



Chers lecteurs,

Nous avons le plaisir de vous présenter la 5^e édition de la newsletter scientifique du CNES. Celle-ci met en lumière les contributions récentes des missions spatiales à la recherche en observation de la Terre et en sciences de l'Univers.

Ce numéro met notamment en avant **les premiers résultats de la mission Euclid, qui ouvrent de nouvelles perspectives sur la structure de l'Univers**. Par ailleurs, des travaux récents apportent un regard approfondi sur Uranus ainsi que sur la composition chimique de la surface martienne, enrichissant ainsi notre compréhension du Système solaire.

Les études en observation de la Terre soulignent quant à elles le rôle essentiel des données satellitaires pour analyser les dynamiques océaniques, mieux comprendre et appréhender les phénomènes naturels extrêmes comme les tsunamis ou les inondations dévastatrices. Ces avancées confirment l'importance cruciale de l'observation spatiale pour la surveillance et l'étude de notre planète.

Nous espérons que ces découvertes vous captiveront et vous offriront un aperçu stimulant des avancées scientifiques qui façonnent notre compréhension de la Terre et de l'Univers.

Nous vous rappelons qu'il est désormais possible de s'abonner à la newsletter scientifique du CNES directement depuis notre site internet, dans la rubrique « Scientifiques » et en cliquant sur : <https://cnes.fr/scientifiques/newsletter-scientifique>.

N'hésitez pas à partager cette information !

Merci de votre fidélité et bonne lecture !

L'équipe de la newsletter scientifique du CNES

Contact :

NewsSciencesCnes@cnes.fr

Comité de rédaction

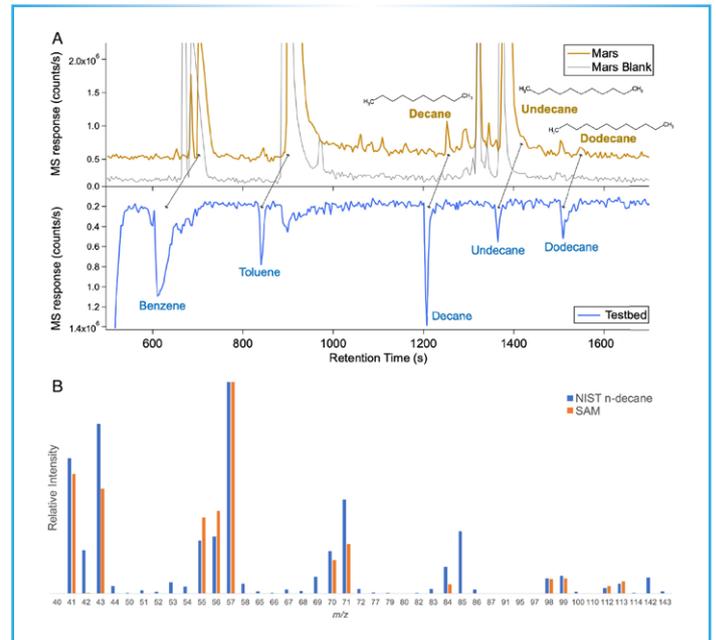
Martin Boutelier - Maxime Brient - Valérie Frède
Alice Lebreton - Sophie Le Gac - Mioara Mandea

Un pas de plus dans la recherche de biosignatures sur Mars

Les molécules organiques préservées dans les roches martiennes anciennes fournissent un enregistrement crucial de l'habitabilité passée de Mars. Les expériences menées par l'instrument Sample Analysis at Mars (SAM) à bord du rover Curiosity ont déjà révélé par le passé la présence de plusieurs classes de composés organiques chlorés et soufrés indigènes dans les roches sédimentaires du cratère Gale, avec des structures chimiques allant jusqu'à six atomes de carbone. Une analyse récente menée par une équipe franco-américaine de scientifiques vient de mettre en évidence la présence de décane (C₁₀H₂₂), d'undécane (C₁₁H₂₄) et de dodécane (C₁₂H₂₆) dans de l'argile martien prélevé sur le site de Cumberland. Des études complémentaires en laboratoire suggèrent qu'ils pourraient provenir d'acides gras formés lorsque Mars n'avait que quelques centaines de millions d'années. Cette détection est une découverte majeure qui démontre que de grosses molécules organiques peuvent être préservées pendant des temps géologiques dans des sédiments anciens de Mars malgré un environnement très défavorable. L'origine et la distribution de ces molécules, qui pourraient résulter de processus biochimiques, sont extrêmement importants pour la recherche de potentielles biosignatures sur Mars.

