

Fornasier Sonia

Curriculum Vitae

Nom de famille : Fornasier **Prénom** : Sonia

Grade : Maître de Conférences

Etablissement d'affectation : Université Paris Diderot (Paris 7)

Section de CNU : 34, Astronomie, Astrophysique

Unité de recherche d'appartenance : UMR-8109 Laboratoire d'études spatiales et instrumentation en astrophysique (LESIA)

Adresse électronique : sonia.fornasier at obspm.fr

FORMATION

- 2012 : Habilitation à Diriger des recherches de l'Univ. Paris Diderot sur *Caractérisation physico-chimique des petits corps du système solaire* ; Habilitation obtenue le 25 mai 2012 avec félicitations du jury

-1999-2002 : Thèse de doctorat de l'Univ. Denis Diderot et de l'Univ. de Padoue (thèse en cotutelle Italie-France) sur *Caractérisation Scientifique de la Wide Angle Camera et étude Physique des petits corps du Système Solaire*, sous la direction de Pr. M.A. Barucci et Pr. C. Barbieri. Thèse soutenue le 18 Décembre 2002 à Padoue, Italie, avec la mention très honorable et félicitations du jury

-1991-1997 : Licence & masters en Astronomie de l'Univ. de Padoue. *Laurea* soutenue le 25 octobre 1997 avec la note : 107/110 sur *Recherche spectroscopique des produits de l'altération aqueuse dans les astéroïdes primitifs*. Directeurs: Pr. C. Barbieri, Dr. M. Lazzarin

Expérience professionnelle et activité scientifique:

- Avril –déc. 1998 : CDD de recherche pour *l'étude de la réflectivité des matériaux des surfaces éclairées par le Soleil dans le milieu spatial*, Département d'Astronomie de l'Université de Padoue, Italie

- Jan. 1999 – jan. 2000 : CDD de l'Université des Etudes de Padoue, Italie, comme fonctionnaire technicienne sur : *Calibrations photométriques de la Wide Angle Camera pour la mission spatiale Rosetta*

- Déc. 2002- juin 2005 : bourse post-doctorale de l'Université de Padoue pour une activité de recherche sur le sujet : l'étude des petits corps du Système Solaire.

-Juillet 2005 – oct. 2005 : CDD de l'Université de Padoue pour une activité de recherche sur *l'étude du système pour la suppression de la lumière diffuse pour l'instrument QUANTEYE, télescope OWL de l'ESO*

- Janvier 2006 -31 août 2006 : CDD de recherche de l'Université de Padoue-CISAS (financé par le contrat avec l'agence spatiale Italienne (ASI) n. I/032/05/0) sur le sujet : *Calibration Photométrique et astrométrie de l'instrument OSIRIS-WAC (mission Rosetta)*.

- Depuis sept. 2006 : Maître de Conférence à l'Université Paris Diderot (Paris 7) affecté au Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique (UMR8109 - Observatoire de Paris).

Responsabilité scientifiques

- Responsable scientifique et technique au LESIA de la demande ANR ORIGINS) “Discovering the original planetesimals of our Solar System” (PI Delbò, Lagrange, Nice, depuis 2018, budget 456706 euro entre les laboratoires Lagrange et LESIA)
- Responsable scientifique et technique au LESIA de la demande ANR CLASSY “Composition of Low Albedo Surfaces of the Solar System”, (PI Quirico, Ipag, depuis 2017, budget 620000 euro pour les laboratoires IPAG, LESIA, IAS, UMET et MNHN)
- Depuis 2006 : **Co-investigatrice de l'instrument OSIRIS** (système d'imagerie) à bord de la sonde **ROSETTA** (ESA) et **responsable des calibrations photométriques en vol**. J'ai produit pour l'équipe OSIRIS les coefficients de calibration photométrique absolue pour le niveau 2 du pipeline OSIRIS (via observations d'étoiles standard comme Vega) et les facteurs pour calculer la radiance (I/F, niveau 3B du pipeline). L'instrument OSIRIS comprend 2 caméras (WAC et NAC), et il est issu d'un consortium de 9 instituts de 6 pays différents (environ 65 personnes entre co-investigateurs et scientifiques associés).
Depuis 2012 je suis la **coordinatrice du groupe de travail (environ 30 personnes) "Composition et propriétés physiques du noyau de la comète 67P"** dans l'équipe OSIRIS. Ce groupe de travail s'est occupé de la planification et de la préparation des observations pour l'étude de la composition et des propriétés photométriques de la surface du noyau cométaire, ainsi que de l'analyse et de l'interprétation des données. J'ai organisé et j'ai participé à 2-3 téléconférences par semaine pendant 2014-2016 comme coordinatrice et membre des groupes de travail d'OSIRIS (morphologie, activité, poussières).
Mon travail a été reconnu par l'agence spatiale européenne (ESA), qui m'a donné une distinction honorifique (ESA-AWARD) attestant l'outstanding contribution à la mission spatiale Rosetta.
- Depuis 2012 : **Scientifique associée de l'instrument VIRTIS** à bord de la sonde **Rosetta**. Membre du groupe de travail sur la composition du noyau de la 67P
- Depuis 2005 : **Co-I de l'ensemble instrumental SIMBIO-SYS** (caméras et spectromètre) embarqué sur la sonde **BepiColombo/Mercury Planetary Orbiter (ESA/JAXA)**. J'étais responsable des calibrations scientifiques de la caméra stéréo STC (réalisée en Italie) de l'instrument SIMBIO-SYS, tâche que j'ai dû abandonner suite à mon recrutement en France (vu l'impossibilité de pouvoir suivre de près les phases de réalisation et calibration instrumentale faites en Italie).
- Depuis 2011 : **Scientifique associée** à la mission de la **NASA OSIRIS-REX**. Je participe au sein de la mission au groupe de travail sur la spectroscopie de la cible (le géocroiseur Benu), et, en particulière, à la définition du logiciel pour la détection des minéraux hydratés et d'autres composés.
- Depuis 2013 : **Scientifique associée** de l'instrument **JANUS** de la mission de l'**ESA JUICE**
- 2010-2014 : **Co-I de la mission Marco Polo-R** proposée à l'ESA dans le cadre du programme d'exploration spatiale Cosmic Vision-M3. **Co-I de 4 instruments** (Maris-spectrographe, Vespa-multi sensor package, MaNAC-camera, et CUC-close up camera) proposés pour la mission MarcoPolo-R. **Chair du working group : Remote sensing payload** pour la mission Marco Polo-R
- 2011-2015 : **membre du projet européen FP7 NEOSHIELD : Mitigation techniques for potentially dangerous Near Earth Asteroids** financé à la hauteur de 4 millions d'euro dans le cadre

