

14 mai 2025

## Un chercheur de l'URCA contribue à une découverte majeure sur Titan grâce au télescope spatial James Webb

**Le satellite Titan, monde énigmatique de Saturne, dévoile un peu plus ses secrets grâce à une collaboration internationale à laquelle participe un chercheur de l'Université de Reims Champagne-Ardenne (URCA).** L'étude, publiée dans *Nature Astronomy*, révèle de nouveaux éléments essentiels sur l'atmosphère et la météorologie de Titan, notamment la première détection directe du radical méthyle ( $\text{CH}_3$ ), un acteur clé de la chimie organique dans son atmosphère. Le chercheur Pascal Rannou, spécialiste de la modélisation climatique de Titan, a contribué à cette avancée scientifique fondée sur des observations du **télescope spatial James Webb (JWST)** et du télescope terrestre **Keck II**.

« *C'est pour cela qu'on fait de la recherche ; pour être le premier à découvrir de nouvelles informations sur notre sujet d'étude. Cet article ne fait qu'effleurer le sujet et donne des perspectives sur le sujet qui vont m'occuper pendant pas mal de temps.* » confie Pascal Rannou.

### Titan : temps partiellement nuageux avec des averses de méthane

Titan est un monde fascinant recouvert d'une brume dense et dorée. Comme la Terre, son atmosphère est principalement constituée d'azote et présente des phénomènes météorologiques, avec des nuages et des pluies. Mais ici, l'eau est remplacée par du méthane liquide, qui s'évapore, forme des nuages et peut retomber sous forme de pluie froide et huileuse.

« *Titan est le seul autre endroit de notre système solaire à posséder une météo comparable à celle de la Terre, avec nuages et précipitations* », explique Conor Nixon, chercheur à la NASA et premier auteur de l'étude, publiée dans *Nature Astronomy*.

L'équipe a observé Titan en novembre 2022 et en juillet 2023. Les instruments de Webb et du télescope Keck ont détecté des nuages dans les latitudes nordiques, là où l'été bat son plein. Ces nuages semblaient s'élever vers des altitudes plus élevées au fil du temps, un comportement typique de la convection atmosphérique, jamais observé jusqu'ici dans cette région de Titan. Or, l'hémisphère nord abrite la plupart des lacs et mers de méthane de Titan – une source majeure d'évaporation. Leur superficie cumulée est équivalente à celle des Grands Lacs en Amérique du Nord.

Sur Terre, la troposphère s'étend jusqu'à environ 12 km d'altitude. Sur Titan, avec une gravité plus faible, elle peut atteindre 45 km. En combinant plusieurs filtres infrarouges, les chercheurs ont

estimé l'altitude des nuages, et observé leur évolution sur plusieurs jours. S'ils n'ont pas vu de pluie directe, ces nuages pourraient annoncer des épisodes de précipitations de méthane.

*« Ça a été particulièrement intéressant de participer à l'analyse d'observations de première qualité. Cela m'a permis d'utiliser mes modèles déjà développés, de les faire progresser et de les utiliser pour obtenir de nouvelles informations sur la brume de Titan dans la basse stratosphère à l'échelle du globe. Cela a aussi permis de faire des comparaisons directes avec le modèle de climat de Titan, dont la partie concernant la brume et les nuages a été développée à Reims depuis 2008. »* explique Pascal Rannou.

## Une chimie organique en action

Titan est une cible de choix pour l'astrobiologie en raison de sa chimie riche en composés organiques. L'élément central de cette chimie est le méthane (CH<sub>4</sub>), qui se fragmente sous l'effet des rayons solaires, produisant une série de molécules plus complexes, dont l'éthane (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>).

Les données de Webb ont permis de détecter pour la première fois sur Titan le radical méthyle (CH<sub>3</sub>) — une molécule très réactive, clé de la formation de nombreuses autres. Cette détection représente une avancée majeure : pour la première fois, les scientifiques voient la chimie à l'œuvre, entre les ingrédients initiaux (comme le méthane) et les produits finaux.

