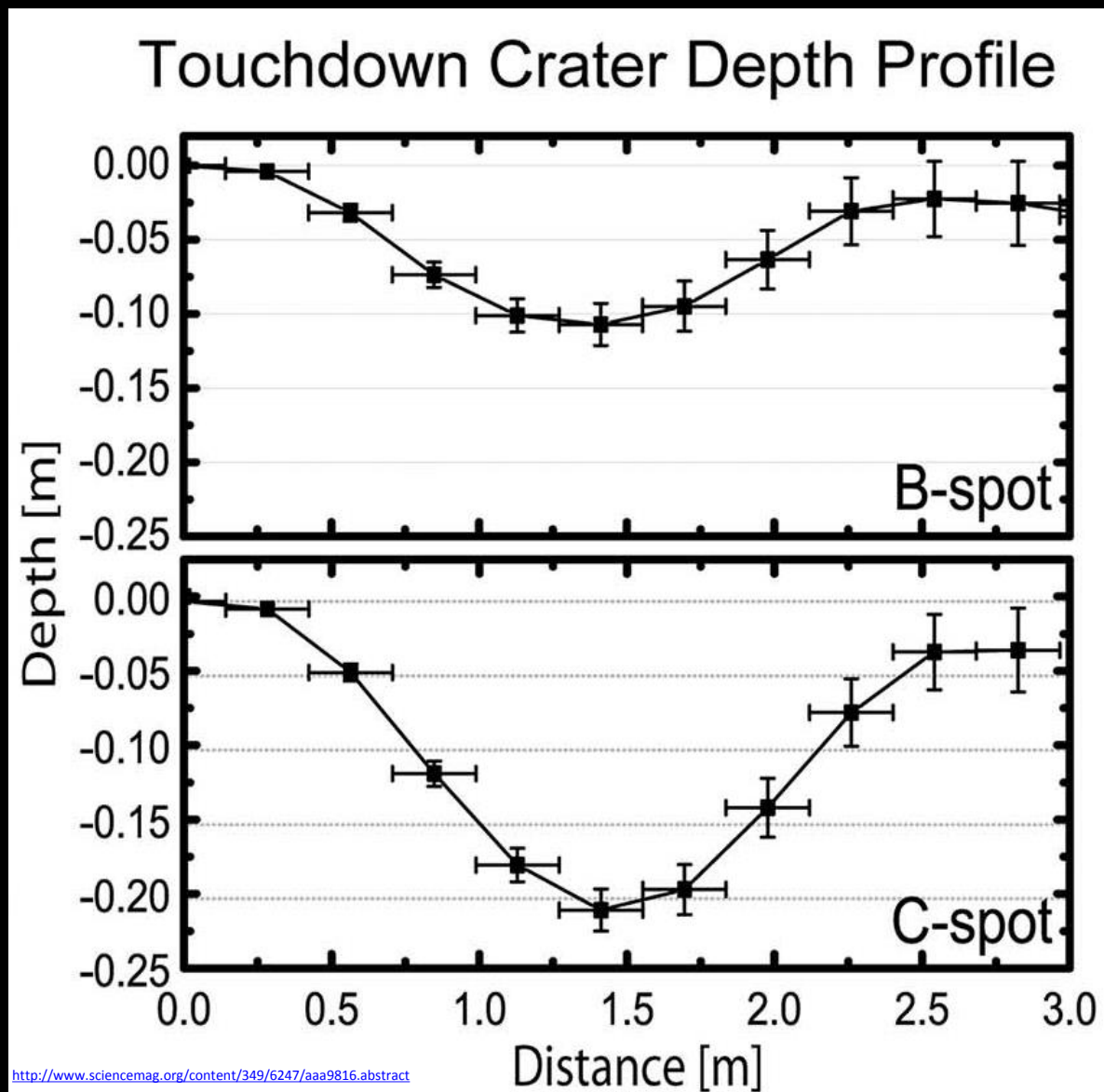
Impact – 15 mn



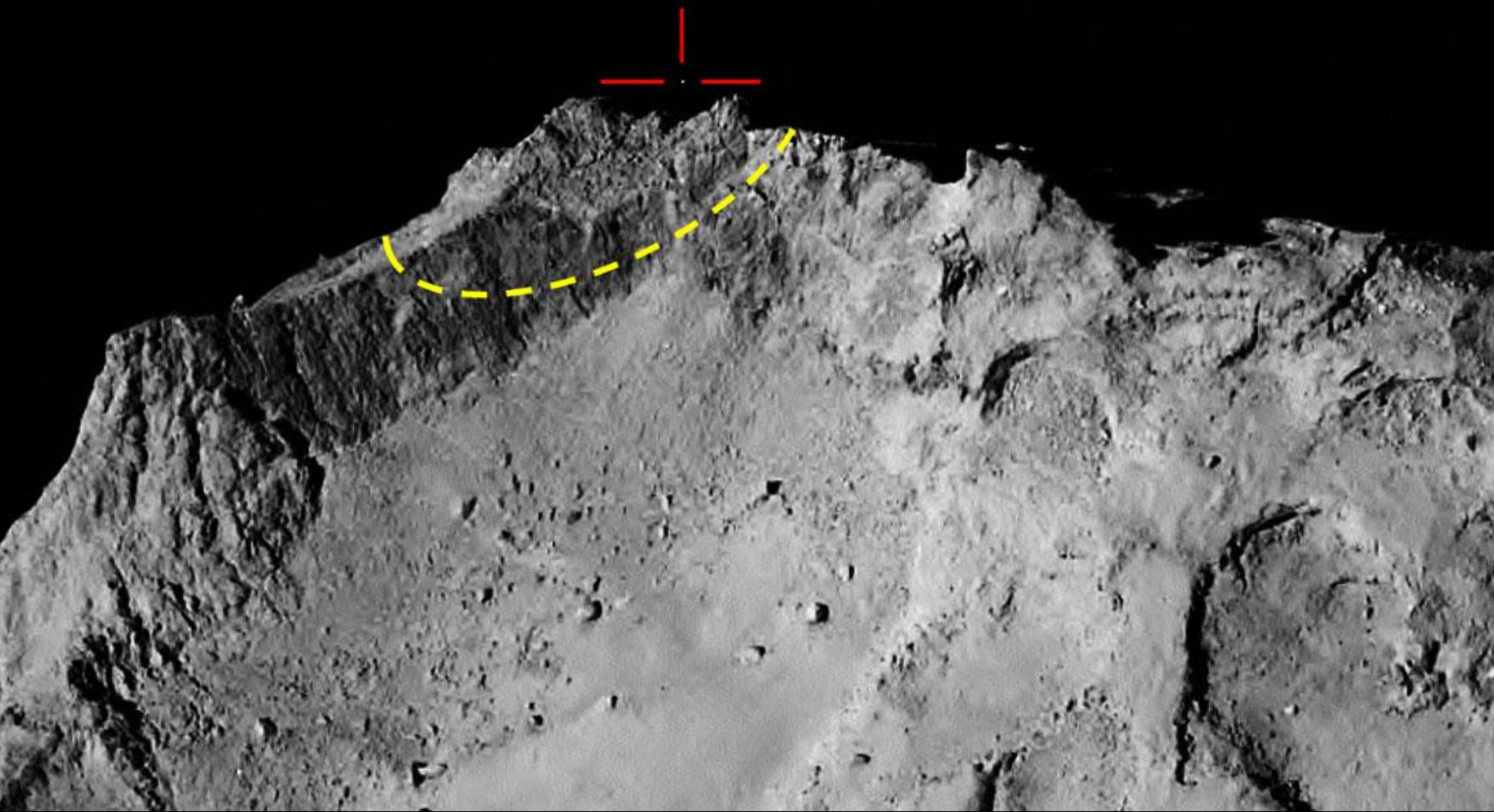
Impact + 10 mn

**Une tache noire (A) et deux « cratères » (B et C) sont apparus au moment de l'impact. Malgré les 3 « pieds » de Philae pour avoir fait 2 cratères, le rebond a dû être assez complexe.**

**On peut déterminer la profondeur des cratères. Connaissant l'énergie de l'impact ( $1/2mv^2$ ), la gravité locale, la densité supposé du matériel ... on peut tirer plein de conclusions quand au comportement mécanique (très faible) du sol de la comète dans ce secteur.**







[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/01/Philae\\_above\\_the\\_comet](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/01/Philae_above_the_comet)

**Philae en train de disparaître derrière l'horizon**

## Histoire reconstituée des rebonds (heure française) :

- Premier contact à 16h 34, rebond, trajet d'environ 600 m à une vitesse moyenne de 38 cm/s
- A 17h 20, un des pieds de Philae touche probablement un relief, près du bord d'un cratère par exemple ; nouveau rebond.
- Troisième contact franc à 18h 24, dernier rebond avec une vitesse moyenne de 3 cm/s
- Quatrième et dernier contact à 18h31 quelques mètres plus loin, apparemment au fond d'un « trou » ou d'une « crevasse » au pied d'une falaise.