du programme SPACE du PF7 de la CEE, et **responsable** dans le projet des questions relatives à **l'égalité entre les hommes et les femmes** dans les industries spatiales et dans la recherche

- 2015-2018 : **membre du projet européen NEOSHIELD 2** (4 millions d'euro de financement au total), approuvée dans le cadre du programme Horizon 2020 de la CEE. Au LESIA nous étions responsables de la caractérisation des propriétés physiques et de la composition des géocroiseurs de petite taille (< 300 m). Nous avons obtenu un large programme d'observations au VLT observant 180 petits astéroïdes qui frôlent l'orbite terrestre.
- 2012-2016 : **membre du projet européen FP7 COST - MP1104 "Polarization as a tool to study the Solar System and beyond"**
- Dès 2009 : Co-investigatrice du programme d'observations (key program) "TNOs are cool" dédié à l'étude des TNOs et Centaures avec le télescope spatial HERSCHEL (ESA). Nous avons obtenu 370 heures d'observations avec les instruments SPIRE et PACS. J'ai été **responsable** de la réduction et exploitation des données submm prises avec l'instrument **SPIRE**
- Investigatrice principale et co-investigatrice de plusieurs programmes d'observations avec des télescopes au sol (VLT, NTT, TNG, IRTF, CFH,..) dédiés à la photométrie, polarimétrie et spectroscopie dans le visible et le proche infrarouge des petits corps du Système Solaire
- **Responsable scientifique** (dès 2008) de l'équipe petits corps/astéroïdes du LESIA (environ 15 personnes). Préparation et gestions des demandes de financement INSU-PNP (demande toujours financée à la hauteur de 10-15 Keuro par ans).
- En 2004-2008 : Co-investigatrice des projets Quantum Optics for Astronomy (PI Barbieri, Univ. de Padoue, Italie), et Quantum properties of light and astronomy (projet d'excellence approuvé par la fondation Cariparo, Italie, avec un financement de 290000 Euro) qui ont mené à la réalisation de 2 instruments (AQUEYE pour le télescope 1.8m d'Asiago et IQUEYE pour le télescope 3.5m NTT de l'ESO) dédiés à l'astronomie quantique (précision temporelle <1ns).
- Responsable d'un projet pour jeunes chercheurs financé par l'Université de Padoue pour l'année 2000 (montant 10 kEuro) sur l'étude des propriétés de réflectance et la diffusivité des matériaux pour des applications spatiales et astronomiques

Responsabilité collectives

- Depuis 2016: membre élu du Conseil National des Universités, section 34
- Depuis 2016 : membre du Planetary Science Archive User Group (PSA-UG) de l'ESA, et référente –point de contact pour la communauté scientifique pour les petits corps du système solaire
- 2011-2015 : membre nommé par le ministère du Conseil National des Universités, section 34
- Depuis 2016 : je suis la **coordinatrice (élue) du pôle Planétologie du LESIA** (l'un des 5 pôles scientifiques du LESIA), qui compte actuellement 28 permanents (enseignant-chercheurs, chercheurs et astronomes) et 20 non permanents (doctorants/post-doc). Le pôle Planétologie est structuré en deux équipes thématiques : A) les petits corps : Astéroïdes, comètes et objets transneptuniens ; B) Atmosphères et surfaces planétaires. Les activités menées comme coordinatrice concernent la rédaction des documents de prospective HCERES pour l'équipe planétologie, les présentations des résultats et prospectives du pôle planétologie aux réunions du laboratoire, aux comités et différentes tutelles, l'interaction avec la direction du laboratoire pour les priorités sur les demande de postes, post-doc et les demandes de financements (PNP, CNES, ..) ; la participation aux réunions de direction élargie du LESIA, l'animation du pôle, l'organisation des réunions

internées, la validation des congés sur le logiciel AGATE pour les chercheurs CNRS