Rôle du CNES

Le CNES a développé en collaboration avec la NASA et les laboratoires français l'instrument SAM à bord du rover Curiosity. Il soutient également financièrement les équipes scientifiques en charge de l'exploitation des données de l'instrument, à travers son Programme d'Accompagnement de la Recherche Spatiale (PARS).

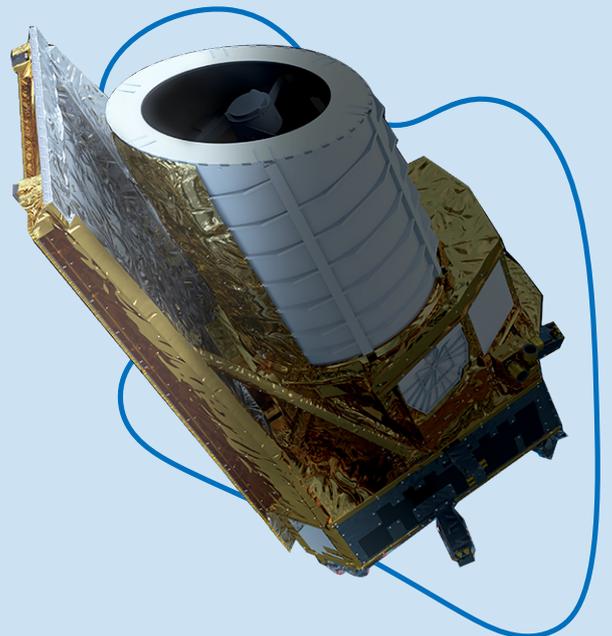


LÉGENDE : Chromatogrammes reconstruits permettant de mettre en évidence la présence de composés carbonés à 10, 11 et 12 atomes de carbone.

Référence publication : C. Freissinet et al., Long-chain alkanes preserved in a martian mudstone, PNAS, 122(13), (2025), DOI: [10.1073/pnas.2420580122](https://doi.org/10.1073/pnas.2420580122).

PREMIÈRES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES ISSUES DE EUCLID

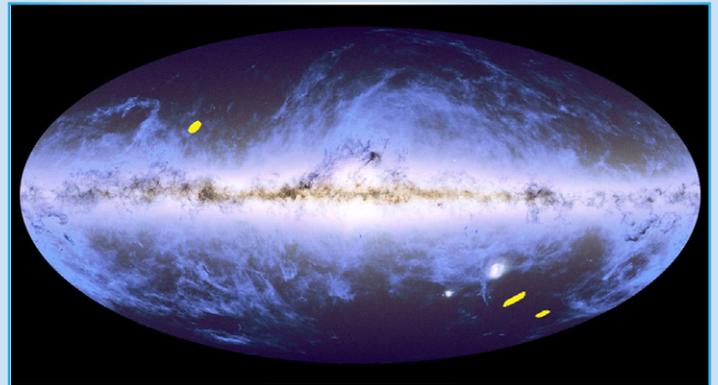
La mission Euclid, pilotée par l'Agence spatiale européenne (ESA), vise à cartographier l'Univers pour mieux comprendre l'énergie et la matière noires, deux composantes essentielles mais encore largement inconnues. Lancé le 1er juillet 2023, Euclid scrute des milliards de galaxies avec une précision inégalée, permettant d'obtenir des images détaillées et des mesures précises de la distribution de la matière dans l'Univers. La première publication de données, (Quick Release) Q1, le 19 mars 2025, marque une étape clé en rendant publiques les premières observations scientifiques qui sont accessibles via l'Euclid Consortium. Ces données couvrent une surface du ciel encore trop réduite (~0,45% des observations prévues dans les prochaines années) pour obtenir les premiers résultats cosmologiques et pour lesquels il faut attendre la publication des données DR1 (prévue en octobre 2026). En revanche, ces données ont alimenté de nombreuses études astrophysiques, à l'origine de 34 publications scientifiques qui paraîtront prochainement dans un numéro spécial Astronomy & Astrophysics, montrant le potentiel incroyable de la mission dans un large champ de recherche. Dans cette Newsletter, nous présentons les résultats de deux publications particulières issues de ces observations et détaillant le contenu de ce catalogue. Cette mission ambitieuse et novatrice aspire à révolutionner notre compréhension des fondements de la cosmologie et à redéfinir notre vision de l'Univers.