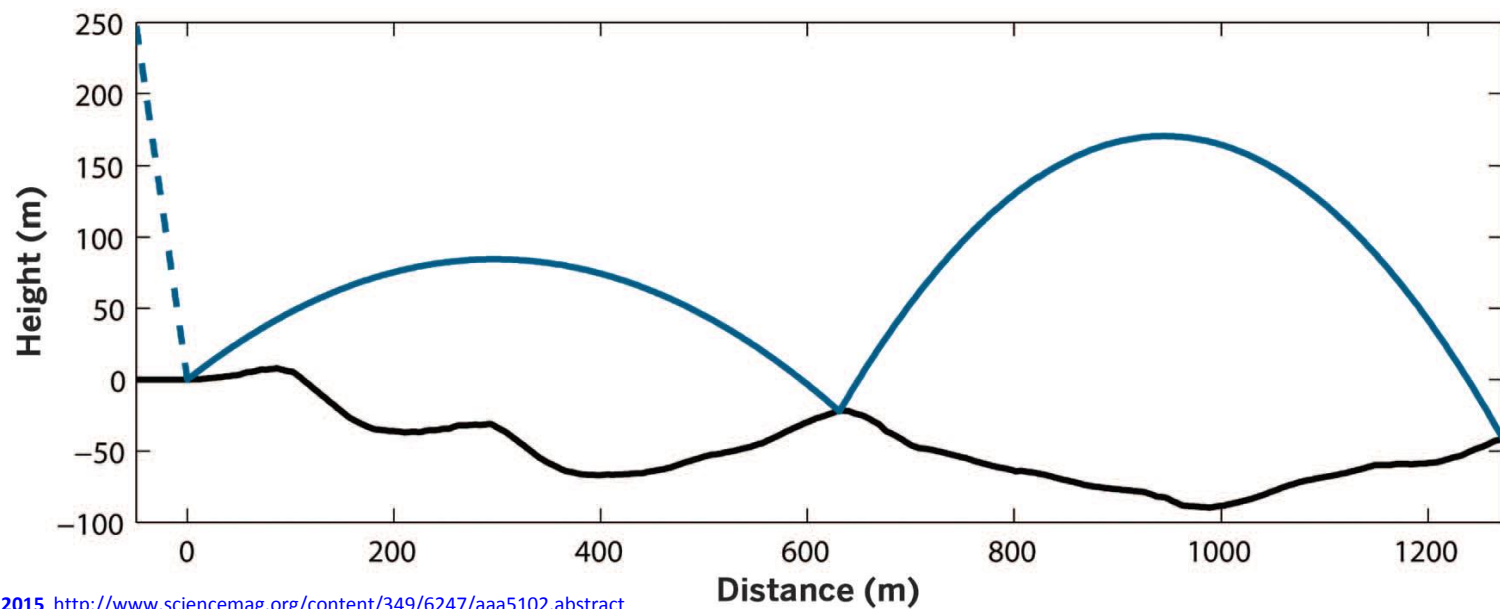
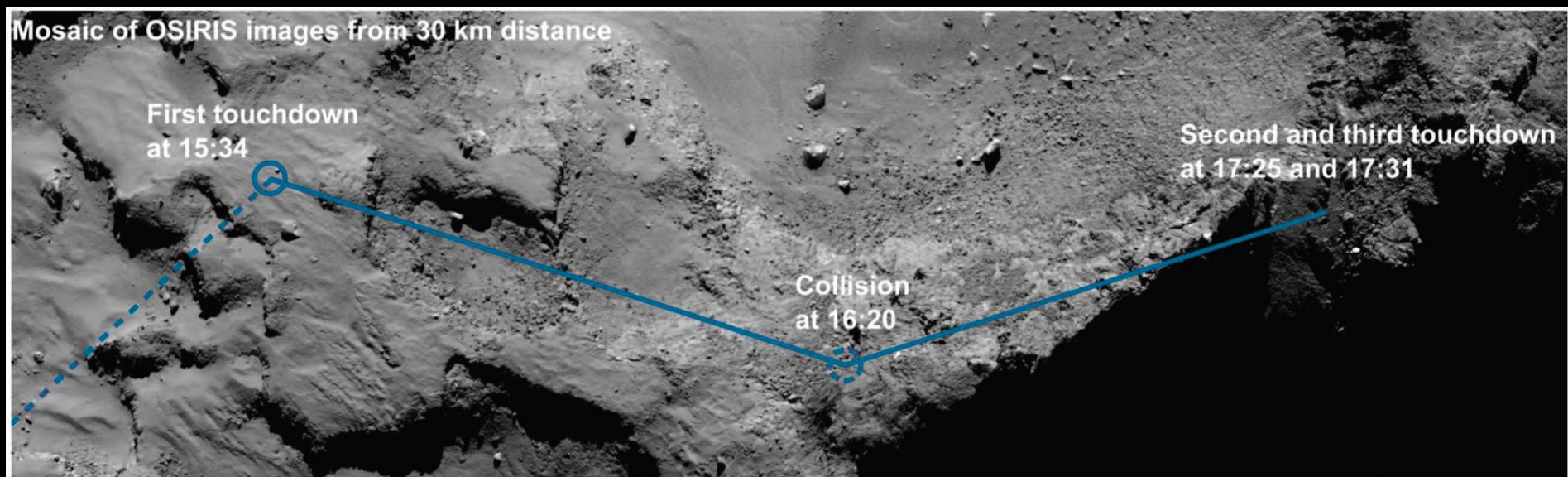