- Depuis 2016 : membre invité du conseil de laboratoire du LESIA
- Depuis 2016 : membre du conseil de direction élargie du LESIA
- Membre de la commission locaux du LESIA
- 2013-2016 : Coordinatrice de l'action fédératrice 'axe spatial' de l'Observatoire de Paris (budget d'environ 5-6000 euro par an)
- Reviewer pour des projets scientifiques nationaux et internationaux de l'ANR (France), ANEP (National Evaluation and Foresight Agency, Espagne), NCN-Preludium (Centre national de science, Pologne), GRIS (République Tchèque)
- membre du comité d'évaluation et de sélection des missions pour le programme DISCOVERY de la NASA (National Aeronautics and Space Administration)
- Reviewer dans la commission d'expertise de la NASA
- Responsable scientifique et technique au LESIA du projet CLASSY financé par l'ANR (porteur : E. Quirico, IPAG)
- 2012-2015 : membre du Conseil Scientifique de l'UFR de physique de l'Univ. Paris Diderot
- 2012-2015 : membre du Groupe d'Experts Thématiques « 2 infinis » (pour les sections CNU 29 et 34) de l'UFR de Physique de l'Université Paris 7
- Membre de commissions de jury (L3 Physique, M2 A&A)
- Membre du jury de 11 thèses (2 nationales, 9 internationales)
- Membre du jury du concours pour un poste de maître de conférences sur *Formation et évolution des planètes* à l'Université de Paris 7, section CNU 34, Avril 2010

Organisation des colloques

- Organisation de la première journée internationale des astéroïdes à Paris (Univ. Paris Diderot), avec conférences-débat dédié au grand public, le 30 juin 2017. Le 30 juin, a été décrété « Journée internationale des astéroïdes » par l'Assemblée générale des Nations Unies en 2017
- Organisation du Multi scale Planetary Science Workshop, Paris Observatory, 21-22 juin 2017
- Organisation de l'atelier: "Calibration tools for imaging system", CIAS, Meudon, mai 2014
- Organisation de la Journée du cercle de compétences « Spatial » de l'Observatoire de Paris, Meudon, 10 avril 2015
- Organisatrice du colloque 'Rosetta Earth, Mars and asteroids fly-bys', Paris (11-12 janvier 2008)
- Organisatrice du colloque "Rosetta fly-by of 21 Lutétia: results from the OSIRIS instrument", Paris (1-2 march 2011)
- membre du comité local du International Symposium Marco Polo and other Small Body Sample Return Missions, Paris, Université Paris Diderot, mai 2009
- membre du comité local du colloque Regolith in the Solar System, Meudon, Dec. 2010

Diffusion et rayonnement scientifique

- Titulaire de la Prime d'Excellence Scientifique (PES puis PEDR), 2013-2020
- Reviewer pour des projets scientifiques nationaux et internationaux de l'ANR (France), ANEP (National Evaluation and Foresight Agency, Espagne), NCN-Preludium (Centre national de science, Pologne), GRIS (République Cécque), PRIN-MIUR (Ministère instruction et recherche, Italie)
- Rapporteur dans la commission d'expertise de la NASA et membre d'un comité de sélection de missions spatiales pour le programme DISCOVERY
- Reviewer pour les revues scientifiques : Icarus, Astronomy and Astrophysics, Planetary and Space Science, New Astronomy, Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, Earth Moon and Planets, Astrophysics & Space Science, et pour un chapitre du livre Asteroids IV, pour des propositions de livres pour ELSEVIER
- Membre de la commission 15 'Physical studies of comets and minor planets', division III (Planetary systems sciences) de l'Union astronomique internationale (IAU)
- Membre de la Division of Planetary Science (DPS)- American Astronomical Society
- Membre de l'European Geosciences Union (EGU)
- Membre de la Société Française des Spécialistes d'Astronomie (SF2A)

Activité pédagogique

J'enseigne depuis 2002 en licence et master. Je considère l'enseignement comme une partie essentielle et enrichissante de mon parcours. L'enseignement m'a aussi fait prendre conscience de l'importance de la pédagogie dans la transmission du savoir, non seulement au niveau universitaire mais également dans la diffusion scientifique. Après des cours dispensés à l'Univ. de Padoue, j'enseigne depuis 2006 à l'Université Paris Diderot. La grande majorité de mon activité d'enseignement est faite en présentiel, mais j'ai participé également, entre 2011 et 2015, à la rédaction d'exercices et au tutorat de plusieurs étudiants pour le Diplôme d'Université à distance d'Astronomie et Mécanique Céleste de l'Observatoire de Paris.

Dans ma carrière, j'ai enseigné dans les domaines de l'astronomie et de l'astrophysique (présentation générale, planétologie, transfert de rayonnement, histoire de l'astronomie, détecteurs et instrumentation astronomique), et en physique générale (mécanique, optique, dynamique, électricité, thermodynamique).

J'ai créé et je suis responsable depuis 2009 de **deux cours dispensés au master M2** d'Astronomie et Astrophysique de l'Observatoire de Paris : un cours sur *Les planètes, petits corps et satellites du système solaire*, et un cours de TP de méthodologie sur le traitement des données astronomiques en photométrie et spectroscopie et analyse des spectres d'astéroïdes (taxonomie).