Publication du premier catalogue EUCLID (Q1)

18 mois après le lancement de la mission Euclid, le consortium publie les premières données photométriques et spectro-métriques sur trois zones du ciel qui seront observées à de nombreuses reprises au cours du relevé cosmologique. Représentant $\sim 63 \text{ deg}^2$ (soit 0.45 % du relevé total qui sera publié à la fin de la mission), ces données ont permis la détection, l'identification et la cartographie de plus de 30 millions d'objets parmi lesquels une majorité de galaxies, mais également des quasars, des naines brunes et mêmes des objets du Système solaire. Les données contiennent également des observations d'une partie du nuage d'Orion réalisées afin d'optimiser le système de guidage fin de la plateforme.

L'objectif de cette première publication est double : permettre à la communauté scientifique de prendre conscience de la qualité des données Euclid et des publications à venir tout en se familiarisant avec les outils ; permettre la réalisation de projets scientifiques exploitant ces données large champ. Cela a également permis de valider les différentes chaînes de traitement de données.



Crédits: ESA/Euclid/Consortium Euclid/NASA ; ESA/Gaia/DPAC ; ESA/Planck Collaboration

LÉGENDE : Vue de l'ensemble de la Voie Lactée résultant d'une superposition des cartes issues des données de Gaia et Planck. En jaune sont indiquées les premières régions du ciel observées par Euclid (champs Q1).

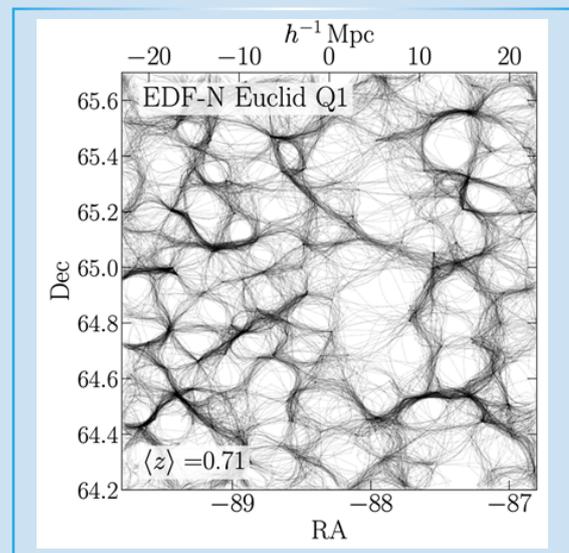
Référence publication : H. Aussel et al., Euclid Quick Data Release (Q1), Data overview, A&A, To be published (<https://arxiv.org/abs/2503.15302>).

Morphologie des galaxies et alignement avec la toile cosmique : EUCLID confirme le lien

Dans le modèle standard de cosmologie (Λ CDM), les galaxies naissent, grossissent et évoluent au centre de halos de matière noire qui ne sont pas distribués aléatoirement dans l'Univers. Leurs propriétés (masses, morphologie) sont déterminées au premier ordre par la masse du halo de matière noire et l'histoire de ses fusions successives qui sont intimement liées à la distribution de matière dans l'Univers.

Cette distribution forme un réseau complexe multi-échelle, appelé toile cosmique, composé de filaments qui se rejoignent dans les amas de galaxies. Les galaxies se développent en accréant de la matière depuis la toile cosmique et sont sujettes à des interactions avec d'autres galaxies, ce qui influence leurs formes et orientations. Une nouvelle étude utilisant les données Q1 d'Euclid montre une corrélation entre la morphologie des galaxies et leur environnement à grande échelle. En particulier, il a été détecté un signal indiquant un alignement préférentiel de l'axe majeur des galaxies massives de type précoce le long des filaments cosmiques reconstruits à partir des données Euclid.

Cela démontre la capacité d'Euclid à mener des études détaillées sur les environnements galactiques, avec des perspectives d'extension à des décalages vers le rouge plus élevés et des masses stellaires plus faibles dans les futurs relevés profonds.



LÉGENDE : Visualisation de la reconstruction de la toile cosmique basée sur les données Q1 d'Euclid pour le champ Euclid Deep Field North (EDF-N).

Référence publication : C. Laigle et al., Euclid Quick Data Release: Galaxy shapes and alignments in the cosmic web, A&A. To be Published (<https://arxiv.org/abs/2503.15333>).

Rôle du CNES

Le CNES, par sa participation au consortium, finance des recherches dans 13 laboratoires ou instituts français, travaillant sur les instruments VIS et NISP. Le CNES assure également un rôle essentiel dans la partie segment sol de la mission.