**Zone du  
1<sup>er</sup> contact**

**Zone de  
l'immobilisation  
définitive**

**Une trajectoire possible  
de Philae (perspective non  
garantie)**

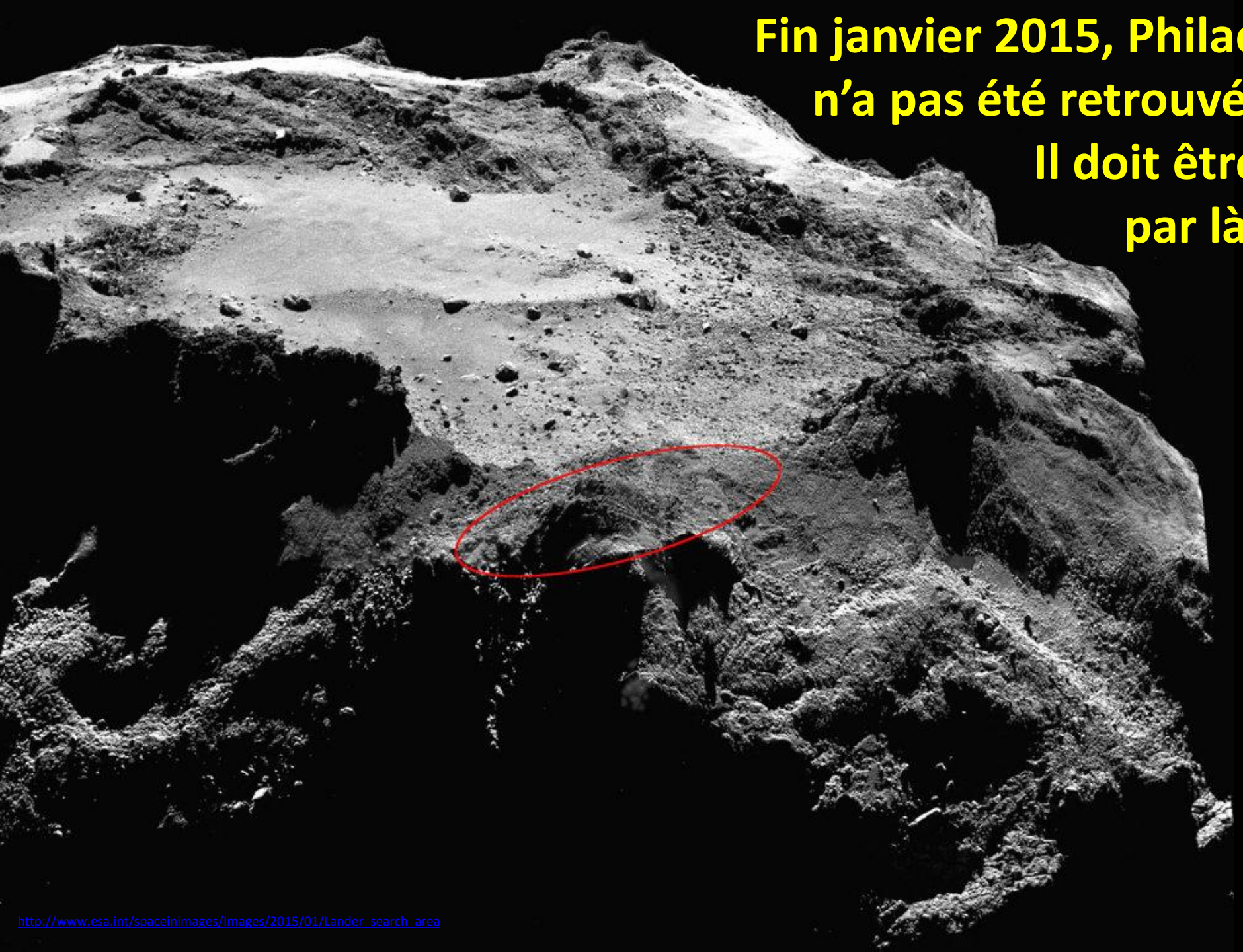


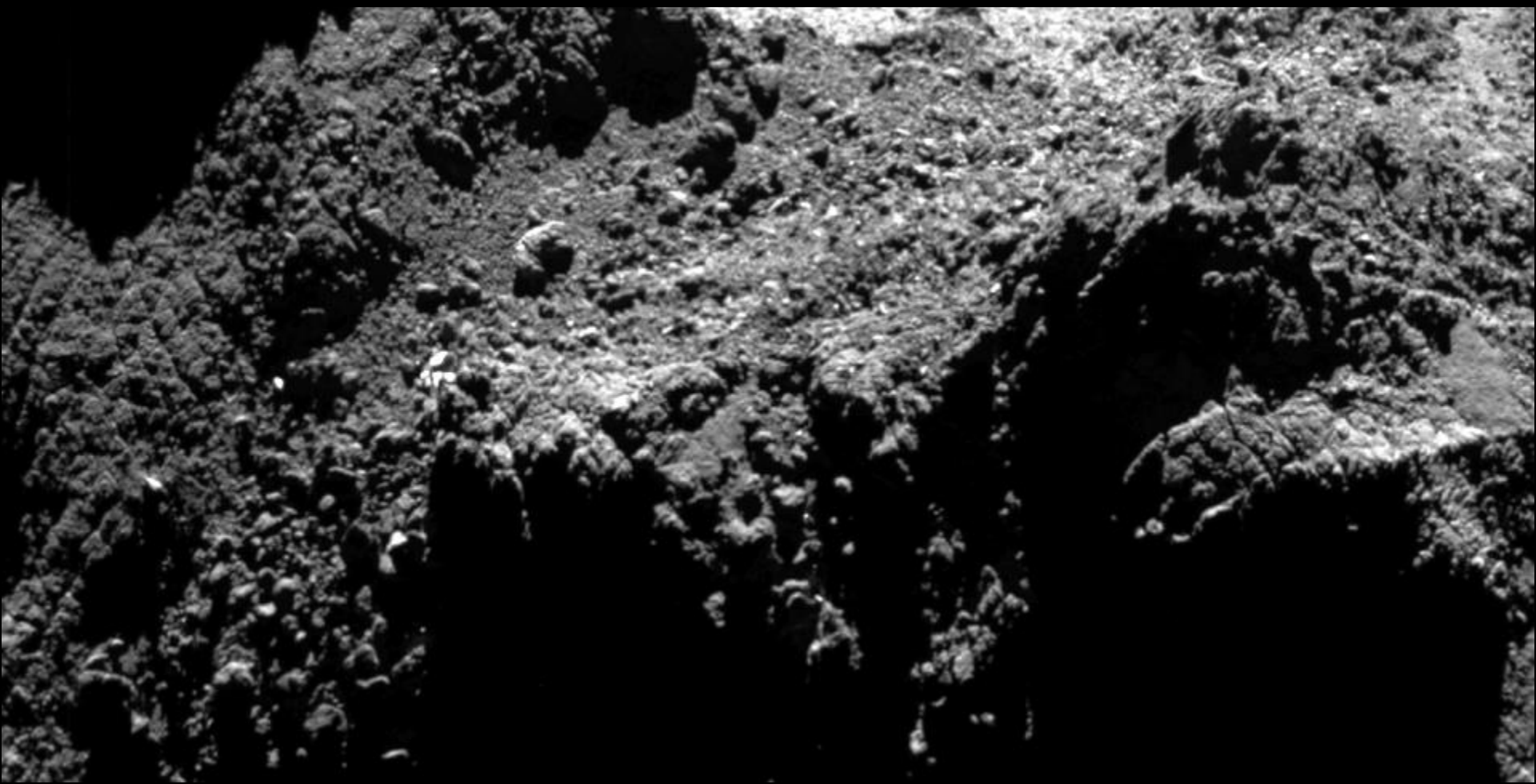
Science, 31 juillet 2015 <http://www.sciencemag.org/content/349/6247/aaa5102.abstract>

