



Titan (lune)

113 langues

Article Discussion

Lire Modifier Modifier le code Voir l'historique

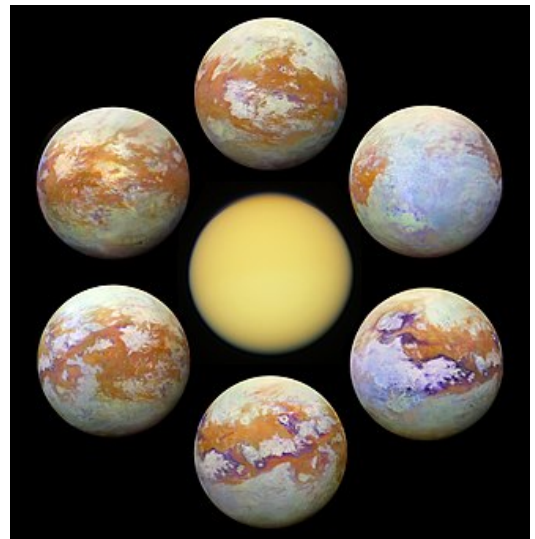
- ★ Vous lisez un « *article de qualité* » labellisé en 2009.
- Ne pas confondre avec *Titania*, le plus grand satellite d'*Uranus*.
- Pour les articles homonymes, voir *Titan*.

Titan, aussi appelé **Saturne VI**, est le plus grand satellite naturel de Saturne. D'un diamètre 6 % plus grand que celui de Mercure , Titan est par la taille au deuxième rang des satellites du Système solaire, après Ganymède, le plus gros satellite de Jupiter. Il s'agit du seul satellite connu à posséder une atmosphère dense. Découvert par l'astronome néerlandais Christian Huygens en 1655, Titan est la première lune observée autour de Saturne⁷.

Titan est principalement composé de roche et d'eau gelée. Son épaisse atmosphère a longtemps empêché l'observation de sa surface, jusqu'à l'arrivée de la mission Cassini-Huygens en 2004. Cette dernière a permis la découverte de lacs d'hydrocarbures liquides dans les régions polaires du satellite. Du point de vue géologique, la surface de Titan est jeune ; quelques montagnes ainsi que des cryovolcans éventuels y sont répertoriés, mais cette surface demeure relativement plate et lisse, présentant peu de cratères d'impact.

L'atmosphère de Titan est composée à 98,4 % de diazote et à 1,6 % de méthane et d'éthane. Le climat — qui comprend des vents et de la pluie de méthane — crée sur la surface des caractéristiques similaires à celles rencontrées sur Terre, telles que des dunes et des côtes. Comme la Terre, Titan présente des saisons. Par ses liquides (à la fois à la surface et sous la surface) et son épaisse atmosphère de diazote, Titan est perçu comme un analogue de la Terre primitive, mais à une température beaucoup plus basse. Le satellite est cité comme pouvant

Titan Saturne VI



Au centre : Titan en lumière naturelle. Autour : six photographies dans l'infrarouge, prises par la sonde Cassini entre 2004 et 2017.

Type Satellite naturel de Saturne

Caractéristiques orbitales
(Époque 1^{er} janvier 2004, JJ 2453200.5¹)

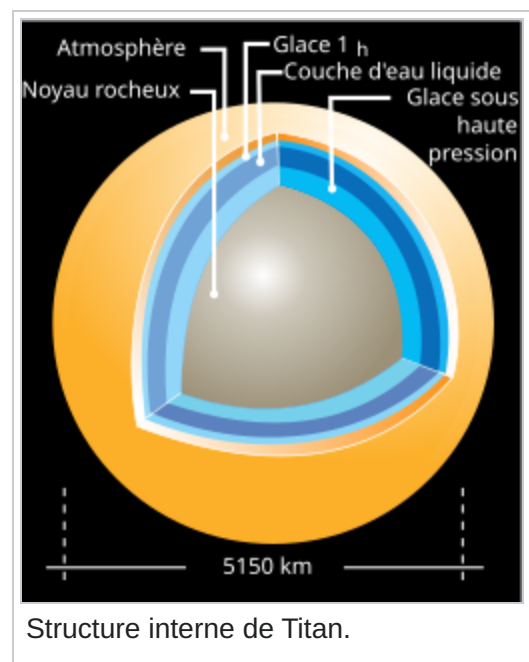
Demi-grand axe	1 221 870 km ¹
Périapside	1 186 680 km ²
Apoapside	1 257 060 km ²
Excentricité	0,028 8 ¹
Période de révolution	15,95 d ¹
Inclinaison	0,280° ¹ (par rapport au plan de Laplace de Saturne)