En 2014 **j'ai créé et j'étais responsable du cours Observations en Astronomie et Planétologie** pour les étudiants de physique de L3 de l'Université Paris Diderot (cours par la suite passé à un collègue pour profiter d'un décharge d'enseignement CRCT-CNU de 6 mois en 2015-2016 et d'une délégation CNRS de 6 mois en 2016-2017 afin de me consacrer à l'analyse des données de la missions Rosetta).

Depuis 2017, **je suis responsable du cours « Earth and Planetary Science »**, fait en anglais et à Hanoi, pour le master **M1 "Espace et Applications"** de l'Université des Sciences et des Technologies de **Hanoi (USTH)**, Vietnam. J'y ai enseigné également en 2015-2016, et j'étais responsable de la partie du cours sur les sciences planétaires.

Entre 2011 et 2015 j'ai participé à l'enseignement dans le **Diplôme d'Université à distance** d'Astronomie et Mécanique Céleste de l'Observatoire de Paris. Cette formation s'appuie sur des ressources en ligne développées dans le cadre d'un module d'astronomie-astrophysique préparé par des enseignants-chercheurs de l'Observatoire de Paris et des Universités P7, P6 et P11. **J'ai participé à la rédaction d'exercices sur le système solaire, au tutorat et à l'encadrement de 18 étudiants.** Les échanges avec les étudiants se font via courriel et via une plateforme web-multimédia, avec la correction personnalisée des exercices proposés dans le cours et un suivi personnalisé pour répondre aux questions des étudiants sur différents sujets. Les étudiants ont accès à des techniques innovantes et peuvent utiliser une grande variété d'outils multimédia (vidéos, forums, blogs) et collaboratifs pour interagir avec leur tuteur et également avec d'autres étudiants. Ce cours à distance m'a permis d'apprécier les énormes potentialités dans l'enseignement données par le développement des nouvelles technologies et des outils multimédia, qui ouvrent de nouvelles frontières en matière d'enseignement et permettent d'utiliser des techniques et des outils d'enseignement de pointe.

Au-delà des cours dispensés aux étudiants, j'ai participé en 2013-2014 et en 2017-2018 aux **conférences Sciences Ouvertes organisées par l'Univ. Paris Diderot**, assurant 5 cours de 2 heures chacun sur la formations du système solaire, les planètes et les petits corps, et les résultats des missions spatiales récentes, comme Rosetta.

Je donne régulièrement des conférences grand public (Cité des Sciences-La Villette, Académie de Science, Société astronomique de Bourgogne, Société astronomique de Vicenza (Italie), association d'astronomie VEGA, Société d'Astronomie de Lorraine, association CLEA (formation des enseignant en astronomie) ou pour les doctorants (IPGP, FIP-ENS) sur différents thèmes de la planétologie, et en particulier sur les résultats de la mission Rosetta, qui a véritablement passionné le grand public.

Je suis également membre du comité de suivi de thèse de 6 étudiants (S. Labarre, ED560, et 5 étudiants de l'ED127 : D. Bérard, C. Mathé, L. Meza, R. Leiva, L. Bonnefoy)

Enseignements :

Niveau L1

- TD pour le cours de physique PCEM (440 heures en 2006-2009) sur la mécanique, la dynamique, l'hydrodynamique, l'hydrostatique, la thermodynamique et les ondes (Univ. P7). Participation à la rédaction d'une partie des TDs et à la correction des examens
- TP de physique mécanique (60 h, année 2008-2009) sur l'optique, la mécanique, et les écoulements granulaires et fluides (Univ. P7)
- TP de 'Physique expérimentale' (204 h pendant les années 2009-2013, 48h en 2016-2017, 96h en 2017-2018) : il s'agit de projets expérimentaux permettant l'étude d'un ou de plusieurs phénomènes liés à la mécanique, l'hydrodynamique, l'optique, l'électromagnétisme ou la thermodynamique. J'ai proposé des nouveaux sujets sur l'optique (diffraction, polarisation de la lumière)
- TP et cours de 'Panorama de la physique moderne' (196 h pendant les années 2009-2013). J'étais responsables du cours d'introduction (3 heures chaque année) sur la thématique Astronomie et Astrophysique, de la rédaction d'un TP d'introduction au logiciel MATLAB et de la rédaction d'une partie de l'examen (mesure de la constante de Rydberg)
- TP de 'Techniques expérimentales' (104 h, 2013-2105) sur la mesure, l'électricité, la statistique et la calorimétrie. J'ai participé à la correction de l'examen, des contrôles continus, et à la rédaction du TP sur la calorimétrie

Niveau L2

- 75 heures d'enseignement en TD et TP au cours de Physique II (dédié à l'optique et à l'électromagnétisme) du diplôme universitaire d'Astronomie de l'Université de Padoue, Italie, années 2003-2006. J'ai participé à la rédaction des polycopies et conceptions des TPs pour la partie électricité.