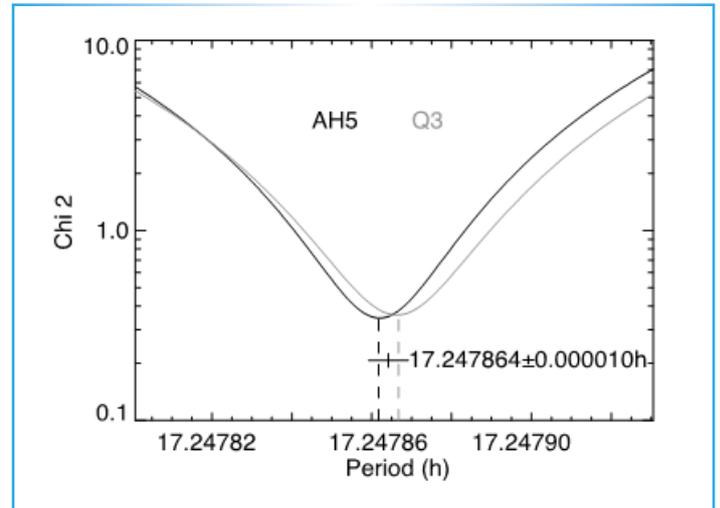
Hubble améliore notre connaissance de la période de rotation d'Uranus

Comment déterminer la période de rotation interne d'une géante gazeuse ? C'est un défi scientifique colossal en l'absence de toute surface solide visible. Pour y parvenir, les scientifiques utilisent des phénomènes périodiques liés au champ magnétique interne de la planète telles que l'apparition d'aurores à la surface. En utilisant les images d'Uranus acquises par le télescope Hubble, une équipe de scientifiques a déterminé avec une précision jusqu'alors inégalée la période de rotation d'Uranus en localisant la position des pôles magnétiques à l'aide des aurores ultraviolettes observées.

Cette période de rotation avait été estimée en 1986 lors du passage de la sonde Voyager 2 par des mesures de champs magnétiques mais l'incertitude était telle que l'orientation du champ magnétique devenait complètement obsolète après seulement quelques mois et toute tentative de définir un système de longitude était vouée à l'échec. Cette avancée permet de définir un nouveau système de longitude permettant de comparer des observations sur un siècle, ce qui est crucial pour l'étude au long cours de la magnétosphère uranienne et préparer les futures missions d'exploration.

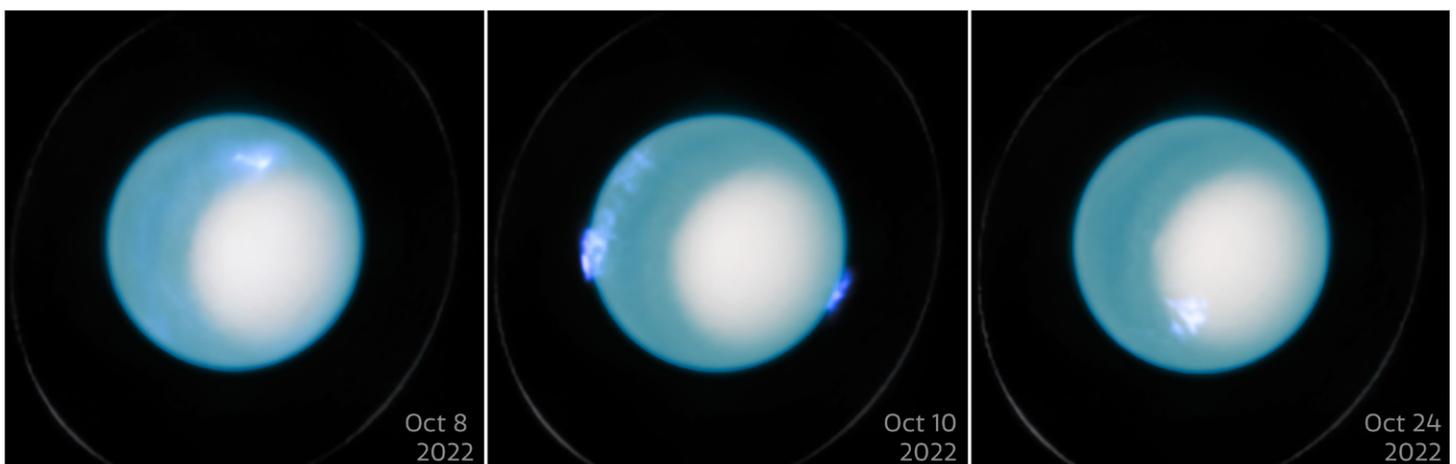
Rôle du CNES

Le CNES soutient financièrement cette équipe à travers son programme d'Accompagnement de la Recherche Spatiale (PARS).



