

Communiqué de presse

Créteil, le 1er décembre 2017

Les poussières de la comète Tchouri livrent le secret de leur composition

Une équipe scientifique internationale impliquant des chercheurs de l'UPEC, des universités d'Orléans, Paris-Sud et Grenoble Alpes, et du CNRS, a déterminé la composition élémentaire des poussières de la comète Tchouri explorée par la [mission Rosetta de l'ESA](#). Ces mesures révèlent l'un des matériaux les plus riches en carbone et les moins altérés jamais explorés dans le Système solaire. Ce carbone cométaire se trouve essentiellement sous forme de matière organique macromoléculaire et c'est donc principalement sous cette forme qu'il a pu être délivré sur la Terre primitive par les comètes et éventuellement contribuer à l'apparition de la vie.

*Ces résultats, obtenus à partir des mesures de l'instrument [COSIMA](#), sont publiés dans la revue *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (Oxford University Press) le 1^{er} décembre 2017.*

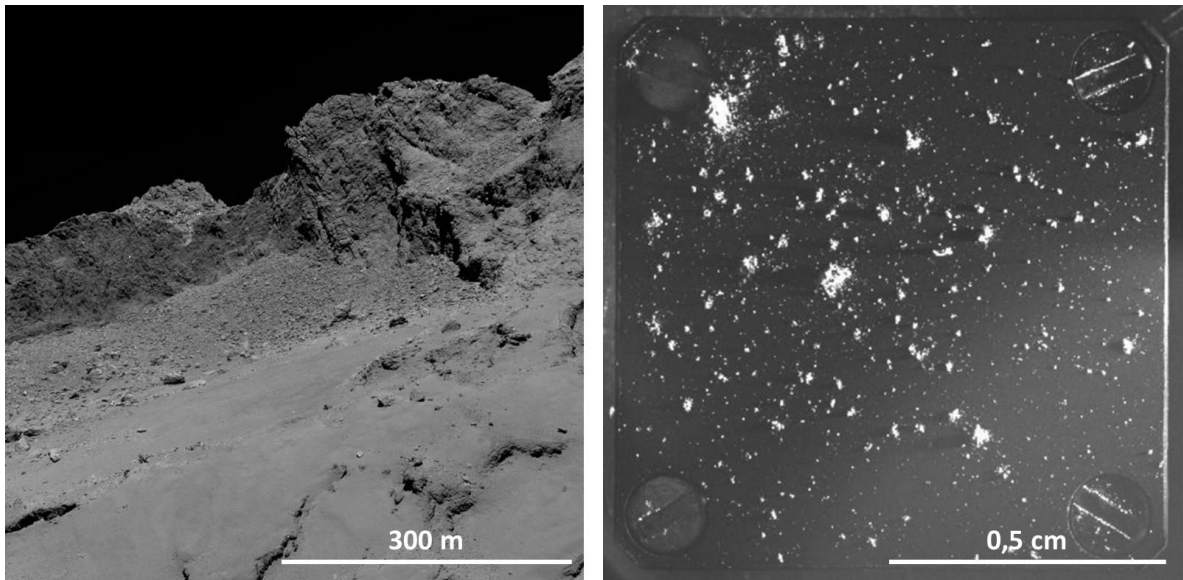
La sonde spatiale [Rosetta](#) de l'ESA a navigué pendant deux ans autour du noyau de la [comète 67P/Churyumov-Gerasimenko \(Tchouri\)](#) et l'a scrutée dans les moindres détails. Plus d'un an après la fin de la mission (septembre 2016), elle a déjà livré une multitude d'informations sur le noyau et son activité : sa taille, sa masse, la nature et les abondances des molécules présentes sous forme gazeuse dans la chevelure de la comète (vapeur d'eau, dioxyde de carbone, dioxygène et une multitude de petites molécules organiques, c'est-à-dire composées principalement de carbone, hydrogène, azote et oxygène). Les scientifiques connaissent maintenant presque dans les moindres détails l'apparence du noyau. Sa surface est très sombre, très pauvre en glaces, changeante, et présentant une géomorphologie complexe (des failles, des falaises, des gouffres etc.), mais le détail de sa composition chimique et en particulier, la quantification de son contenu carboné supposé être au moins en partie à l'origine de cette couleur sombre, restait jusqu'ici objet de débats et d'hypothèses.