Caractéristiques physiques

Diamètre	5 151,0±4,0 km ³
Masse	(1,345 2 ± 0,000 2) × 10 ²³ kg ⁴

Titan est très probablement différencié en plusieurs couches, son noyau rocheux de 3 400 km de diamètre étant alors entouré par plusieurs couches de différentes formes cristallines de glace¹².

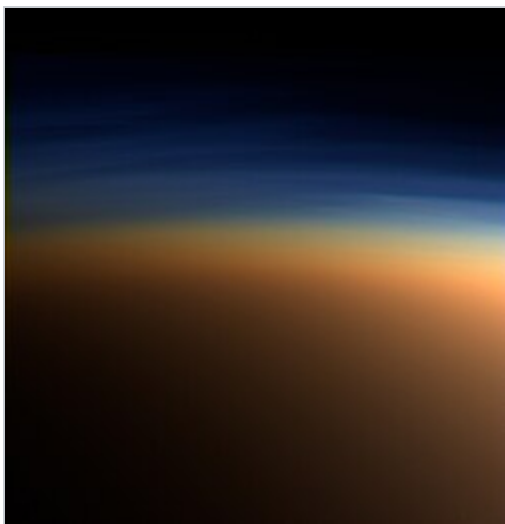
L'intérieur du satellite est peut-être toujours chaud, et il est possible qu'une couche liquide d'eau et d'ammoniac existe entre la croûte de [glace I_h](#) et les couches de glaces plus internes. L'existence d'un tel océan est suggérée par la [sonde Cassini](#), qui a détecté des [ondes radio](#) à très basse fréquence dans l'atmosphère de Titan ; la surface du satellite serait un mauvais réflecteur de ce type d'ondes, lesquelles sont plutôt réfléchies par la transition liquide-glace d'un océan interne¹³. Les données collectées par [Cassini](#) entre octobre 2005 et mai 2007 montrent que des repères caractéristiques de la surface se sont déplacés jusqu'à 30 km pendant cette période. Ce déplacement suggère que la croûte est séparée de l'intérieur de la [lune](#), ce qui constitue un indice supplémentaire quant à l'existence d'un océan interne¹⁴. En 2025, une étude de la dissipation de l'énergie des marées montre cependant qu'elle est trop grande pour être compatible avec la présence d'un océan sous-glaciaire, et qu'elle se produit plausiblement dans une couche de glace sous haute pression, proche de son [point de fusion](#)¹⁵.



Structure interne de Titan.

Atmosphère [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Article détaillé : [Atmosphère de Titan](#).



Photographie en vraies couleurs de couches de nuages de l'atmosphère de Titan.

Généralités [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Titan est le seul satellite du [système solaire](#) possédant une [atmosphère](#) significativement développée ; les autres [satellites](#) n'ont au mieux que des traces de gaz. L'épaisseur de l'[atmosphère de Titan](#) serait comprise entre 200 km¹⁶ et 880 km¹⁷ (sur Terre, 99,999 % de la masse de l'atmosphère se situe en dessous de 100 km d'altitude). Elle est opaque sur de nombreuses [longueurs d'onde](#) et interdit l'obtention d'un spectre de [réflectance](#) complet de la surface depuis l'extérieur¹⁸.