LÉGENDE : Ajustement statistique de la période de rotation d'Uranus en utilisant deux modèles du champ magnétique interne d'Uranus (courbe noire et courbe grise). La nouvelle période de rotation est 1000 fois plus précise que celle déterminée lors du passage de Voyager 2.

Référence publication : L. Lamy et al., A new rotation period and longitude system for Uranus, *Nat Astron* **9**, 658–665 (2025), [DOI : 10.1038/s41550-025-02492-z](https://doi.org/10.1038/s41550-025-02492-z).



Comprendre les causes des inondations d'octobre 2023 au Sikkim (Himalaya) grâce aux images stéréoscopiques SPOT6 et Pléiades

Dans la nuit du 3 au 4 octobre 2023, une crue brutale a dévasté la vallée de la Teesta (Sikkim, Himalaya), entraînant la perte de nombreuses vies humaines et la destruction d'infrastructures essentielles. Cette catastrophe a été déclenchée par l'effondrement d'une moraine glaciaire dans le lac pro-glaciaire South Lhonak, générant un tsunami de 20 m de haut qui a rompu le barrage naturel du lac. Environ 50 millions de mètres cubes d'eau ont été libérés, provoquant des inondations massives et des glissements de terrain en cascade.



LÉGENDE : Les images des satellites SPOT6 (Airbus) et Pléiades (CNES) de 2018 (avant) et 2023 (après) montrent la déstabilisation d'une portion de la moraine en rive nord du lac glaciaire de South Lhonak et la brèche dans le barrage.

La crue a déstabilisé les versants de la rivière Teesta sur près de 100 km et provoqué des glissements de terrain arrachant 270 millions de m³ de roche et débris. En quelques jours seulement, ce bassin versant himalayen a subi 9 cm d'érosion.

Cette catastrophe est due au recul des glaciers et la déstabilisation du pergélisol, deux conséquences de la hausse des températures. Elle nous rappelle de manière dramatique la vulnérabilité des populations de haute montagne face au changement climatique.

Cette étude, impliquant les laboratoires ISTERRE¹, Cesbio² et LEGOS³ met également en lumière l'importance des satellites pour analyser les catastrophes naturelles et plaide pour un renforcement de la surveillance des lacs glaciaires.

Rôle du CNES

L'activation du service CREST² a permis l'acquisition d'images haute résolution Pléiades, quelques jours seulement après la catastrophe. Grâce au dispositif DINAMIS, il a été possible d'accéder à des images Pléiades et SPOT6 antérieures à l'inondation. L'ensemble de ces couples stéréoscopiques a permis de produire des modèles 3D détaillés pour cartographier les dégâts et comprendre les causes.

Référence publication : A. Sattar et al., *The Sikkim flood of October 2023: Drivers, causes, and impacts of a multihazard cascade*, *Science*, **387**, 6740, (2025), DOI: [10.1126/science.ads2659](https://doi.org/10.1126/science.ads2659).

¹- Institut des Sciences de la Terre

²- Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère

³- Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales

Des nouvelles cartes du niveau de la mer des océans polaires à partir de l'altimétrie spatiale

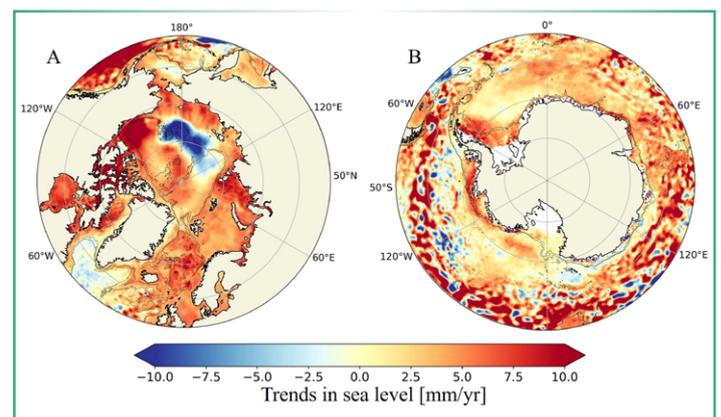
Le traitement des données altimétriques, utilisées depuis plus de trente ans pour étudier la hausse du niveau de la mer, est rendu difficile dans les régions polaires par la présence de glace de mer. Grâce à de récentes avancées, une équipe de chercheurs et d'ingénieurs français a pu produire des cartes du niveau de la mer sur les régions polaires des océans Arctique et Austral pour la période 2011-2023, y compris dans les zones couvertes de glaces. Ces produits régionaux sont désormais disponibles pour les utilisateurs à travers la plateforme Aviso+ du CNES.