Contact

Bénédicte RAY – LE CORRE
Direction de la Communication - Relations Presse
benedicte.ray@u-pec.fr - 01 45 17 44 95
www.u-pec.fr

Rosetta capture et analyse des particules de poussière cométaire

COSIMA est un instrument se trouvant à bord de la sonde Rosetta. Il avait pour tâche de collecter les poussières submillimétriques éjectées par le noyau de la comète, les photographier, puis en analyser une partie par spectrométrie de masse à temps de vol et ionisation secondaire (TOF-SIMS). Un an après avoir révélé que la poussière de la comète contenait un matériau carboné de structure macromoléculaire, l'équipe scientifique de l'instrument COSIMA a pu déterminer la composition élémentaire moyenne de ces poussières et démontrer que ce matériau carboné macromoléculaire représente près de la moitié de la masse de ces particules cométaires. L'autre moitié est constituée essentiellement de minéraux silicatés. Les mesures de COSIMA qui se sont étalées tout le long des deux années de la mission Rosetta montrent que toutes les poussières analysées présentent une composition similaire, quelles que soient leur date de collecte, leur taille ou leur morphologie, ce qui laisse penser qu'il s'agit là d'une propriété générale à tout le noyau.

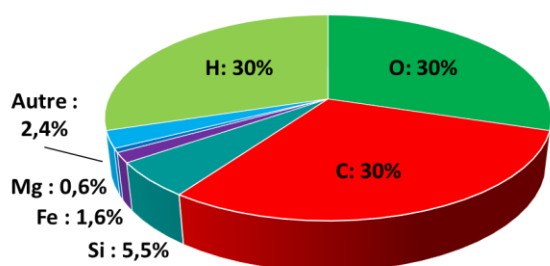


A gauche, la surface du noyau cométaire vue par la sonde Rosetta. Les glaces condensées sous la surface s'échappent des profondeurs de la comète lorsque celle-ci est réchauffée à l'approche du Soleil. Les émissions de gaz produits entraînent avec eux de petites particules de matière solide qui peuvent être collectées et analysées par la sonde Rosetta. A droite, une cible de collecte (1 cm x 1 cm) de l'instrument COSIMA montrant de minuscules fragments du noyau, de tailles allant jusqu'au millimètre, l'ayant impactée. Toutes ces poussières sont constituées d'un mélange intime à 50/50 (en masse) de minéraux silicatés et de matériau organique. Crédits photos : à gauche ESA /Rosetta /MPS for OSIRIS Team MPS /UPD /LAM /IAA /SSO /INTA /UPM /DASP /IDA, à droite : ESA /Rosetta /MPS for COSIMA Team MPS /CSNSM /UNIBW /TUORLA /IWF /IAS /ESA /BUW /MPE /LPC2E /LCM /FMI /UTU /LISA /UOFC /vH&S.

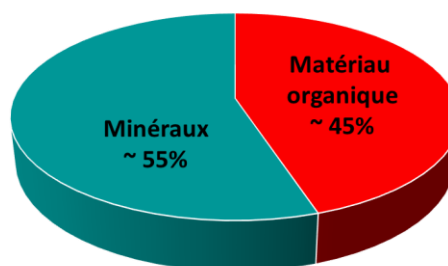


Une forme de mémoire préservée de notre Système solaire

Les comètes comme Tchouri (ou précédemment la [comète Halley](#)) sont donc parmi les objets les plus riches en carbone du Système solaire. Les résultats obtenus à partir des mesures de COSIMA donnent un rapport d'abondance carbone sur silicium (C/Si) très proche du rapport solaire et indiquent l'absence d'une hydratation notable des phases minérales. Ces informations signent la nature primitive du matériau cométaire. Celle-ci a préservé quasi intacte la matière qui s'est accrétée et lui a donné naissance. Les comètes sont donc bien une certaine forme de mémoire préservée de l'histoire ancienne de notre [Système solaire](#).



Abondance des éléments en nombre



Répartition des minéraux et du matériau organique en masse

A gauche : la composition élémentaire moyenne des particules de poussière de la comète Tchouri. A droite : la répartition moyenne en masse des minéraux et du matériau organique dans ces poussières. Crédit : ESA /Rosetta /MPS for COSIMA Team MPS /CSNSM /UNIBW /TUORLA /IWF /IAS /ESA /BUW /MPE /LPC2E /LCM /FMI /UTU /LISA /UOFC /vH&S.