## Quel avenir pour l'atmosphère de Titan ?

La présence du radical méthyle permet d'éclairer un mécanisme de transformation à long terme de l'atmosphère : une partie du méthane se transforme et retombe sur la surface sous forme d'autres composés, tandis que l'hydrogène s'échappe dans l'espace. Si aucun processus ne réinjecte du méthane dans l'atmosphère, Titan pourrait un jour devenir un monde sec et désertique, à l'image de Mars.

*« Le méthane est une ressource consommable sur Titan. S'il n'est pas réapprovisionné depuis l'intérieur, il finira par disparaître »,* explique Conor Nixon.

## Vers Dragonfly, prochaine étape d'exploration

La mission Dragonfly de la NASA, prévue pour 2034, explorera Titan au sol grâce à un drone volant capable d'étudier plusieurs sites. Ses mesures de terrain viendront compléter la vision globale offerte par Webb et Keck.

## Une expertise rémoise reconnue à l'international

Pascal Rannou, professeur à l'Université de Reims Champagne-Ardenne, a joué un rôle clé dans l'analyse climatique et atmosphérique de Titan, apportant son expertise en sciences planétaires et plus particulièrement sur le climat de Titan. Sa participation reflète la contribution active de l'URCA aux grands projets scientifiques internationaux.

*« Ce genre de travaux, par nature internationaux, sont toujours l'occasion de développer des contacts et des collaborations avec des collègues de différentes origines (ici, américains et européens). »* souligne Pascal Rannou.

[Article scientifique](#) & [Vidéo](#)

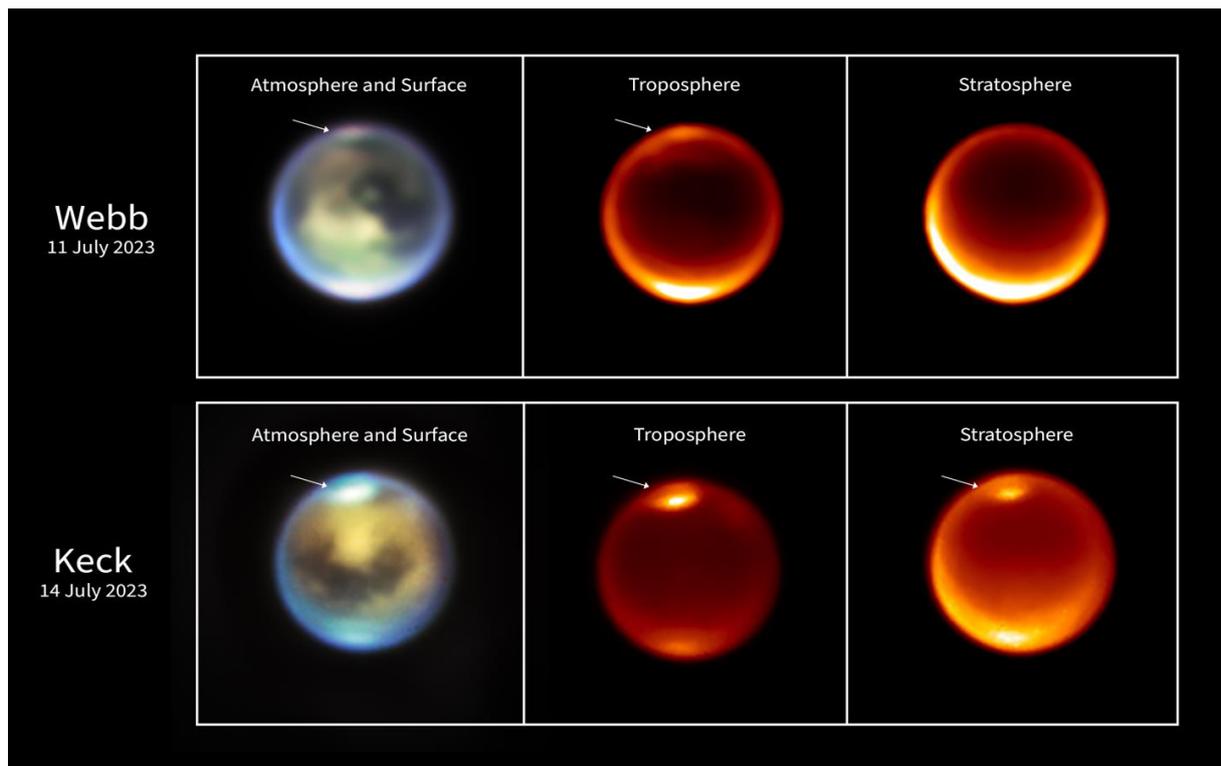
## Qu'est-ce que JWST (James Webb Space Telescope) ?