Cette méthode consiste à combiner des observations de 3 missions spatiales (Sentinel-3A, SARAL-Altika et Cryosat-2), dont les mesures acquises entre 50°N/S et 88°N/S sont corrigées, standardisées, puis validées grâce à des relevés de marégraphes et capteurs de pression répartis sur les océans. Cette étape est essentielle pour assurer le niveau de précision attendu. Les données obtenues sur cette période de 12 ans montrent ainsi leur variabilité annuelle et décennale.

Plusieurs défis attendent encore ces chercheurs. Il s'agit de définir les évolutions algorithmiques qui permettront d'assurer une parfaite continuité avec l'océan global, de mieux prendre en compte les zones locales de fonte et d'étendre la série temporelle aux données historiques de la mission ENVISAT, et aux données récentes des missions IceSat-2 et SWOT.

Rôle du CNES

Le CNES finance et participe à l'élaboration des cartes du niveau de la mer à travers le projet DUACS et la plateforme de diffusion Aviso+ depuis 1998, et cofinance le travail de jeunes chercheurs associés à ce projet.



LÉGENDE : Cartes des tendances de la variation du niveau de la mer, en millimètre par an, mesuré par altimétrie, pour l'océan Arctique de janvier 2011 à janvier 2022 (A) et pour l'océan Antarctique de janvier 2013 à janvier 2022 (B).

Les couleurs bleues montrent une baisse relative du niveau de la mer, tandis que les couleurs rouges montrent une hausse relative du niveau de la mer.

Référence publication : P. Veillard et al., *Arctic and Southern Ocean polar sea level maps and along-tracks from multi-mission satellite altimetry from 2011 to 2021*, *Front. Mar. Sci.*, **11**, 6740, (2024), DOI: [10.3389/fmars.2024.1419132/full](https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1419132/full).

Vers l'évaluation des séismes grâce à l'analyse des perturbations ionosphériques

L'analyse de mesures du contenu total en électrons (TEC) de l'ionosphère présente un potentiel important pour l'évaluation des risques de survenue de tremblements de terre et de tsunamis. Pour la première fois, une équipe de recherche franco-brésilienne propose une méthode analytique et numérique permettant une simulation rapide des perturbations ionosphériques co-sismiques. L'outil développé dans cette étude permet de modéliser les ondes de gravité acoustiques générées par le soulèvement sismique du sol ou du plancher océanique.

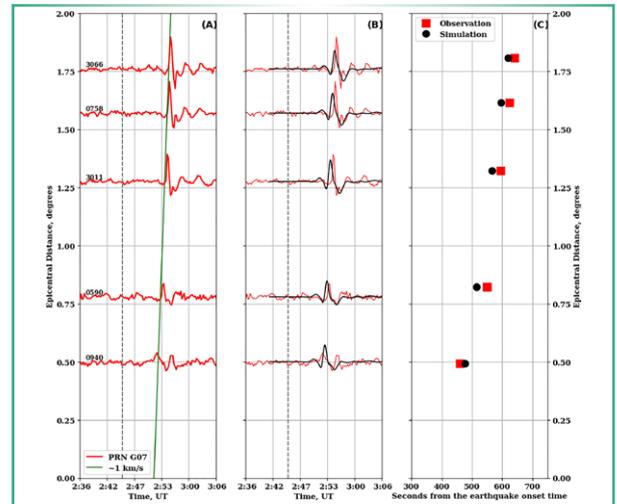
Le modèle peut simuler ces perturbations ionosphériques co-sismiques en quasi temps réel c'est-à-dire plus rapidement que le temps nécessaire pour que l'onde arrive dans l'ionosphère. Cela permet d'anticiper l'apparition d'un signal avant de le mesurer par GNSS. Cela facilite la discrimination de cette signature parmi les nombreux événements présents dans l'ionosphère et d'interpréter son caractère tsunamigène par exemple.