La nature du carbone cométaire délivré à la Terre primitive

Par ailleurs, au-delà de la spectaculaire diversité moléculaire observée pour la matière organique détectée en phase gazeuse, ces gaz et les glaces sublimées qui en sont à l'origine ne représentent qu'une très faible fraction de la matière cométaire totale. L'essentiel de la matière cométaire est constitué par ce mélange intime de minéraux et de matière carbonée solide mesurée dans les poussières. Ainsi, les résultats de COSIMA montrent que la plus grande partie de la matière organique de la comète Tchouri se trouve sous la forme de matière carbonée macromoléculaire. En conséquence, si les comètes ont joué un rôle dans l'apparition de la vie sur notre planète en y apportant en particulier de la matière riche en carbone, c'est sous cette forme macromoléculaire complexe qu'elle y aura été essentiellement délivrée.

Ces travaux ont été financés en grande partie par le [CNES](#) et le [Labex ESEP](#).

La mission Rosetta fait partie du programme Horizon 2000 de l'ESA. De nombreux laboratoires de recherche français et le CNES contribuent à cette mission à plusieurs égards.

[> Lire l'article paru dans la revue *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society \(Oxford University Press\)*](#)



Références :

Bardyn A., Baklouti D., Cottin H., Fray N., Briois C., Paquette J., Stenzel O., Engrand C., Fischer H., Hornung K., Isnard R., Langevin Y., Lehto H., Le Roy L., Ligier N., Merouane S., Modica P., Orthous-Daunay F.-R., Rynö J., Schulz R., Silén J., Thirkell L., Varmuza K., Zaprudin B., Kissel J. and Hilchenbach M. Carbon-rich dust in comet 67P/Churyumov-Gerasimenko measured by COSIMA/Rosetta. Month. Not. Roy. Astr. Soc.

Contacts chercheurs :

- Anaïs Bardyn (LISA/LPC2E, actuellement au Carnegie Institution of Washington (Etats-Unis) : abardyn@carnegiescience.edu / +1 202 478 8821
- Donia Baklouti (IAS, Université Paris Sud) : donia.baklouti@ias.u-psud.fr / 01 69 85 87 88
- Hervé Cottin (LISA, UPEC) : herve.cottin@lisa.u-pec.fr / 06 98 28 98 25

A propos de l'instrument COSIMA

COSIMA a été construit par un consortium mené par le [Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik](#), Garching, Allemagne en collaboration avec le [Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace](#) (CNRS/université d'Orléans), l'[Institut d'Astrophysique Spatiale](#) (CNRS/Université Paris Sud), le [Finnish Meteorological Institute](#), Helsinki, Finlande, [Universität Wuppertal](#), Wuppertal, Allemagne, [von Hoerner und Sulger GmbH](#), Schwetzingen, Allemagne, [Universität der Bundeswehr](#), Neubiberg, Allemagne, l'Institut für Physik, Forschungszentrum Seibersdorf, Seibersdorf, Austria, Space Research Institute, [Austrian Academy of Sciences](#), Graz, Autriche et est piloté actuellement par le [Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung](#), Göttingen, Allemagne. COSIMA a été financé par les agences allemande ([DLR](#), grant 50 QP 1302), française (CNES), autrichienne, finlandaise et [l'ESA Technical Directorate](#).

A propos de l'UPEC

Avec 7 facultés, 4 instituts, 3 écoles, 1 observatoire et 32 laboratoires de recherche, l'Université Paris-Est Créteil est présente dans tous les domaines de la connaissance depuis 1971. Les enseignants-chercheurs et les enseignants forment chaque année plus de 32 000 étudiants et actifs de tous les âges. Acteur majeur de la diffusion de la culture académique, scientifique et technologique, l'université dispense un large éventail de formations dans plus de 300 disciplines, de la licence au doctorat. Elle offre ainsi un accompagnement personnalisé de toutes les réussites, grâce à des parcours de formation initiale, des validations d'acquis et la formation continue, ou encore par le biais de l'apprentissage.

A propos de l'Université Paris-Sud

L'Université Paris-Sud est un acteur majeur de l'Université Paris-Saclay.

Pluridisciplinaire et à forte dominante scientifique et de santé, l'excellence de sa recherche est marquée par de nombreux prix internationaux, notamment dans le domaine des mathématiques (quatre médailles Fields entre 1994 et 2010) et de la physique (trois prix Nobel). L'Université Paris-Sud est l'une des plus prestigieuses universités en Europe sur le plan de la recherche, elle se classe au Top 50 des universités de recherche dans le monde.