**Carte et coupe du trajet de philae**



**Fin janvier 2015, Philae  
n'a pas été retrouvé.  
Il doit être  
par là.**





<http://blogs.esa.int/rosetta/2015/06/11/the-quest-to-find-philae-2/>

**Quelque part coincé entre ces blocs. Ce site est appelé Abydos**





22 October



12 December



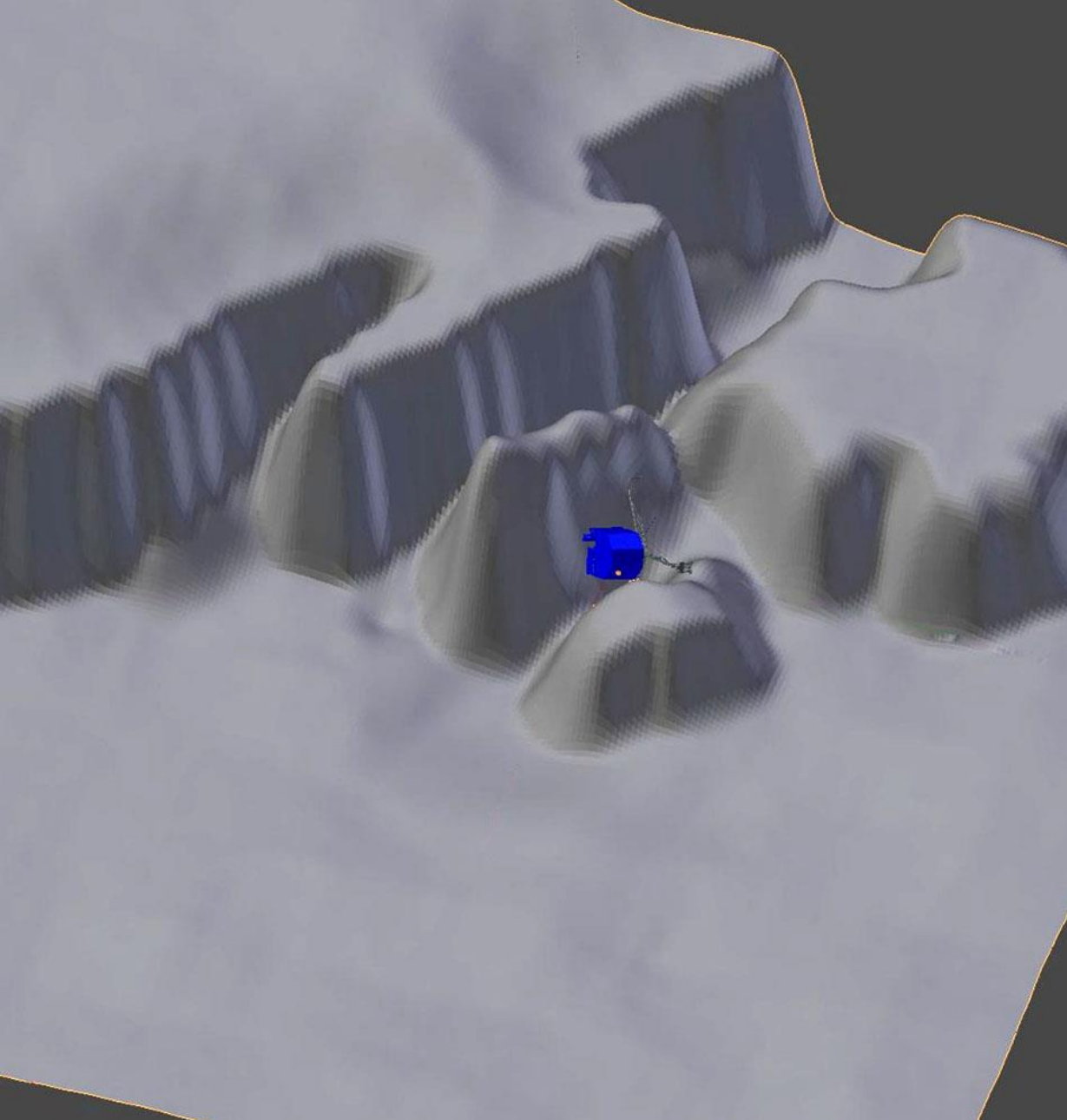
13 December



10 m

[http://www.esa.int/spaceimages/images/2015/00/Lander\\_Candidate](http://www.esa.int/spaceimages/images/2015/00/Lander_Candidate)

**Un « espoir déçu », cette tache blanche apparue entre octobre et décembre 2014, mais qui s'avère trop grosse.**

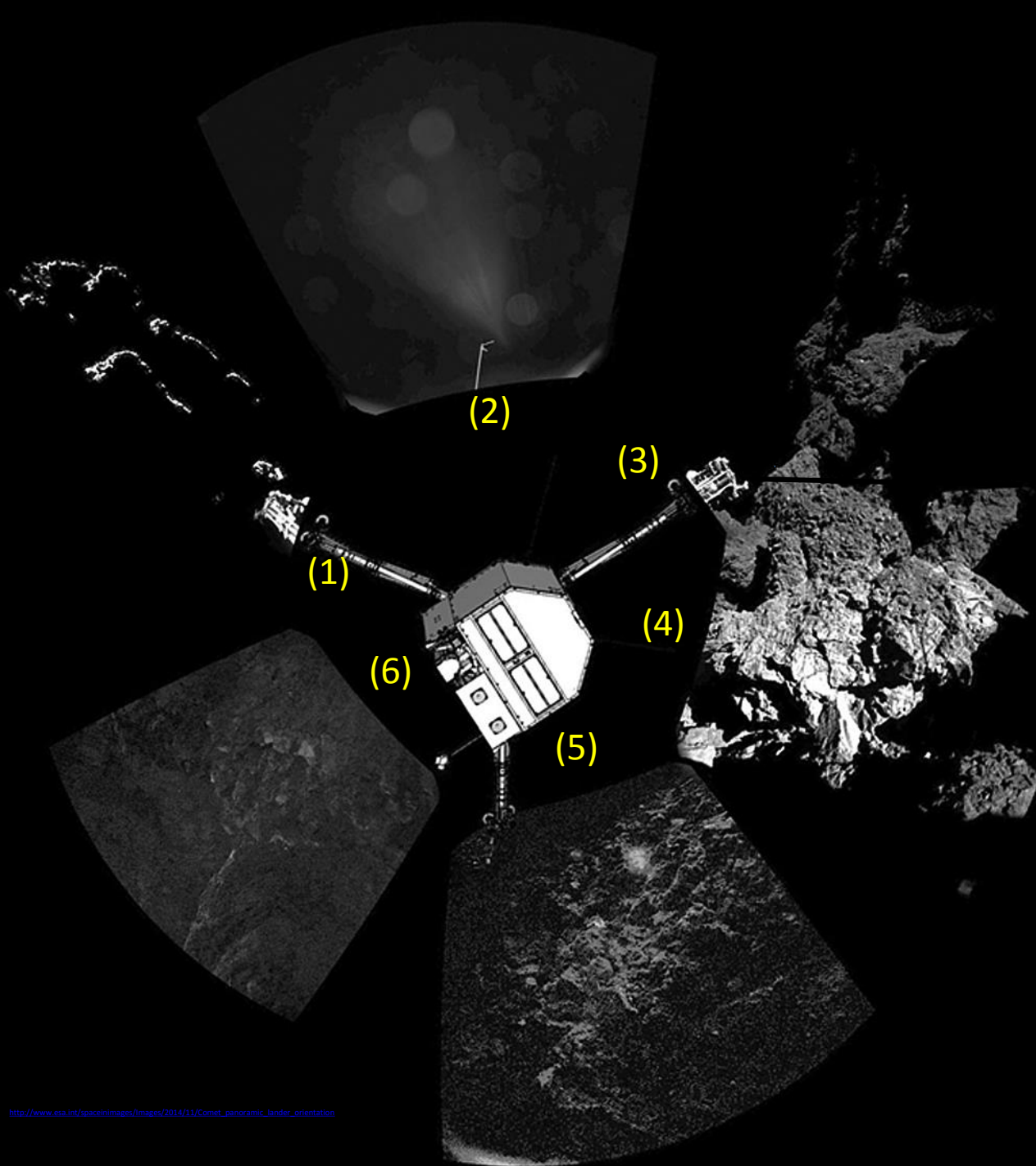


**Une  
reconstitution  
(théorique) du  
cadre où doit  
être coincé  
Philae, couché  
sur le côté au  
fond d'un  
« trou », ce qui  
fait qu'il est  
très souvent à  
l'ombre.**

[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/01/Philae\\_orientation\\_visualisation](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/01/Philae_orientation_visualisation)