L'existence d'une [atmosphère](#) est découverte par [Gerard Kuiper](#) en 1944 par [spectroscopie](#). Il estime que la [pression partielle](#) de [méthane](#) est de l'ordre de 0,1 bar¹⁹. Plus tard, les observations des sondes [Voyager](#) montrent que la pression à la surface du satellite

dépasse une fois et demie celle de la [Terre](#) (soit 1,5 bar). L'atmosphère comporte des couches opaques de brouillard qui bloquent la pénétration de la majorité de la lumière reçue du Soleil. Pour cette raison, la sonde [Huygens](#) a été incapable de détecter la position de celui-ci lors de sa descente et, bien qu'elle ait réussi à prendre des images de la surface, l'équipe de chercheurs responsables de la sonde décrit le processus comme « photographier un parking recouvert d'asphalte au crépuscule »²⁰.

La température moyenne de l'atmosphère au niveau du sol est de 94 K (−179 °C) ; elle atteint un minimum de 72 K (−201 °C) au niveau de la [tropopause](#) (à l'altitude de 40 km).

Composition [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

L'atmosphère de Titan est composée à 98,4 % de [diazote](#) — ce qui en fait la seule atmosphère dense riche en azote du Système solaire en dehors de la Terre —, le 1,6 % restant étant composé de méthane et de traces d'autres gaz comme des hydrocarbures (dont l'[éthane](#), le [diacétylène](#), le [méthylacétylène](#), l'[acétylène](#) et le [propane](#)), du [cyanoacétylène](#), du [cyanure d'hydrogène](#), du [dioxyde de carbone](#), du [monoxyde de carbone](#), du [cyanogène](#), de l'[argon](#) et de l'[hélium](#)⁶.

Les chercheurs de la [NASA](#) pensent que les hydrocarbures forment la haute atmosphère. Ils proviennent de réactions de [dissociation](#) du méthane par la lumière [ultraviolette](#) du soleil, qui produisent un épais [smog](#) orangé. Titan n'a aucun [champ magnétique](#) et orbite parfois en dehors de la [magnétosphère de Saturne](#), l'exposant directement au [vent solaire](#). Il est possible que certaines molécules soient ionisées et emportées en dehors de la haute atmosphère. En novembre 2007, des scientifiques découvrent des [anions](#) lourds dans l'ionosphère de Titan et estiment que ceux-ci tombent vers les régions plus basses pour former la brume orange qui obscurcit la surface du satellite. Leur structure n'est pas connue, mais il pourrait s'agir de [tholins](#) formant les bases de molécules plus complexes, comme les [hydrocarbures aromatiques polycycliques](#)^{21, 22, 23}. Ces résidus atmosphériques pourraient avoir formé des couches plus ou moins épaisses et ainsi recouvrir certaines parties de la surface de Titan d'une sorte de [bitume](#). Les traces d'écoulement observées par la mission *Cassini-Huygens* sont bien plus sombres que le matériau sur lequel elles serpentent. Il est probable qu'elles soient recouvertes de tholins apportés par les pluies d'hydrocarbures liquides qui lessivent les parties apparaissant plus claires.

En 2013, les chercheurs du [Dapnia](#), un institut du [CEA](#) situé à [Saclay](#), découvrent du [propène](#) dans l'atmosphère de Titan en analysant les mesures de la [sonde Cassini](#)²⁴.

Vents [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

La [circulation atmosphérique](#) suit la direction de la rotation de Titan, d'ouest en est²⁵. Les observations de l'atmosphère effectuées par *Cassini* en 2004 suggèrent que l'atmosphère tourne plus rapidement que la surface²⁶.

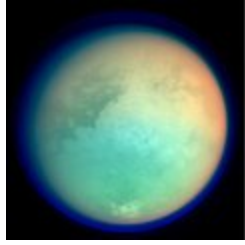
Ionosphère [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

L'[ionosphère](#) de Titan est plus complexe que celle de la [Terre](#). La partie principale se situe à 1 200 km d'altitude, mais une couche additionnelle de [particules](#) chargées est présente à 63 km d'altitude.