L'Université Paris-Sud rassemble 78 laboratoires reconnus internationalement et propose 30 plateformes technologiques. Son offre de formation est caractérisée par une forte intégration de la recherche dans ses cursus, de la Licence au Doctorat. L'Université Paris-Sud accueille 31 000



étudiants dont 2 400 doctorants et 5 000 étudiants étrangers, compte 4 300 enseignants, chercheurs et enseignants-chercheurs ainsi que 3 100 personnels ingénieurs, techniques et administratifs.

A propos du CNES

Le CNES est l'établissement public chargé de proposer au gouvernement la politique spatiale française et de la mettre en œuvre au sein de l'Europe. Il conçoit et met en orbite des satellites et il invente les systèmes spatiaux de demain ; il favorise l'émergence de nouveaux services, utiles au quotidien. Créé en 1961, il est à l'origine de grands projets spatiaux, lanceurs et satellites et est l'interlocuteur naturel de l'industrie pour l'accompagner à l'export et favoriser l'innovation. Déterminé à inventer l'espace de demain, le CNES a des champs d'application infinis qui se déclinent en cinq domaines, Ariane, les sciences, l'observation, les télécommunications, la défense. Le CNES est un acteur majeur de la recherche technologique, du développement économique et de la politique industrielle de la France. Il noue également des partenariats scientifiques et est engagé dans de nombreuses coopérations internationales. La France, représentée par le CNES, est le principal contributeur de l'Agence spatiale européenne (ESA), chargée par ses 22 Etats membres de conduire la politique spatiale de l'Europe.

Concernant l'orbiteur, le CNES a assuré la maîtrise d'ouvrage de l'instrument CONSERT (Comet Nucleus Sounding Experiment by Radiowave Transmission), radar de sondage, conçu pour étudier la structure interne du noyau de la comète. Le CNES a fourni également les piles et batteries de l'atterrisseur Philae, il était responsable du SONC (Science operation & navigation center) et a assuré la maîtrise d'ouvrage du dispositif d'imagerie CIVA (Comet Infrared & Visible Analyser) réalisé par l'Institut d'Astrophysique Spatiale (Université Paris-Sud/CNRS).

A propos du CNRS

Le Centre national de la recherche scientifique est un organisme public de recherche. Il produit du savoir et met ce savoir au service de la société. Avec près de 32 000 personnes, un budget de 3,3 milliards d'euros dont 769 millions d'euros de ressources propres, une implantation sur l'ensemble du territoire national, le CNRS exerce son activité dans tous les champs de la connaissance, en s'appuyant sur plus de 1100 laboratoires. Avec 21 lauréats du prix Nobel et 12 de la Médaille Fields, le CNRS a une longue tradition d'excellence.

Les laboratoires du CNRS et leurs différentes tutelles ont été impliqués dans la réalisation de 13 instruments de la sonde Rosetta et son atterrisseur Philae, à découvrir en vidéo sur <http://www.insu.cnrs.fr/fr/rosetta>. La présence des équipes françaises est encore plus affirmée sur l'exploitation scientifique des données collectées.

A propos de l'Université d'Orléans.

La recherche occupe une place importante au sein de l'Université d'Orléans. L'établissement bénéficie de relations très étroites avec des grands organismes de recherches nationaux et de nombreux laboratoires de recherche Européens et internationaux. Les travaux menés contribuent à renforcer la capacité d'innovation et participent au développement économique de la région Centre-Val de Loire, et plus largement du territoire national et International.

Orléans constitue un pôle scientifique rayonnant à l'International dans de nombreux domaines, notamment dans les domaines de la chimie des matériaux et du vivant, de l'énergie, des sciences de la terre et de l'univers, de l'économie.



L'Université d'Orléans propose une offre de formation riche, composée de plus de 140 formations. Des diplômes d'Etat, des diplômes d'Université, des certifications, tous ouverts sur des métiers d'avenir et adossés à une grande diversité de domaines disciplinaires : Sciences et Techniques, Lettres, Langues, Sciences Humaines et Sociales, Droit, Économie et Gestion. Implantée dans les 6 départements de la région Centre-Val de Loire. Aujourd'hui, l'Université d'Orléans est composée de 3 Unités de Formation et de Recherche (UFR) Droit, Economie et Gestion - Sciences et Techniques - Lettres Langues et Sciences Humaines), de 4 Instituts Universitaires de Technologie (IUT), de l'Ecole Supérieure du Professorat et de l'Education (ESPE), de l'Ecole d'Ingénieurs Polytech et de l'Observatoire des Sciences de l'Univers (OSUC).