Lancé en décembre 2021 et mise en service en 2022, le télescope spatial James Webb est le premier observatoire de sciences spatiales au monde. Le télescope Webb résout les mystères de notre système solaire, observe les mondes lointains autour d'autres étoiles et sonde les structures mystérieuses et les origines de notre univers et de la place que nous y occupons. Webb est un programme international dirigé par la NASA et ses partenaires, l'ESA (Agence spatiale européenne) et l'ASC (Agence spatiale canadienne).

## Qu'est-ce que Titan ?

Titan est la plus grande lune de Saturne et l'un des mondes les plus intrigants du Système solaire. Elle mesure environ 5 150 kilomètres de diamètre – soit plus grande que la planète Mercure – et se trouve à environ 1,4 milliard de kilomètres de la Terre. C'est le seul satellite connu à posséder une atmosphère dense, composée principalement d'azote et de méthane. Sous ses épais nuages orangés, Titan cache un cycle météorologique actif : des lacs, des mers et des pluies de méthane liquide, dans un climat glacial autour de  $-180\text{ °C}$ .

## Images :



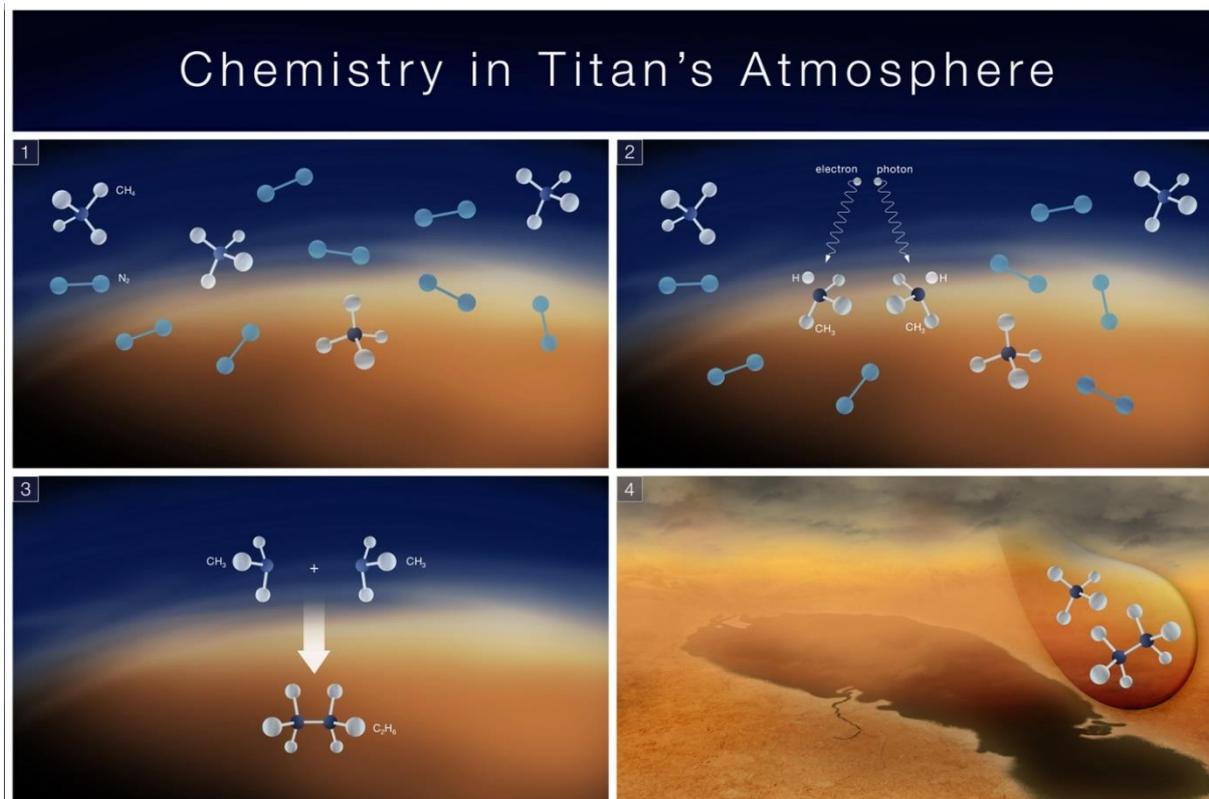
Ces images de Titan ont été prises par le télescope spatial James Webb de la NASA le 11 juillet 2023 (rangée du haut) et par les observatoires terrestres W.M. Keck le 14 juillet 2023 (rangée du bas). Elles montrent des nuages de méthane (indiqués par les flèches blanches) apparaissant à différentes altitudes dans l'hémisphère nord de Titan.