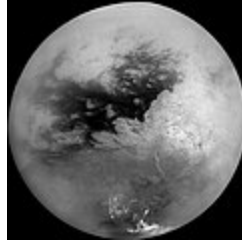
L'[atmosphère de Titan](#) est donc en quelque sorte séparée en deux chambres résonantes aux [ondes radio](#) distinctes. Titan émet des [ondes à très basse fréquence](#) dont l'origine n'est pas connue, car il ne semble pas y avoir d'activité orageuse intense¹³.

Surface [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Article connexe : [Liste des formations géologiques de Titan](#).



Photographie de Titan en fausses couleurs, montrant des détails de la surface et de l'atmosphère. [Xanadu](#) est la région brillante située dans le centre-droit.



Vue de Titan par la [mission Cassini](#), le 26 octobre 2004. Cette mosaïque de neuf images montre des variations d'éclat de la surface de Titan et des nuages lumineux près du pôle sud. La région la plus lumineuse du côté droit et la région équatoriale portent le nom de [Xanadu](#), tandis que la plus sombre s'appelle [Shangri-La](#). La surface semble jeune du fait de l'absence de cratère visible.

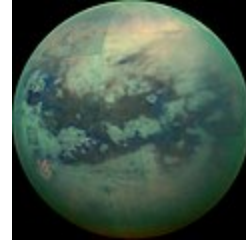


Image recomposée de Titan en infrarouge vu par la sonde [Cassini](#) en novembre 2015. Le bleu représente les [longueurs d'onde](#) centrées sur 1,3 µm, le vert sur 2,0 et le rouge sur 5,0.

La surface de Titan est décrite comme « complexe, produite par des fluides et géologiquement jeune »²⁷. La sonde *Cassini* utilise un altimètre radar et un [radar à synthèse d'ouverture](#) pour cartographier certaines zones de Titan pendant ses survols. Les premières images révèlent une géologie diversifiée, comportant des régions lisses et d'autres irrégulières. D'autres semblent d'origine [volcanique](#), probablement liées à un dégorgement d'eau mélangée à de l'[ammoniac](#). Certaines zones sont susceptibles d'avoir été créées par des particules poussées par le vent^{28, 29}. Globalement, la surface est relativement plate, les quelques zones ressemblant à des [cratères d'impact](#) semblent avoir été remplies, peut-être par des pluies d'hydrocarbures ou des volcans. L'altimétrie radar suggère que les variations d'altitude sont faibles, typiquement de l'ordre de 150 m. Néanmoins, certaines zones atteignent jusqu'à 500 m de dénivelé et Titan possède des montagnes, certaines hautes de plusieurs centaines de mètres, jusqu'à plus d'un kilomètre³⁰.

La surface de Titan est marquée par de grandes régions de terrain clair ou foncé. Parmi celles-ci, [Xanadu](#) est une zone équatoriale réfléchissante d'une surface égale à celle de l'[Australie](#). Elle est identifiée pour la première fois grâce à des images prises dans l'[infrarouge](#) par le [télescope spatial Hubble](#) en 1994, puis

observée par la suite par la sonde *Cassini*. Cette région est couverte de collines et parcourue de vallées et de gouffres³¹. Elle est traversée par endroits par des lignes sombres sinueuses ressemblant à des crêtes ou des crevasses. Celles-ci pourraient être d'origine tectonique et indiquer que Xanadu est une zone géologiquement jeune. Il pourrait également s'agir de canaux d'origine liquide, suggérant au contraire un terrain ancien érodé par des ruisseaux³². Des zones sombres de taille similaire existent ailleurs sur la lune et sont observées depuis l'espace comme depuis le sol ; il pourrait s'agir de lacs de méthane et d'éthane, mais les observations récentes de *Cassini* semblent indiquer que ce n'est pas le cas.

En 2005, le module *Huygens* se pose sur Titan à l'est de la région nommée *Adiri* et photographie des collines pâles traversées de « rivières » sombres se dirigeant vers une plaine également sombre. Ces collines seraient composées de glace d'eau. Des composés organiques sombres, créés dans la haute atmosphère de Titan par le rayonnement ultraviolet du Soleil, pourraient pleuvoir sur ces montagnes. Ils seraient ensuite lessivés par la pluie de méthane et déposés sur les plaines³³.