Niveau L3

- Cours d'Astronomie (10 heures d'enseignement par ans) pour le diplôme universitaire d'Astronomie à l'Université de Padoue, Italie, 2002-2004.
- Cours d'Astronomie et Astrophysique (12 heures d'enseignement) pour le diplôme universitaire d'ingénieur aérospatial à l'Université de Padoue, Italie
- Cours d'Astrophysique 2, année 2013-2014 (Responsable J. Le Bourlot) : 19h de cours sur l'histoire de l'astrophysique, sur le corps noir, le système solaire, rayonnement, exo- planètes et disques protoplanétaires. J'ai rédigé des polycopies (environ 60 pages) et des exercices corrigés à l'intention des étudiants sur les sujets que j'ai traités, et j'ai participé à la rédaction et à la correction de l'examen
- **Création et responsabilité de l'UE libre** « Observations en Astronomie et Planétologie (37h) », pour les étudiants de physique de l'Univ. Paris Diderot (2014-2015)

Niveau MASTER M1

- **Responsable du cours Earth and Planetary Science** pour le master M1 "Espace et Applications" de l'Université des Sciences et des Technologies de Hanoi (USTH). Le cours est en anglais et réalisé au Vietnam (30 h ETD en 2015-2016, 22,5h en 2016-2017, 22,5h en 2017-2018)

Niveau MASTER M2

- **Création et responsabilité du cours 'Planètes, satellites et petits corps du Système Solaire'** du master M2 d'Astronomie et Astrophysique de l'Observatoire de Paris (22,5 h de cours depuis 2009)
- **Création et responsabilité du cours M2R A&A « TP Méthodologie : 'Traitement des données astronomiques en imagerie et spectroscopie** », parcours Dynamique des Systèmes Gravitationnels (années 2010-2018, 44h chaque année). Il s'agit de TP sur le traitement des données astronomiques, avec la réduction des données télescopiques en photométrie et spectroscopie en utilisant les logiciels MIDAS-ESO et IDL, et la caractérisation des spectres et de la taxonomie d'astéroïdes.

Formation à distance

- Cours pour le Diplôme d'Université à distance d'Astronomie et Mécanique Céleste de l'Observatoire de Paris (130 heures, année 2011-2015). Tutorat de 18 étudiants, participation à la rédaction d'exercices et QCM, aux journées de rencontre avec les étudiants et à la correction des partiels et examens.

Encadrement doctoral et scientifique

- **2018 - 2021** : Oct. 2018-2021: Van Hoang Hong, these sur "Spectro-photometric characterization of the primitive surfaces of comet 67P/CG and the TNO 2014 MU69: analysis of data from the Rosetta and New Horizons space missions based on laboratory experiments." Co-directrice de thèse à 50% avec E. Quirico, Grenoble. Thèse financée par le projet ANR-CLASSY

- **2014- 2017** : Clement Feller, directrice de thèse, ED127 Astronomie&Astrophysique: « *Caractérisation des propriétés physiques de la comète 67P/ Churyumov-Gerasimenko à partir des données du système d'imagerie OSIRIS à bord de Rosetta* »
- **2012- 2015** : Celine Lanz, co-directrice de thèse à 50% (avec M.A. Barucci), ED127 Astronomie&Astrophysique : "*Etude des processus d'altération aqueuse et de maturation des surfaces par space weathering des astéroïdes primitifs en support aux futures missions spatiales de retour d'échantillons (OSIRIS-Rex (NASA), Hayabusa 2 (JAXA) et MarcoPolo-R (ESA))*". Celine Lanz a été co-lauréate des mentions 2015 aux prix de thèse Daniel Guinier de la Société Française de Physique
- **2011-2015** : Pedro Henrique Hasselmann, co-encadrant à 30%, doctorat en Astronomie, Obs. de Brésil (directrice de thèse D. Lazzaro). Titre de la thèse : « *Photometric properties of the surfaces of small bodies of the Solar System* ».
- **2008-2010**: Co-encadrement à 25% avec M. Barucci et E. Dotto de la thèse de doctorat (co-tutelle Italie-France, 36 mois) de Davide Perna: " *Propriétés physiques des astéroïdes cibles de la mission spatiale Rosetta, et des petits corps du système solaire externe* ".
- 2007-2010** : Co-encadrement à 15% avec M. Barucci et R. Binzel de la thèse de doctorat (co-tutelle France-USA, 36 mois) de Francesca Demeo : *La variation compositionnelle des petits corps à travers le système solaire*.
- **2004-2007** : Co-encadrement à 35% avec M. Barucci et C. Barbieri de la thèse de doctorat (cotutelle Italie-France) d'Alessandra Migliorini : *Etude physique des petits corps du Système Solaire*

Encadrement des stages

M2

- 2018 : directrice du stage de M2 de J. Bourdelle de Micas sur « *Mission Rosetta : étude de la composition et des variations morphologiques du noyau de la comète 67P/CG* », master M2 planétologie, stage en cours (mars-juin 2018)
- 2017 : Directrice du stage de M2 de Van Hoang Hong sur « *Morphology and Spectral Evolution of the nucleus of 67P/Churyumov-Gerasimenko comet from OSIRIS images of the Rosetta mission* », master M2 USTH University of Science and Technology of Hanoi, stage de 6 mois effectué au LESIA-Obs. de Meudon
- 2015 : co-encadrement (30%) du stage de Deshapriya Prasanna (Directrice M.A. Barucci) sur « *Morphology and spectrophotometry of the cometary nucleus of the comet 67P Churyumov-Gerasimenko* », Master M2 Space & Application, Univ. of Science and Technology of Hanoi
- 2014 : Directrice du stage de Clement Feller sur « *Propriétés physiques de quatre objets cométaires, observés par le télescope spatial Akari* » pour le Master M2 d'Astronomie et Astrophysique
- 2003 : Directrice du stage (équivalent M2) d'Alessandra Gregnanin du département d'Astronomie de l'Université de Padoue, sur le sujet : *Caractérisation des filtres de la Wide Angle Camera de la mission spatiale Rosetta*