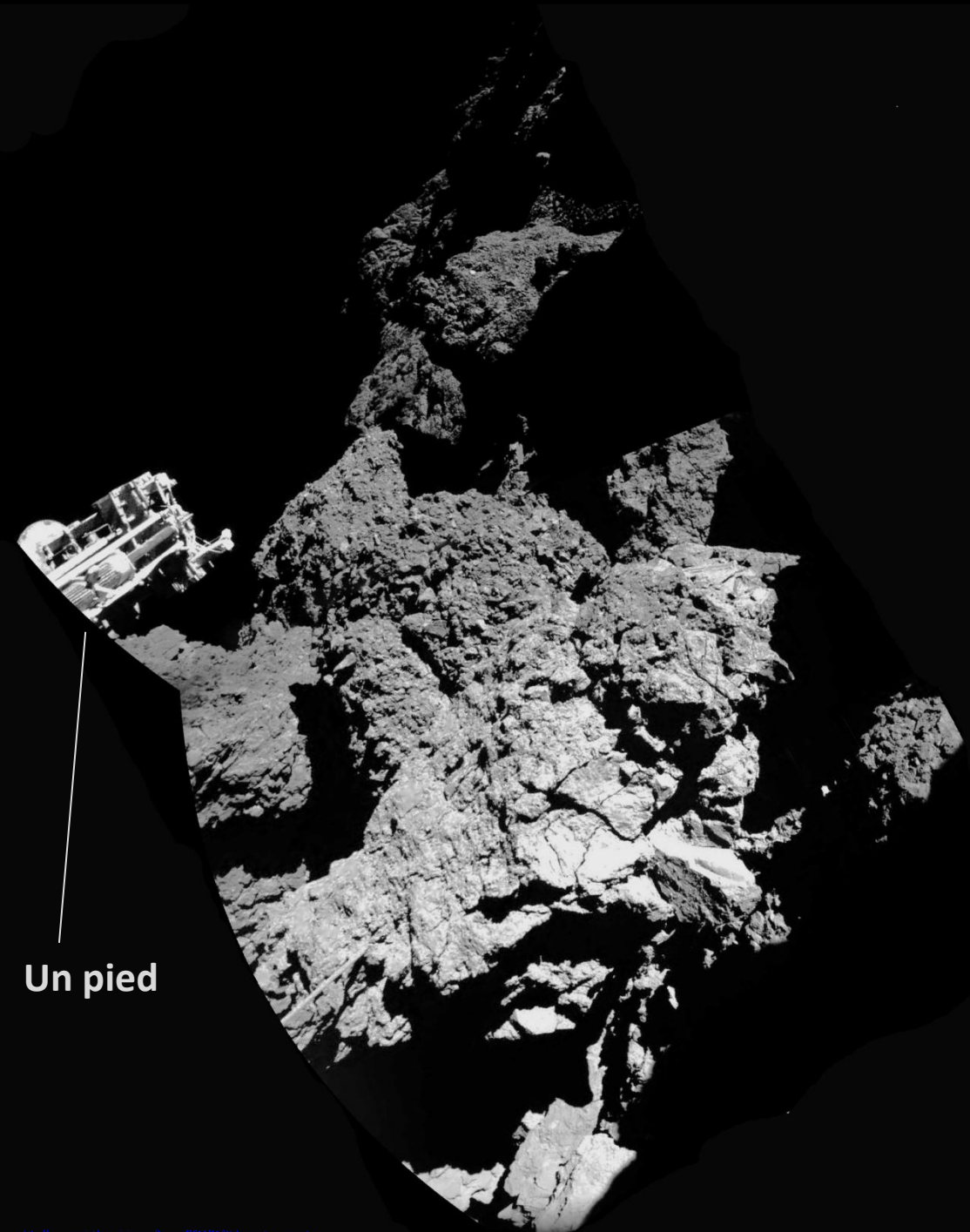
**Et c'est le problème majeur (cf panneaux solaires)**





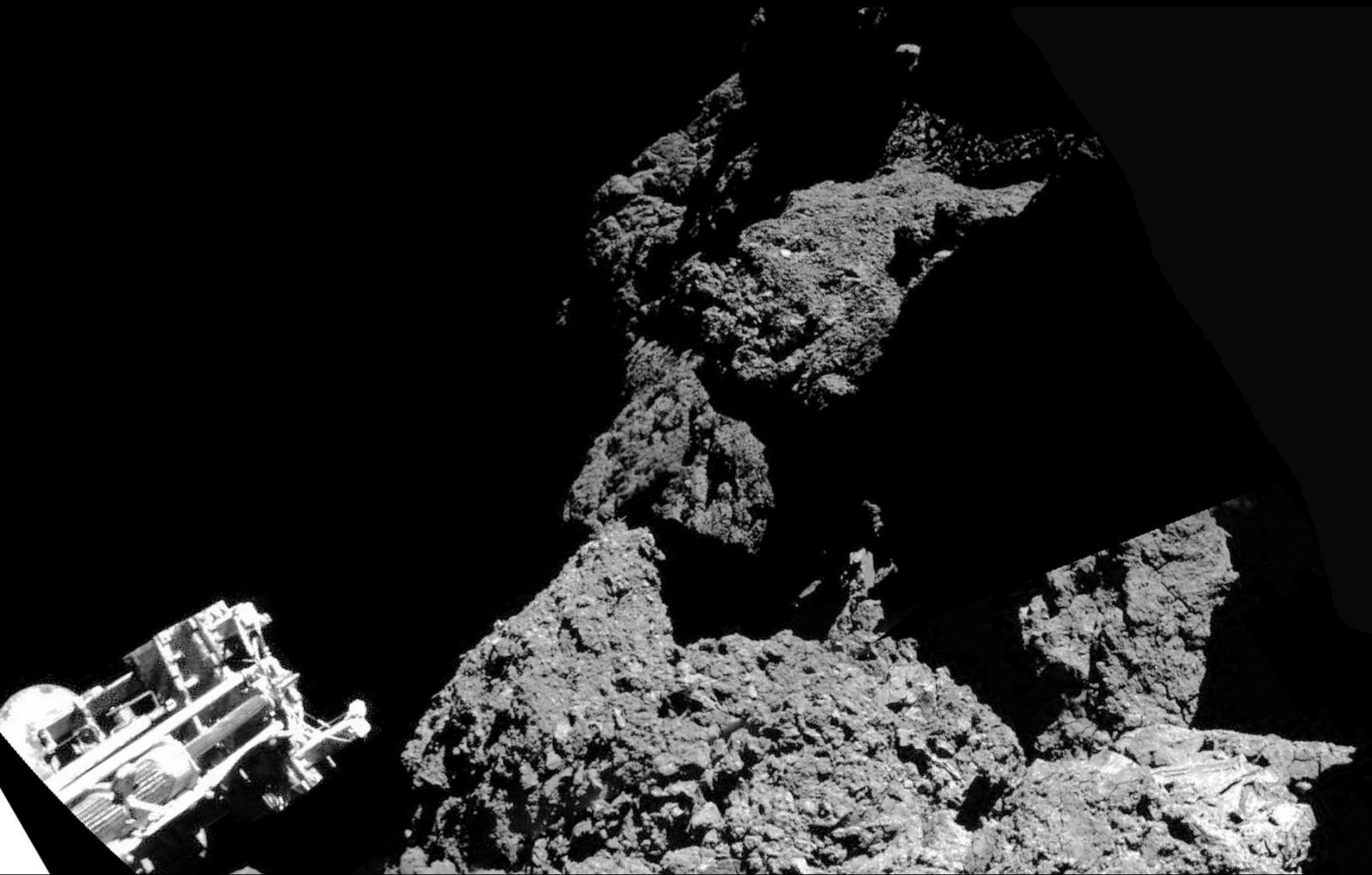
**Les 6 photos panoramiques prises par les 6 caméras latérales de Philae, plus ou moins posé de travers au fond de son trou. (2) ne vise que le ciel, (3) et (4) photographient un bord du trou, (5) et (6) ne visent que le sol, et (1) vise un autre bord du « trou ».**

**Caméras 3 et 4 : les premières images interprétables transmises par Philae après son immobilisation définitive. Il semble être au pied d'une petite falaise.**