Après s'être posé, *Huygens* photographie une plaine sombre couverte de petits rochers et de cailloux, tous composés de glace d'eau³³. Des signes d'érosion sont visibles à la base des rochers, indiquant une possible activité fluviale. La surface se révèle alors plus sombre que prévu et est composée d'un mélange d'eau et de glace d'hydrocarbures. Le « sol » visible dans les images prises par la sonde pourrait s'être formé par précipitation d'hydrocarbures. Il est possible que des régions de la surface de Titan soient recouvertes d'une couche de *tholins*, sans que ce point ait pu être encore confirmé³⁴.

Une cartographie complète de Titan avec une *résolution* inférieure au kilomètre a été publiée en 2019, basée sur les données de la sonde *Cassini*³⁵.

Plaines [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Les plaines indifférenciées sont le type de terrain le plus répandu sur Titan. La combinaison des mesures *radar* de *Cassini* (*altimétrie nadir* et modes *SAR* en visée latérale) révèle une remarquable homogénéité de la réponse radar multi-angle de ces plaines, ce qui suggère des propriétés et des processus de formation similaires. Un modèle à deux couches est nécessaire pour rendre compte des données à tous les angles d'incidence. Les plaines indifférenciées sont probablement constituées d'une couche superficielle d'épaisseur inférieure à 1 m, très poreuse, de faible densité (*permittivité relative* $\epsilon_r = 1,33$) et extrêmement lisse aux *longueurs d'onde* radar, recouvrant un substrat enfoui plus dense ($\epsilon_r > 2,7$) et plus rugueux. La structure stratifiée, l'uniformité globale et l'extrême planéité à différentes échelles sont compatibles avec le

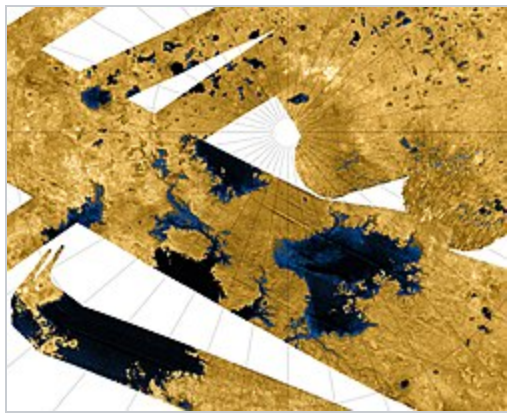


La surface de Titan photographiée par *Huygens* après son atterrissage.

dépôt atmosphérique, sur une longue période de temps, de particules [organiques](#) (« neige de [tholin](#) »), qui sont ensuite densifiées ou enfouies, potentiellement lors de périodes de conditions environnementales différentes³⁶.

Liquides [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Article détaillé : [Mers et lacs de Titan](#).



Mosaïque en fausses couleurs d'images radar prises par *Cassini* autour du pôle nord de Titan, mettant en évidence des mers, lacs et rivières d'hydrocarbures. Les zones affichées ici en bleu indiquent des régions de faible réflectivité radar, probablement des étendues d'éthane liquide, de méthane ou d'azote dissous. Il est possible que la mer située dans le coin inférieur gauche soit en fait deux fois plus grande qu'indiqué ici³⁷.

Les conditions de température et de pression à la surface de Titan permettent au [méthane](#) et à l'[éthane](#) d'exister sous forme liquide. Titan et la [Terre](#) sont les seuls objets du Système solaire à la surface desquels existent des étendues liquides³⁸. La présence de méthane liquide à la surface permettrait d'expliquer la grande quantité de méthane dans l'atmosphère. Cette hypothèse a été formulée lorsque les [planétologues](#) se sont rendu compte du phénomène de destruction du méthane atmosphérique, au cours des années 1970. L'hypothèse d'un océan planétaire d'[hydrocarbures](#) est même envisagée mais les premières observations de la surface de Titan en [infrarouge](#) et en [ondes radio](#) depuis la Terre réfutent cette possibilité. Les sondes *Voyager* montrent que l'atmosphère de Titan est compatible avec l'existence de liquides, mais une preuve directe n'est obtenue qu'en 1995, lorsque des données du [téléscope Hubble](#) ainsi que d'autres observations ont suggéré l'existence sur Titan de méthane liquide sous forme soit de poches disjointes soit de lacs et de mers de la taille d'océans³⁹.