M1

- 2011 : Directrice du stage de M. Rudy Colomba pour le Master M1 -Physique de la matière et ses applications (PMA) de Paris Diderot (Titre : *Etude du processus d'altération aqueuse*)

- 2008 : Co-directrice avec Pr. M. Fulchignoni du stage de Jennyfer Claudel (Surface morphologies of asteroids visited by space missions : hints for Rosetta targets data interpretation) pour le Master M1 Sciences de l'Univers et Technologies Spatiales de l'Observatoire de Paris
- 2008 : Co-directrice avec Pr. M. Fulchignoni du stage de Jennyfer Claudel (Surface morphologies of asteroids visited by space missions : hints for Rosetta targets data interpretation) pour le Master M1 Sciences de l'Univers et Technologies Spatiales de l'Observatoire de Paris
- 2007 : Co-directrice avec Pr. M. Fulchignoni du stage d'Adeline Gicquel (Intercomparaison des petits corps du Système Solaire extérieur) pour le Master M1 du magistère de physique de l'Université de Paris 7 - Denis Diderot

L3

- 2012 : Directrice du stage de L3 magistère- Univ. Paris Diderot de M. Matthieu Rivière (titre: *Etude spectrophotométrique de Mars et Phobos sur des images de l'instrument OSIRIS de la mission Rosetta*)
- 2011 : Co-directrice avec Pr. M. Fulchignoni du stage de L3 magistère- Univ. Paris Diderot de M. Alan Loh (titre : 21 Lutétia : études des cratères d'impact et datation)

Autres activités d'encadrement

- 2016-2018 : Encadrement à 40% du post-doc (bourse DIM-ACAV) de Pedro Hasselmann sur « Evolution temporelle de la surface du noyau de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko »
- 2012-2015 : Encadrement à 33% du post-doc (bourse Européenne projet NEOSHIELD) de Davide Perna sur la modélisation spectroscopique de la composition des géocroiseurs et des astéroïdes cibles de missions spatiales.
- 2009-2010: Encadrement du post-doc (bourse CNES) de Cedric Leyrat, Ph.D., sur les aspects de modélisation photométrique des astéroïdes 2867 Steins et 21 Lutétia survolés par la mission spatiale Rosetta
- 2012 : Encadrement d'un projet de TIPE (travail d'initiative personnelle encadré) sur "Risques liés aux astéroïdes géocroiseur" des élèves en classe préparatoire scientifique

Grand public, diffusion des connaissances :

- **Cours** (4h ETD) sur les comètes et géocroiseurs et les missions spatiales sur les petits corps (2017-2018) pour le cycle de conférences en **Université ouverte** pour le grand public de l'Univ. Paris Diderot
- Intervention à la Conférence-débat grand public sur les astéroïdes pour la Journée internationale des astéroïdes, 30 juin 2017, Paris Diderot
- Conférence invitée à la association d'astronomie VEGA sur « Rencontre avec une comète : la mission Rosetta/Philae de l'ESA », 13 mai 2017, Plaisir
- Conférence invitée à la Société d'Astronomie de Lorraine, sur « La fantastique aventure de la mission ROSETTA/PHILAE sur la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko », 9 mai 2017, Nancy
- Conférence invitée sur « Portrait of a comet: highlights from the ESA Rosetta mission” FIP-ENS, 28 mars 2017, Paris
- Conférence invitée à l'**Académie des Sciences** sur *Portrait d'un noyau cométaire : résultats de l'instrument OSIRIS à bord de Rosetta*, conférence-débat sur « La fantastique aventure de Rosetta sur la comète, 24 janvier 2017
- Interviews accordées à la presse audiovisuelle lors de la rencontre de la comète 67P et atterrissage

- de Philae par la mission Rosetta (France 3), la découverte de géocroiseurs potentiellement dangereux (Radio France), la mission New-Horizon (journal 20 minutes)
- **Cours** (9h ETD) sur le Système solaire et planétologie (janvier - février 2014) pour le cycle de conférences en **Université ouverte** pour le grand public organisées par l'Univ. Paris Diderot
 - Conférence invitée au Festival d'astronomie de Vicenza, Italie, juillet 2013 sur : Les géocroiseurs : risques d'impact avec la Terre
 - Conférence invitée à la Société Astronomique de Bourgogne, 10 juin 2014 sur : Les Centaures et les Transneptuniens : voyage aux confins du Système solaire
 - Conférence invitée à la Cité de la Science-La Villette, Paris, 24 mai 2014 sur : *Rosetta : les premiers clichés de la comète*
 - Conférence invitée à Thiene, Vicenza (Italie), décembre 2014 sur : La mission de l'ESA Rosetta/Philae. Pour grand public et étudiants du lycée scientifique de Thiene (environ 250 personnes)
 - Conférence invitée aux congrès de doctorant de l'Institut de physique du globe de Paris-Univ. Paris Diderot-Ecole normale supérieure, 27 mars 2015 (Rosetta : conceptions and first results)
 - Conférence invitée pour le CLEA (formation des enseignants en astronomie) sur : Mission Rosetta: résultats scientifiques de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko à la FIAP Jean Monnet, Paris, 31 janvier 2015
 - co-auteurice de la bande dessinée qui relate les aventures du robot MarcoPolo-R pour la diffusion scientifique de la mission MarcoPolo-R, proposé à l'ESA pour l'étude et le retour d'échantillons d'un astéroïde géocroiseur. Voir : https://www-n.oca.eu/MarcoPolo-R//Cartoon/ MarcoPolo-R_Cartoon.html