La méthode a été validée sur des tremblements de terre importants tels que le Sanriku-Oki de 2011 (magnitude Mw7.3) et le Noto-Peninsula de 2024 (magnitude Mw7.5), montrant des résultats rapides et précis par rapport aux observations réelles.

Cette avancée permettrait une utilisation de ces données en temps quasi réel, ce qui constitue un outil précieux de la sismologie ionosphérique et particulièrement prometteur pour évaluer les risques associés aux tremblements de terre et aux tsunamis.

Rôle du CNES

Le CNES, via son Programme d'Accompagnement de la Recherche Spatiale (PARS), a financé les travaux de recherche d'un des co-auteurs de cette étude.



LÉGENDE : Comparaison entre observations (en rouge) et simulation (en noir) pour le tremblement de terre de Sanriku-Oki. Les trois diagrammes représentent respectivement a) les perturbations observées sur le contenu total en électrons dans la ionosphère sur 5 récepteurs, b) les mêmes observations avec les résultats des simulations, et c) l'estimation du temps de détection, en secondes, pour les deux types de données.

Référence publication : S.A. Sanchez et al., *The First Near-Real-Time Compatible Numerical Method for Co-Seismic Ionospheric Disturbances Simulation*, *GRL*, **52(8)**, (2025), DOI: [10.1029/2025GL115208](https://doi.org/10.1029/2025GL115208).

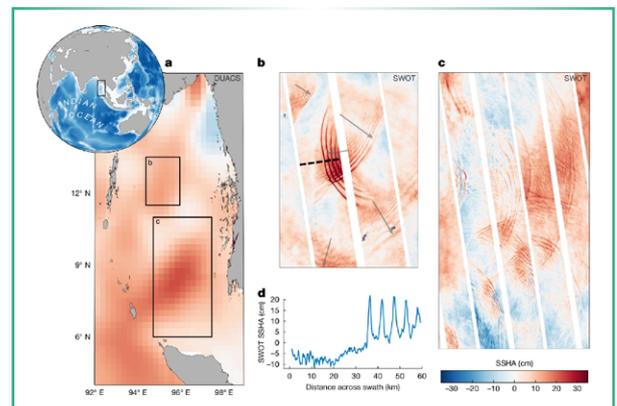
SWOT révèle les secrets de l'océan à l'échelle mondiale

Les dynamiques océaniques à sub-mésoéchelle (1 à 100 km) jouent un rôle clé dans la circulation océanique, les échanges d'énergie, les écosystèmes marins et le climat terrestre, mais leur impact global reste encore mal quantifié. Pour la première fois, une équipe scientifique internationale a pu observer et cartographier ces phénomènes à l'échelle mondiale grâce au satellite SWOT. Doté d'un altimètre radar à large fauchée, SWOT détecte des structures fines comme des tourbillons de moins de 20 km de diamètre — bien plus petits que ceux observés jusque-là — ainsi que des ondes internes non linéaires. La compréhension de ces ondes internes est essentielle pour l'étude du bilan d'énergie total de l'océan, et la mesure de leur amplitude par SWOT permet enfin d'y accéder. L'étude montre que ces dynamiques sont plus fréquentes, plus énergétiques que prévu, et particulièrement actives en hiver, lorsque la couche superficielle de l'océan est plus profonde, favorisant les échanges verticaux. Ce travail marque une avancée majeure en océanographie, en plaçant les dynamiques sub-mésoéchelle au centre des processus qui régissent le climat global, et présente les données de SWOT comme une source inépuisable de découvertes scientifiques.

Rôle du CNES

SWOT a été développé conjointement par la NASA et le CNES, avec des contributions de l'Agence spatiale canadienne (CSA) et de l'Agence spatiale britannique (UKSA). Le CNES a fourni le système DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite), l'altimètre bifréquence Poséidon, le sous-système radiofréquence KaRIn et la plateforme du satellite. Il est également responsable des opérations, du traitement

des données et de leur diffusion via les plateformes Odatis, THEIA/Hydroweb.next et Aviso +. Par ailleurs, des experts du CNES participent activement à l'équipe scientifique internationale du projet.



LÉGENDE : Illustration d'ondes internes solitaires observées très distinctement par SWOT (cartes b et c) en comparaison des cartes issues de l'altimétrie conventionnelle (carte a) en mer d'Andaman. Ces ondes internes ont une amplitude de 20 cm et une longueur d'onde de 5 km (graphe d) et ont la caractéristique de conserver leur énergie malgré les croisements d'ondes observés.