La [mission Cassini](#) ne confirme pas immédiatement cette dernière hypothèse. En effet, lorsque la sonde arrive dans le système de Saturne en 2004, les chercheurs de la [NASA](#) et de l'[Agence spatiale européenne](#) (ESA) espèrent que des lacs d'hydrocarbures seront détectables par la réflexion du Soleil à leur surface, mais aucune [réflexion spéculaire](#) n'est initialement observée⁴⁰. De nombreuses images prises par *Cassini* en 2004 et 2005 évoquent des côtes, mais celles-ci s'avèrent finalement n'être que des limites entre zones claires et zones sombres⁴¹.

C'est en juin 2005, au pôle sud, que le premier lac potentiel est identifié sous l'aspect d'une zone très sombre, *a posteriori* nommée [Ontario Lacus](#). Ce lac a probablement été créé par les précipitations des nuages qui se concentrent à cet endroit⁴². À la suite du survol du 22 juillet 2006, *Cassini* prend les images des latitudes nord du satellite et met en évidence de grandes zones lisses (et donc sombres au radar) qui constellent la surface près du pôle⁴³. Sur la base de ces observations, l'existence de lacs remplis de méthane à la surface de Titan est alors confirmée en janvier 2007^{44,45}. L'équipe scientifique de *Cassini–Huygens* conclut que les régions imagées sont selon toute vraisemblance des lacs d'hydrocarbures, qui sont ainsi les premières étendues liquides stables découvertes en dehors de la Terre. Certaines se trouvent dans des [dépressions topographiques](#) et semblent posséder des canaux associés avec du liquide⁴⁴. Les

petits lacs de [méthane](#) aux bords abrupts pourraient être des [maars](#) résultant de la vaporisation explosive d'[azote](#) liquide en sub-surface⁴⁶.

En mai 2013, l'[altimètre radar](#) de la sonde *Cassini* cartographie les chenaux de [Vid Flumina](#), un [réseau hydrographique](#) relié à *Ligeia Mare*, une mer d'hydrocarbures (la seconde de Titan, par la taille). L'analyse des échos radar montre que *Vid Flumina* est formé de canyons profonds (jusqu'à ≈ 570 m) et escarpés. Le fond des canyons montre une [réflexion spéculaire](#) caractéristique des surfaces liquides, à la même altitude (à 70 cm près) que la surface de *Ligeia Mare*, ce qui indique un réseau ennoyé. Des affluents d'altitude supérieure montrent également une réflexion spéculaire, ce qui en fait un réseau d'écoulement du méthane liquide vers le réseau ennoyé et *Ligeia Mare*. Titan est, avec la Terre, le seul objet du Système solaire qui soit sujet à de l'érosion active par des écoulements de liquide^{47,48}.

Cratères [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

La sonde *Cassini* ne découvre que peu de [cratères d'impact](#) à la surface de Titan, ce qui suggère une surface jeune. Parmi les cratères découverts, les plus notables sont [Menrva](#), le plus grand avec un bassin de 440 km de diamètre à plusieurs anneaux⁴⁹ ; [Sinlap](#), un cratère à fond plat de 80 km de diamètre⁵⁰ ; et [Ksa](#), un cratère de 30 km de large possédant un pic central et un plancher sombre⁵¹. *Cassini* met également en évidence des « [cratériformes](#) », des objets circulaires à la surface de Titan qui pourraient être liés à des impacts, mais qui ne possèdent pas certaines caractéristiques rendant leur identification certaine. Par exemple, un anneau de matériau clair de 90 km de diamètre nommé [Guabonito](#)⁵² pourrait être un cratère rempli de [sédiments](#) sombres.