Communiqués de presse

- Conférence de presse invitée au congrès Division of Planetary Science, 12 Nov. 2015, sur : The 67P Nucleus Composition and Temporal Variations Observed by the OSIRIS Cameras Onboard Rosetta (<http://aas.org/meetings/dps47/3rd-media-advisory>)
- Actualité scientifique Univ. Paris Diderot : Variations de couleurs saisonnières et diurnes et détection de la glace d'eau à la surface de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko par la sonde Rosetta (Nov 2016)
- Actualité scientifique Univ. Paris Diderot : L'effondrement d'une falaise dévoile la composition primitive de Tchouri <https://recherche.univ-paris-diderot.fr/actualites/leffondrement-dune-falaise-devoile-la-composition-primitive-de-tchouri>, Mai 2017
- En 2014-2016 : Auteure/co-auteure de 7 communiqués de presse de l'Observatoire de Paris/LESIA sur les premières images de la comète 67P par Rosetta (La comète de Rosetta commence à prendre forme (juillet 2014) ; *La sonde Rosetta se rapproche de la comète et révèle un incroyable noyau double, juillet 2014*), puis sur différents résultats scientifiques *La comète 67P/Churyumov-Gerasimenko est un objet binaire*(octobre 2015) ; *67P sous l'œil de Rosetta* (janvier 2015) ; *Rosetta : image en rase-motte de la comète* (mars 2015) ; Neige carbonique et glace d'eau sur la comète de Rosetta (Nov. 2016) ; mission OSIRIS-REX *NASA La mission OSIRIS-Rex lancée avec succès (Sept. 2016)* ; L'effondrement d'une falaise dévoile la composition primitive de la comète 67P (Mars 2017)
- Participation à plusieurs communiqués de presse de l'ESA présentant les résultats des instruments OSIRIS, VIRTIS, et MIRO sur la comète 67P ; quelque exemple : Icy surprises at Rosetta's comet (http://m.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta/Icy_surprises_at_Rosetta_s_comet , Nov 2016) ; Getting to know Rosetta's comet (http://m.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta/Getting_to_know_Rosetta_s_comet, janvier 2015) ; Rosetta: OSIRIS detects hints of ice in the comet's neck (<http://blogs.esa.int/rosetta/2015/03/13/osiris-detects-hints-of-ice-in-comets-neck>, 13 Mars 2015) ; Rosetta observe le cycle de la glace d'eau sur la comète (http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta/Icy_surprises_at_Rosetta_s_comet) ; Virtis detects water and carbon dioxide in comet's coma (<http://blogs.esa.int/rosetta/2014/11/07/virtis-detects-water-and-carbon-dioxide-in-comets-coma/>) ; Rosetta reveals comet's water-ice cycle

(http://m.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta/Rosetta_reveals_comet_s_water-ice_cycle); How Rosetta comet got its shape (<http://sci.esa.int/rosetta/56543-how-rosetta-s-comet-got-its-shape/>, sept. 2015) Before and after: unique changes spotted on Rosetta's comet (<http://sci.esa.int/rosetta/58902-before-and-after-unique-changes-spotted-on-rosetta-s-comet>; mars 2017); collapsing cliff reveals comet's interior (<http://sci.esa.int/rosetta/58916-collapsing-cliff-reveals-comet-s-interior/>, mars 2017)

- 2013 : communiqué de presse INSU-CNRS et Observatoire de Paris sur les résultats su programme clé d'HERSCHEL « TNOs are Cool, a survey of the Transneptunians region » : Le fin fond du Système solaire selon Herschel

- Communiqué de presse du Max Planck institute for solar system research (MPS): Colors of a Comet (http://www.mps.mpg.de/4274682/Aktuelles_2015_11_12_Colors_of_a_Comet, 12 nov. 2015) ;

- Participation à plusieurs communiqués de presse de l'ESA présentant les résultats de l'instrument OSIRIS sur la comète 67P

- Participation à la réalisation du documentaire Rosetta/Philae anniversary pour Daily Planet, trasmis le 12 Nov. 2015 sur Discovery Canada Channel, et sur Science channel (USA)

Activité scientifique

Mon activité de recherche est dédiée à la caractérisation des propriétés physiques des petits corps du Système Solaire (géocroiseurs, astéroïdes, Troyens, Centaures et transneptuniens), afin d'en déduire la composition, les propriétés photométriques, thermiques et rotationnelles, leurs relations avec le gradient de composition dans la nébuleuse solaire, d'étudier les processus qui ont altéré leur composition, et de rechercher et analyser les interconnexions entre les différentes populations. Mes travaux s'appuient largement sur les observations multi longueur d'onde obtenues à partir de télescopes au sol (VLT-NTT-1.52m de l'ESO, NASA-IRTF, TNG-ENO..), et dans l'espace (missions Rosetta, Spitzer, Herschel), sur la modélisation de la composition physico-chimique, sur la modélisation thermique et sur l'analyse statistique.