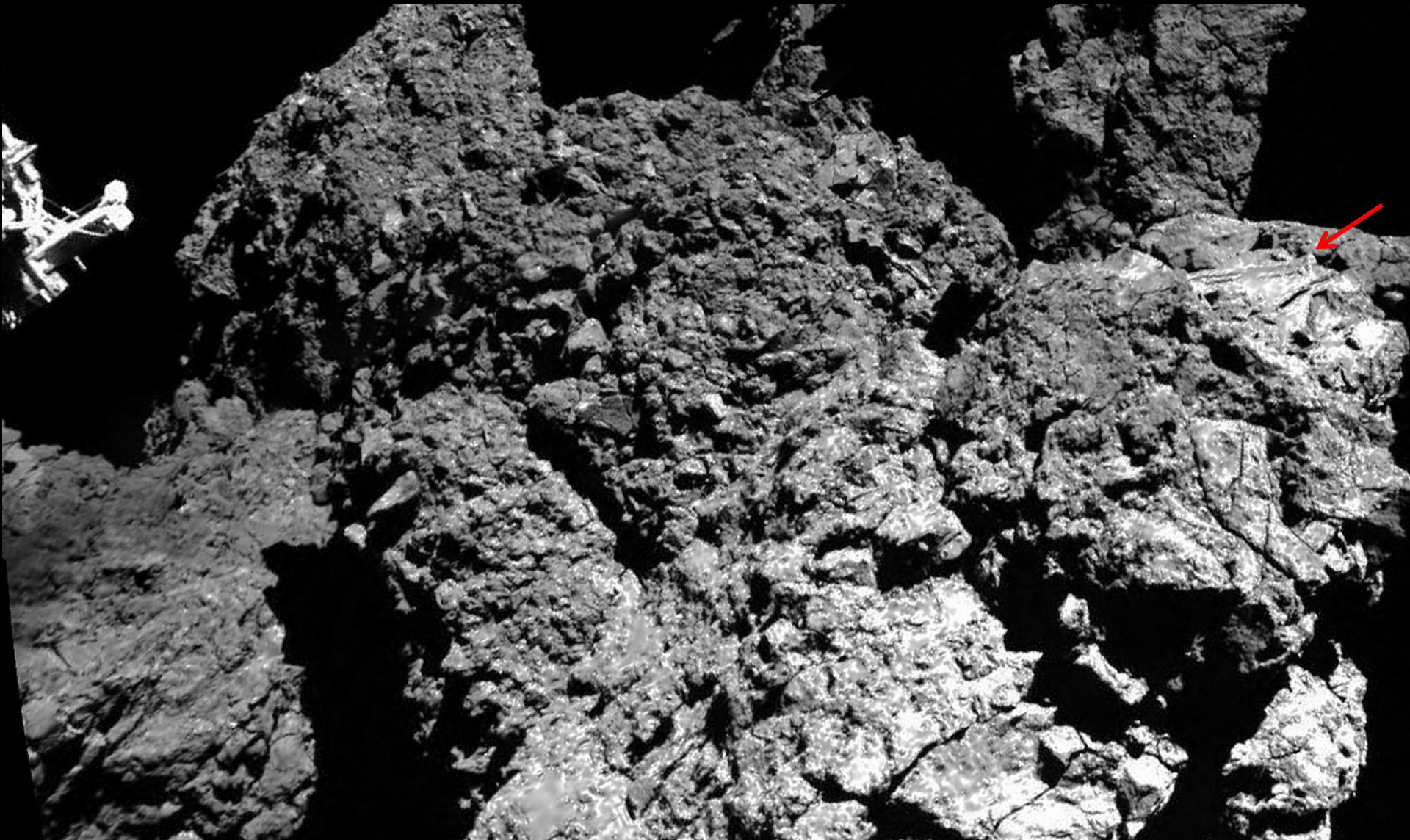
**Un pied**





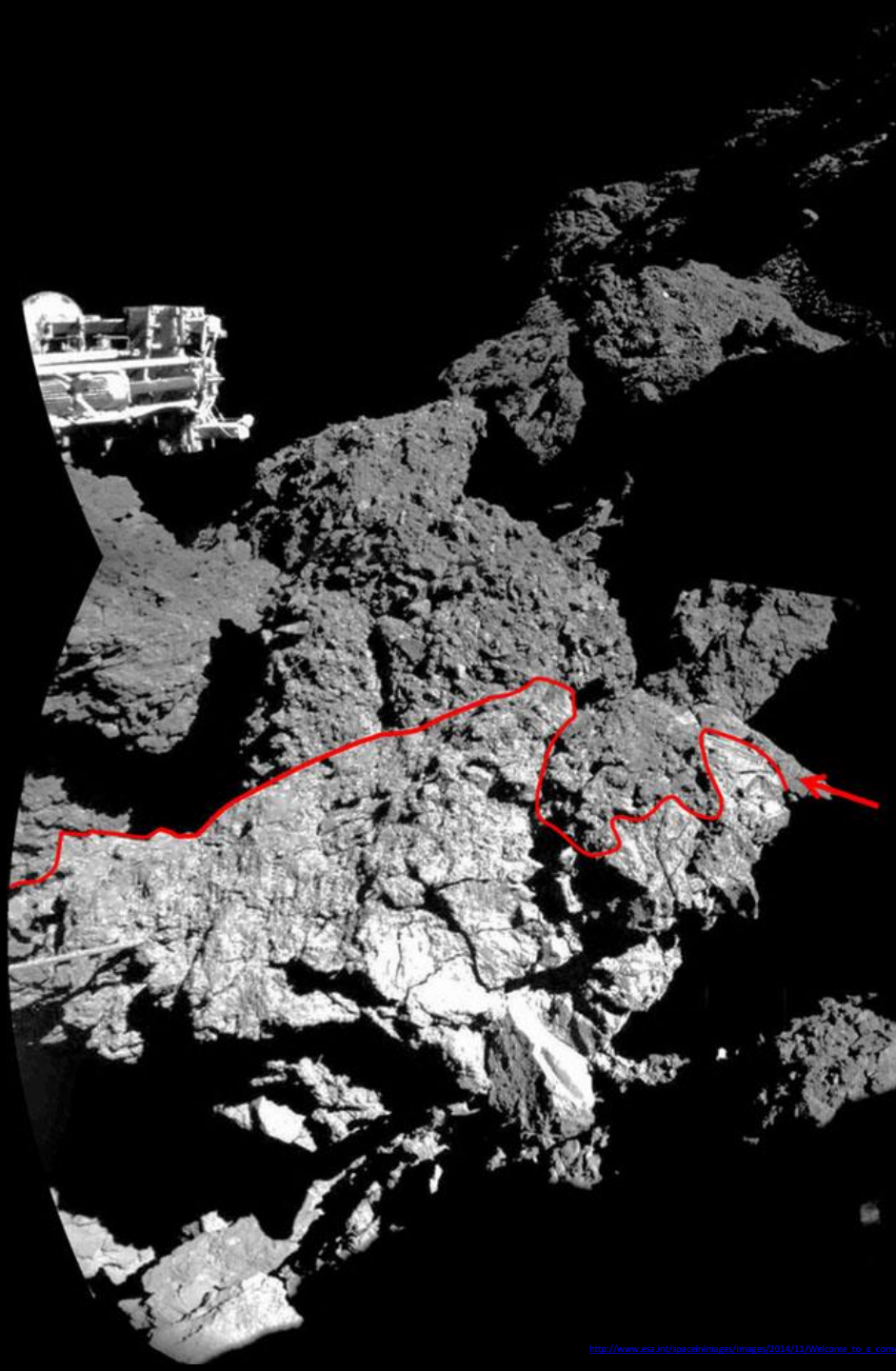
[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/11/Welcome\\_to\\_a\\_comet](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/11/Welcome_to_a_comet)