Référence publication : M. Archer et al., *Wide-swath satellite altimetry unveils global submesoscale ocean dynamics*, *Nature*, **640**, (2025), DOI: [10.1038/s41586-025-08722-8](https://doi.org/10.1038/s41586-025-08722-8).



- » 21 avril 2025 [Lancement réussi](#) de la mission ACES/PHARAO
- » 25 avril 2025 [Installation](#) avec succès de la mission ACES/PHARAO à bord de l'ISS
- » 29 avril 2025 Succès de la [mise en orbite de Biomass](#)
- » 14 mai 2025 [Réception des premières données](#) de PHARAO
- » 2 juin - 26 septembre 2025 Campagne d'[appel à propositions de recherche](#) (APR) pour l'année 2026
- » 23-27 juin 2025 [Living Planet Symposium](#) à Vienne
- » Juillet 2025 Lancement prévu de la mission Météosat Troisième Génération-S1 (MTG-S1) avec Copernicus Sentinel-4
- » 25 Juillet 2025 Lancement prévu des missions MicroCarb et CO3D
- » Août 2025 Lancement prévu du satellite MetOp-SG-A1 embarquant les instruments IASI-NG et Sentinel-5

COMMUNIQUÉ D'OUVERTURE

DE LA CONSULTATION POUR LE NOUVEAU JET ANVOLE :

Le CNES, en partenariat avec le CNRS et Météo-France, a le plaisir de vous annoncer que la consultation pour l'acquisition d'un nouvel avion de recherche scientifique vient d'ouvrir le 6 mars dernier. Cet appel d'offre devrait permettre de disposer à l'horizon 2030 d'un avion de haute altitude modifié en laboratoire volant. Regroupant les besoins primordiaux des communautés scientifiques n'ayant plus accès aux hautes altitudes depuis le retrait du Dassault Falcon 20 en 2022, cette consultation est le résultat d'une collaboration du CNRS, du CNES et de Météo-France et de financements du MESR, de l'ANR, du CNRS et du CNES. Le futur avion, véritable plateforme scientifique d'observation de la Terre, sera exploité par l'Unité d'Appui et de Recherche (UAR) SAFIRE. Il sera mis à disposition des communautés scientifiques et techniques afin de mieux observer la Terre et son environnement, de préparer et calibrer/valider de futures missions spatiales et de tester des technologies innovantes pour l'aéronautique et le spatial.



LES RÉSULTATS SCIENTIFIQUES PRÉSENTÉS DANS CETTE NEWSLETTER ONT ÉTÉ OBTENUS EN COLLABORATION AVEC LES PARTENAIRES NATIONAUX SUIVANTS :

Observation de la Terre :

CESBIO, CLS, CNRS, Ecole Polytechnique, ENS, INRAE, Institut de Physique du Globe de Paris, Institut des Sciences de la Terre, IPSL, IRD, LEGOS, LMD, Observatoire Midi-Pyrénées, Sorbonne Université, Université de Toulouse, Université Grenoble Alpes, Université Paris Cité, Université Toulouse III-Paul Sabatier.

Sciences de l'Univers :

AIM, Aix-Marseille Université, Astroparticule et Cosmologie, CEA, Centrale Lille, CentraleSupélec, Centre de Biologie Intégrative (CBI), Centre de Calcul de l'IN2P3, Centre de Recherche Astrophysique de Lyon, Cergy Paris Université, CNRS, CPPM, DFR/IRFU, ENS de Lyon, Grenoble INP, IAP, IAS, ICL Lille, IJCLab, IN2P3, Institut de Physique Théorique, Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT), IP2I Lyon, IPAG, IPSL, IRAP, IUF, Junia Lille, Laboratoire d'étude de l'Univers et des phénomènes eXtremes (LUX), Laboratoire Lagrange, Laboratoire MCD, Laboratoire Univers et Théorie, LAM, ATMOS, LERMA, LGPM, LIRA, LITL, LNE, LPSC, LTE, Observatoire astronomique de Strasbourg, Observatoire de la Côte d'Azur, Observatoire de Paris, Sorbonne Université, Toulouse INP, Université catholique de Lille, Université Claude Bernard Lyon 1, Université Côte d'Azur, Université de Lille, Université de Strasbourg, Université de Toulouse, Université Grenoble Alpes, Université Paris Cité, Université Paris-Saclay, Université PSL, Université Toulouse III-Paul Sabatier, Université Versailles Saint-Quentin en Yvelines.



Pour en savoir plus sur les projets du CNES, suivez [ce lien](#)