J'ai focalisé mes recherches sur l'étude du processus d'altération aqueuse sur les astéroïdes primitifs, sur les astéroïdes évolués des classes taxonomiques E, M et X (y compris les cibles de Rosetta, 2867 Steins et 21 Lutétia), sur les Troyens de Jupiter, sur les objets transneptuniens, et sur la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko, cible de la mission Rosetta. En parallèle à l'activité de recherche scientifique, j'ai beaucoup travaillé au sein de l'équipe OSIRIS de la mission ROSETTA à la phase de programmation et préparation des observations de la comète 67P et aux calibrations instrumentales d'OSIRIS. Je suis la coordinatrice du groupe de travail (environ 30 personnes) sur la composition et les propriétés photométriques du noyau de la comète 67P dans l'équipe OSIRIS.

J'ai commencé ma carrière de chercheuse en étudiant les petits corps les moins évolués comme les astéroïdes appartenant aux classes C, P, D, puis les Troyens de Jupiter, les Centaures et les transneptuniens (TNO). Le fil rouge qui relie mes recherches sur ces différents objets primitifs est l'étude que j'ai menée sur l'eau, sous forme de glace dans les Centaures et les TNOs (à l'état amorphe et aussi cristallin, découverte surprenante et inattendue étant donné les basses températures (40-50 K) de ces objets), ou dans les minéraux hydratés présents à la surface des astéroïdes primitifs et produits par l'altération aqueuse. Ce processus a des implications importantes sur la composition et la température de formation de ces objets car il implique la présence d'eau à l'état liquide dans les corps parents pendant les phases de formation du système solaire.

J'ai acquis 110 nouveaux spectres d'astéroïdes primitifs (Fornasier et al., 2014) et 80 spectres de Troyens de Jupiter pour la recherche des signatures des silicates hydratés, de la glace d'eau et l'étude

du processus d'altération aqueuse (Fornasier et al., 2014). En particulier, pour les Troyens de Jupiter, mes recherches ont pour la première fois ciblé les membres de familles dynamiques de dimension relativement petite (diamètre < 50 km) par rapport aux études faites précédemment, et ont permis de découvrir une famille atypique, Eurybates, très robuste dynamiquement et spectralment plus 'bleue' par rapport aux autres familles, indiquant une formation récente (Fornasier et al., 2004, 2007). Suite à ces résultats, le corps principal de la famille a été choisi comme un de cible de la mission de la NASA LUCY pour des étude in situ.

J'ai participé à deux Large Programme d'observation aux télescopes VLT&NTT de l'ESO dédiés à l'étude des Centaures et transneptuniens, opportunité qui m'a permis d'avoir accès à des données de haute qualité pour une étude ciblée de certains objets et également pour une analyse statistique de cette population (Fornasier et al. 2004b, Fornasier et al., 2009 ; Fornasier et 2014b).

La recherche de l'eau et l'étude de l'altération aqueuse m'ont conduite à observer aussi les astéroïdes les plus évolués, appartenant aux classes E (riche en enstatite) et M (riche en métaux). La découverte dans les années 2000 d'une bande d'absorption à 3 micron, associée aux silicates hydratés, sur des astéroïdes de type E et M a ouvert un débat dans la communauté scientifique car cela implique que ces objets n'ont pas tous approché des températures très élevées comme supposé auparavant. L'étude sur les astéroïdes de type E et M a été faite également en support des observations de la mission Rosetta, qui a survolé les astéroïdes Steins, de type E, et Lutétia, initialement classé comme type M.

J'ai ainsi obtenu une base de données unique sur les rares astéroïdes ignés de type E, en observant plus des 2/3 de la population connue. Ces rares objets d'albédo élevé montrent 3 différentes minéralogies de surface avec des bandes d'absorption dues aux sulfates ou aux silicates (Fornasier et al., 2008). Ces bandes ont en partie été mises en évidence, pour la première fois, grâce à mes observations. Nos études confirment aussi que les astéroïdes de type E sont les corps parents les plus probables des aubrites.

Parmi les résultats marquants, j'ai obtenu les toutes premières mesures de l'émissivité submm des transneptuniens et Centaures grâce aux observations du télescope spatial Herschel, j'ai été pionnière en Europe dans l'étude du processus d'altération aqueuse sur les astéroïdes primitifs et sur la caractérisation de la composition de Troyens de Jupiter. Au cours des dernières années j'ai focalisé mes recherches sur l'étude de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko, cible de la mission Rosetta sur laquelle je travaille depuis 1998. Ma contribution principale sur l'étude de la comète a été la détermination des propriétés photométrique (albédo, porosité de surface, effet d'opposition, fonction de phase), l'étude de la composition et de l'hétérogénéité (morphologique et compositionnelle) du noyau cométaire, et de son évolution temporelle. Mes travaux ont permis de détecter de la glace exposé à la surface sur des régions particulières, d'identifier et de caractériser les variations de couleur saisonnières et diurnes du noyau, associées au cycle de l'eau, y compris celles dues à la formation de dépôts de givre au voisinage des ombres, qui subliment très rapidement, sur des échelles de temps de quelques minutes quand la comète est proche du périhélie (Fornasier et al., 2015, A&A ; 2016, Science ; 2017 MNRAS).

Mes travaux ont donné lieu à plus de 200 articles dans des revues à comité de lecture, dont 24 en 1^{er} auteur. Plus de 200 communications aux congrès. Voir la liste de publications.