À gauche, des images en couleurs représentatives des deux télescopes. Sur l'image Webb, la lumière à 1,4 micron est colorée en bleu, à 1,5 micron en vert et à 2,0 microns en rouge (filtres F140M, F150W et F200W, respectivement). Sur l'image Keck, la lumière à 2,13 microns est

colorée en bleu, à 2,12 microns en vert et à 2,06 microns en rouge (H2 1-0, Kp, et He1b, respectivement).

Dans la colonne du milieu se trouvent des images à une seule longueur d'onde prises par Webb et Keck à 2,12 microns. Cette longueur d'onde est sensible à l'émission de la troposphère inférieure de Titan. Les images les plus à droite montrent l'émission à 1,64 micron (Webb) et 2,17 microns (Keck), qui favorisent les altitudes plus élevées, dans la troposphère supérieure et la stratosphère de Titan (une couche atmosphérique au-dessus de la troposphère). Elle montre que les nuages sont observés à des altitudes plus élevées le 14 juillet que le 11 juillet, ce qui indique un mouvement ascendant.

Crédit : NASA, ESA, CSA, STScl, et W.M. Keck Observatories



Cette infographie un processus chimique clé qui se déroulerait dans l'atmosphère de Titan, la lune de Saturne. 1. Titan possède une épaisse atmosphère d'azote ( $\text{N}_2$ ) qui contient également du méthane ( $\text{CH}_4$ ). 2. Des molécules connues sous le nom de radicaux méthyles ( $\text{CH}_3$ ) se forment lorsque le méthane est décomposé par la lumière du soleil ou par des électrons énergétiques provenant de la magnétosphère de Saturne. 3. Le méthane se recombine ensuite avec d'autres molécules ou avec lui-même pour former des substances telles que l'éthane ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ). 4. Le méthane, l'éthane et d'autres molécules se condensent et pleuvent de l'atmosphère, formant des lacs et des mers à la surface de Titan. Le télescope spatial James Webb de la NASA a détecté pour la première fois le radical méthyle sur Titan, apportant ainsi une pièce manquante essentielle à notre compréhension des processus chimiques de Titan.

Crédit : NASA, ESA, CSA et Elizabeth Wheatley (STScl)