**Zoom sur le haut de la « falaise »**

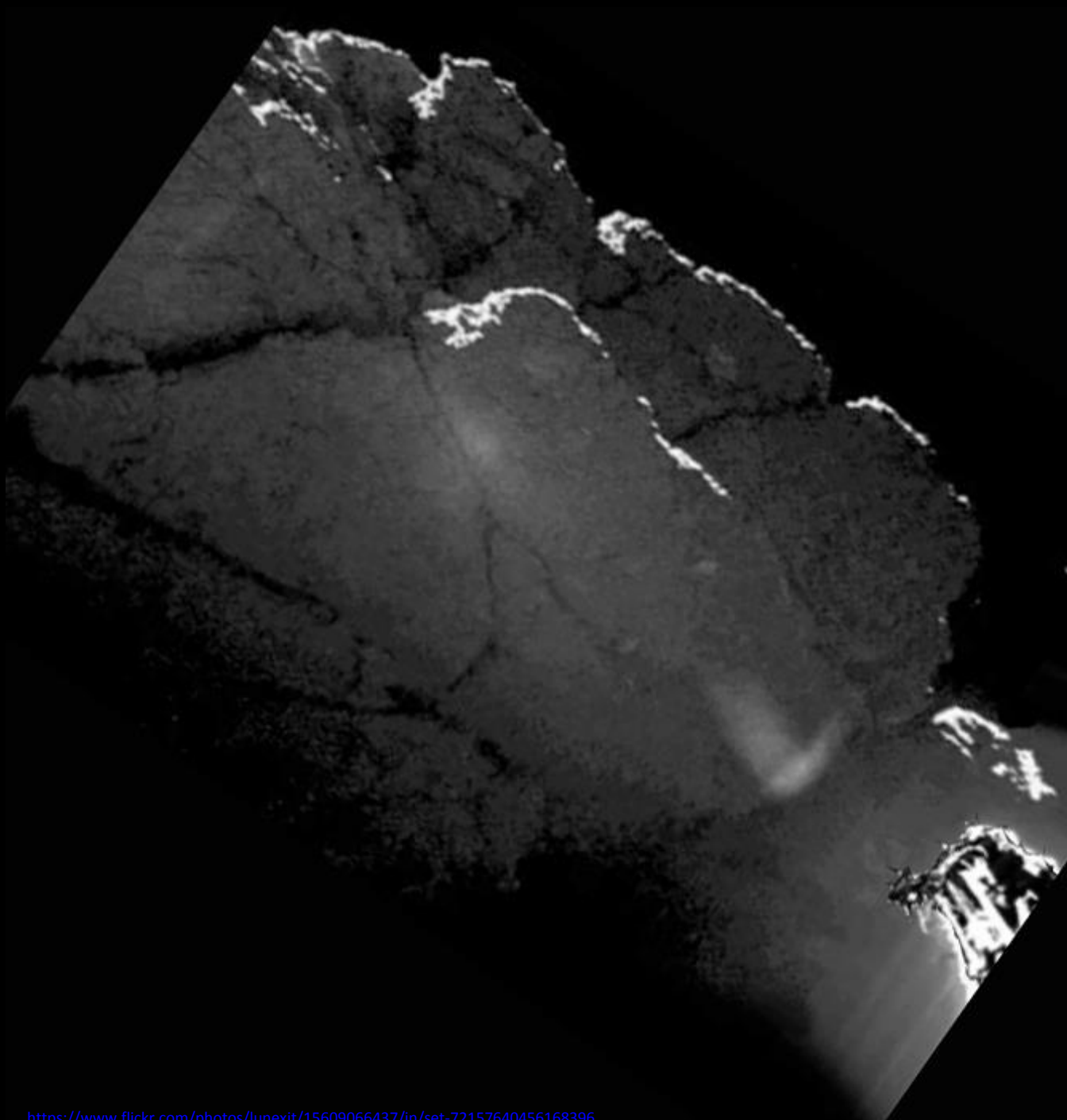


**Gros zoom sur le milieu de la « falaise » qui semble être constituée de brèches (brèches avec un s).**



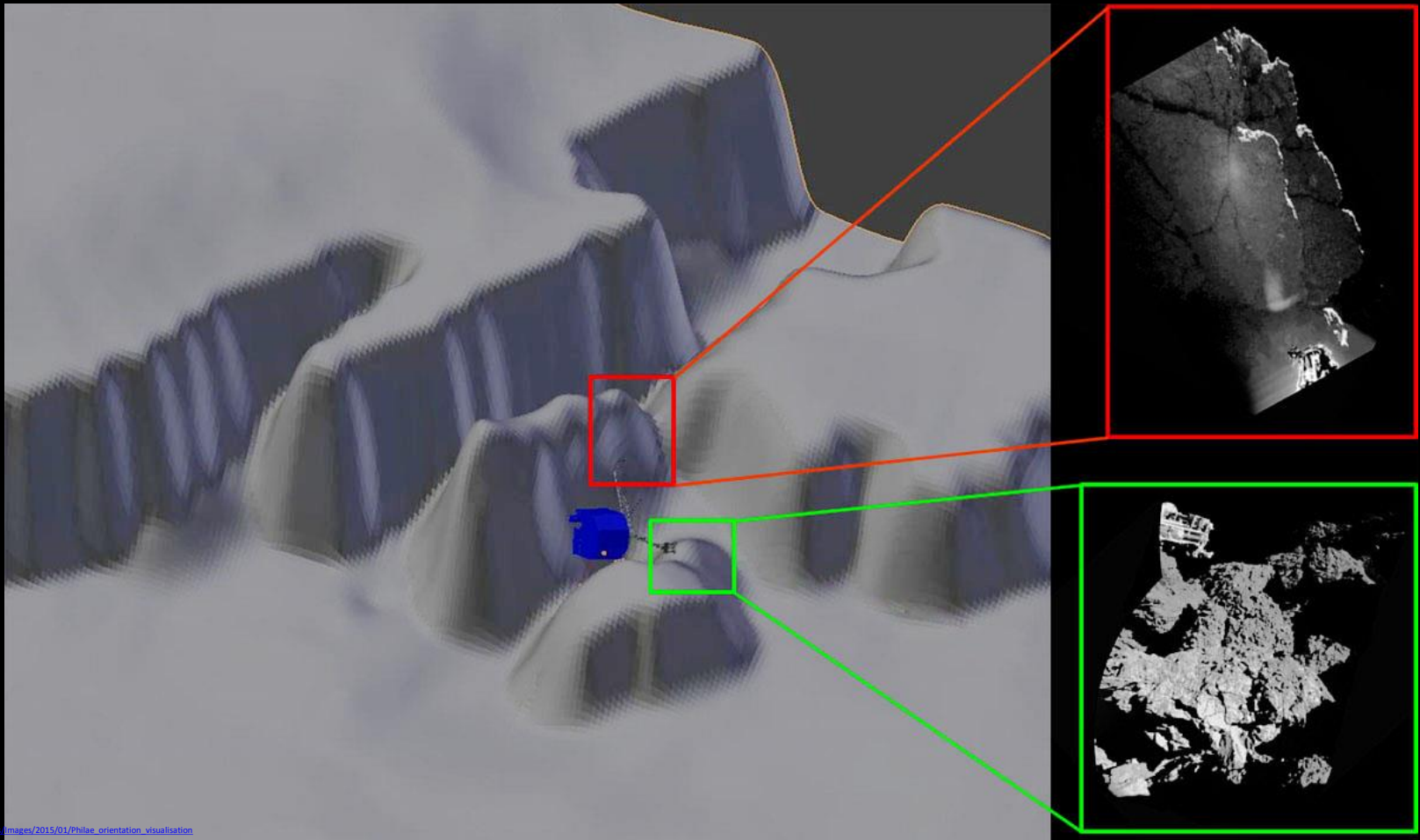


**Une interprétation  
purement  
personnelle :  
En haut une brèche  
« sédimentaire » (un tas  
de débris) qui recouvre  
un socle « cassé » mais  
dont les morceaux n'ont  
pas été déplacés les uns  
par rapport aux autres  
(en géologie, on  
appellerait ça une  
brèche « tectonique »).**

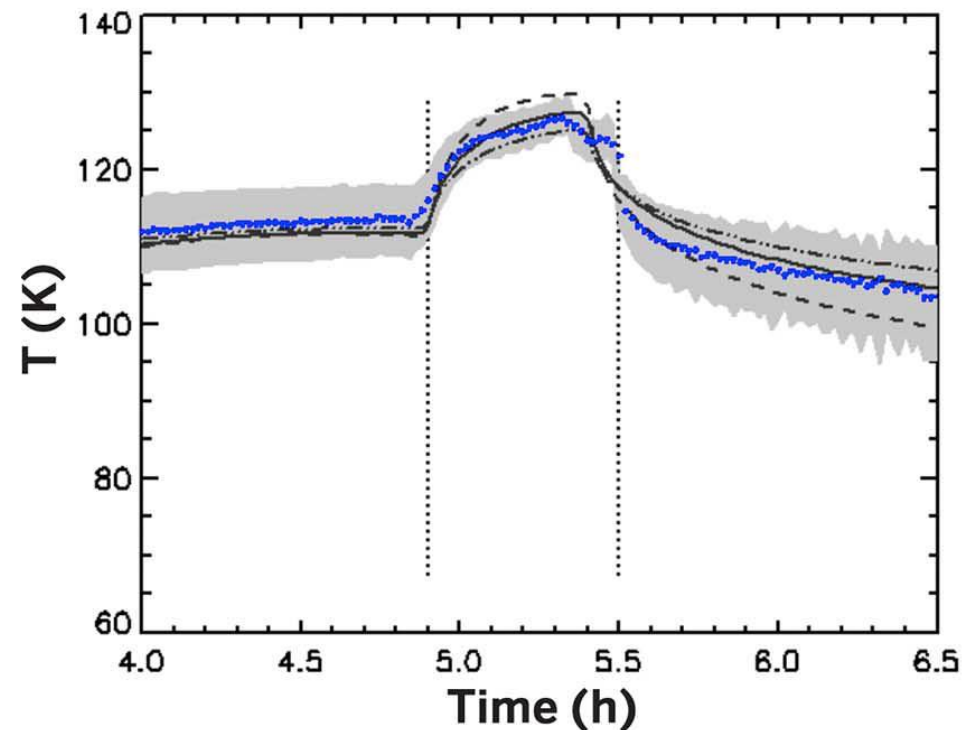
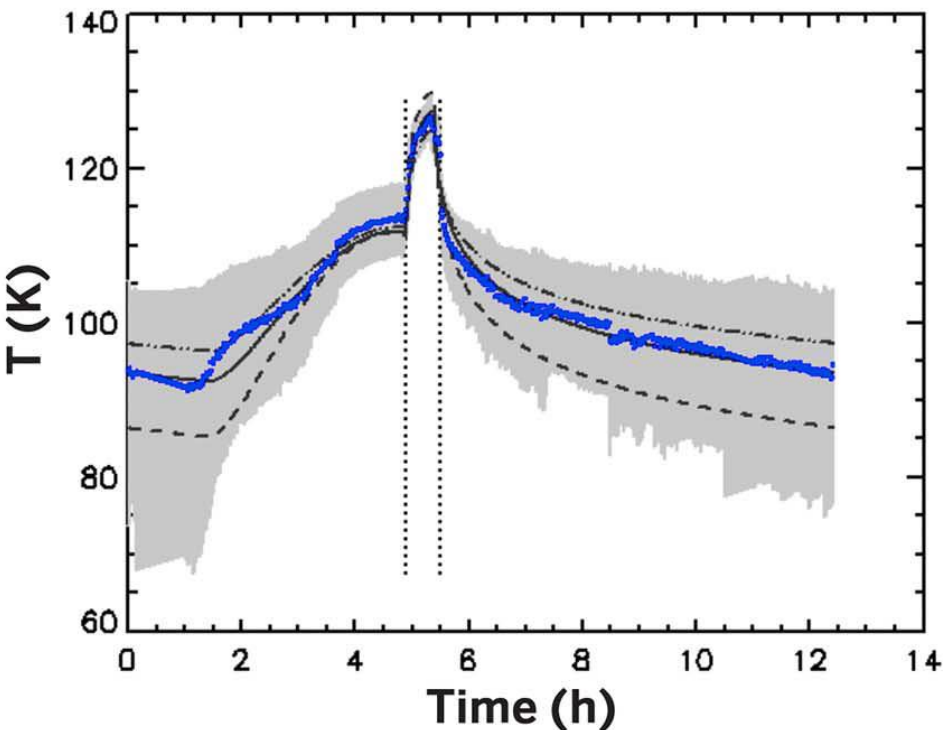


**Zoom sur  
l'autre côté du  
« trou » où est  
coincé Philae,  
à l'ombre la  
majorité de la  
« journée », ce  
qui est très  
insuffisant  
pour recharger  
ses batteries.**





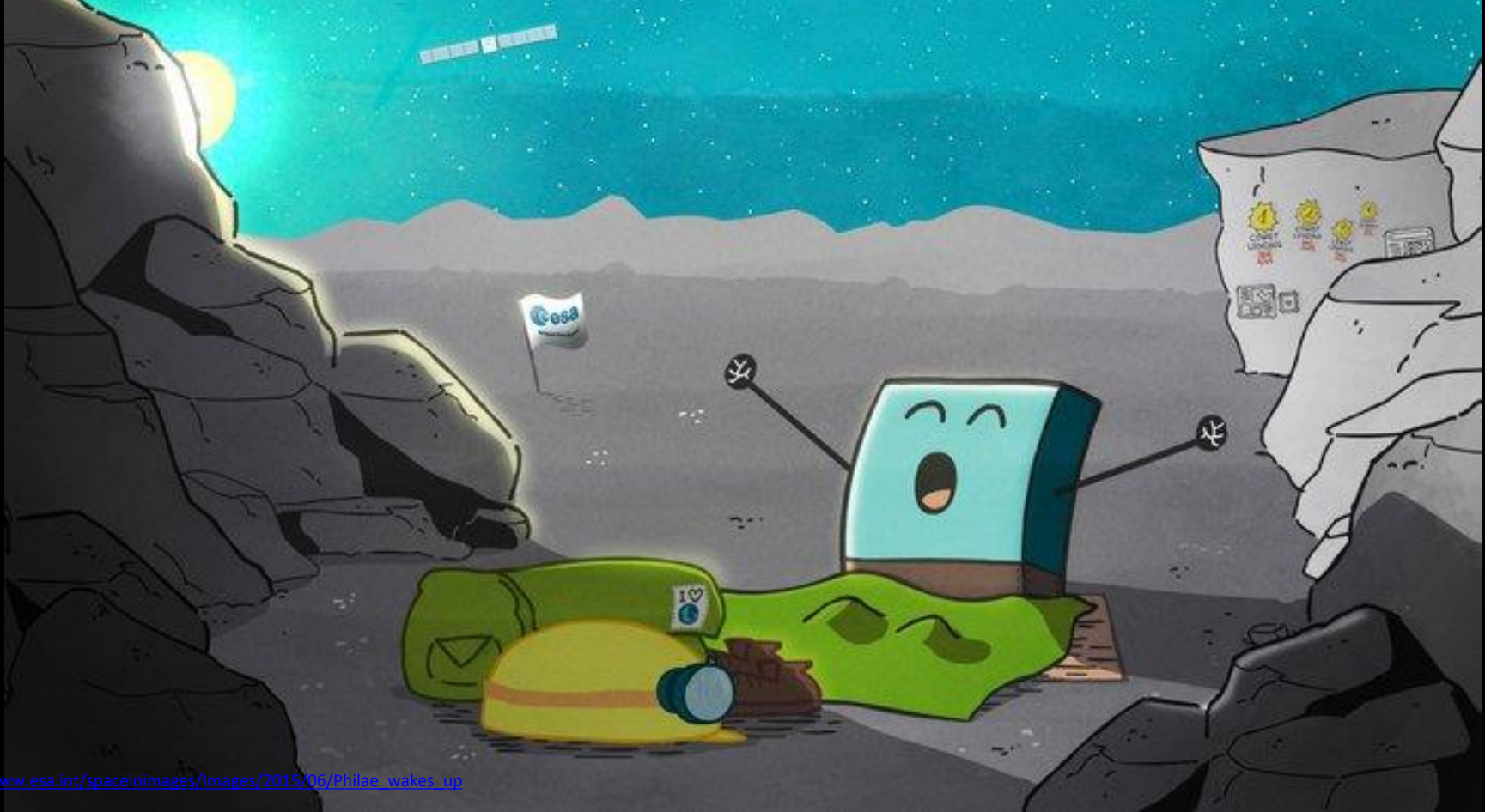
**Un résumé de la situation : plein de résultats ont dû être obtenus pendant les 2,5 jours de fonctionnement de la pile. Quasiment rien n'a été divulgué dans le mois qui suit. Mais c'est le printemps, et les jours rallongent. Et on se rapproche du soleil qui brille donc de plus en plus. Sera-ce suffisant pour le réveiller ?**



Science, 31 juillet 2015 <http://www.sciencemag.org/content/349/6247/aab0464.abstract>

**De nombreux résultats (autre que l'imagerie) ont été publiés dans le Science du 31 juillet : magnétisme (nul), propriétés thermiques et mécaniques du sol ... Voici la température enregistrée par Philae au fond de son trou : -180°C en fin de nuit, de -180°C à -160°C le jour à l'ombre, -143°C pendant la demie heure de soleil ...**





[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/06/Philae\\_wakes\\_up](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/06/Philae_wakes_up)

**Le 13 juin, preuve du réveil. Philae vit ! Mais il y a des problèmes de communication, car l'orbiter (relais) est loin de la Chury pour cause de forte activité. Le 9 juillet, rupture des communications. Attendons ! Mais l'optimisme n'est guère de mise.**