D'autres zones similaires sont observées dans les régions sombres nommées [Shangri-la](#) et [Aaru](#). Des objets circulaires sont également observés par *Cassini* dans la région claire [Xanadu](#) lors du survol du 30 avril 2006⁵³.

Des modèles de trajectoires et d'angles d'impact réalisés avant la mission *Cassini* suggèrent que lors d'un impact avec la croûte d'eau glacée, une petite partie des éjectas aqueux reste à l'état liquide dans le cratère. Celle-ci pourrait demeurer à l'état liquide pendant plusieurs siècles, une durée suffisante pour la synthèse de molécules précurseurs à l'apparition de la vie⁵⁴. L'atmosphère de Titan pourrait également jouer un rôle de bouclier en divisant par deux le nombre d'impacts et donc de cratères à sa surface⁵⁵.



[Ksa](#) est l'un des cinq [cratères d'impact](#) formellement identifiés à la surface de Titan.

Cryovolcanisme et montagnes [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

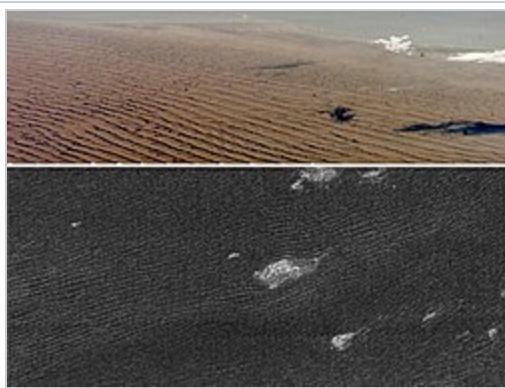
Titan est sujet au [cryovolcanisme](#). De l'[argon 40](#) détecté dans l'atmosphère indique que des volcans expulsent des panaches non pas de [lave](#) mais de liquides composés d'eau et d'ammoniac⁵⁶. *Cassini* ayant détecté des émissions de méthane provenant d'un cryovolcan, la communauté scientifique pense désormais que ce volcanisme est une source significative de la présence de méthane dans l'atmosphère^{33,57}. L'un des premiers objets observés par *Cassini*, [Ganesa Macula](#), ressemble à certains volcans de [Vénus](#) et est suspecté d'être d'origine [cryovolcanique](#)⁵⁸. La pression nécessaire pour alimenter les cryovolcans pourrait

être générée par la couche de glace externe de Titan. La glace, surplombant une couche de [sulfate d'ammonium](#) liquide, pourrait flotter vers le haut et ce système instable pourrait produire des épanchements brutaux. Des grains de glace et de la cendre de sulfate d'ammonium feraient surface de cette façon⁵⁹.

Une chaîne de montagnes mesurant 150 km de long, 30 km de large et 1,5 km de haut est découverte par Cassini en 2006. Cette chaîne, située dans l'[hémisphère sud](#), serait composée d'un matériau glacé recouvert d'une glace de méthane. Le mouvement des [plaques tectoniques](#), peut-être influencé par un bassin d'impact proche, pourrait avoir ouvert une brèche à travers laquelle le matériau a fait surface⁶⁰.

Les montagnes de Titan sont nommées suivant les noms fictifs donnés par [Tolkien](#) dans son univers littéraire fantastique.

Dunes [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

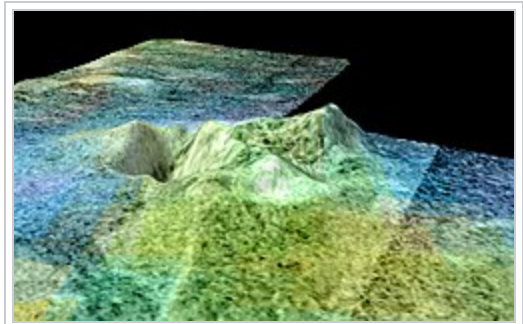


Dunes sur la Terre (en haut), comparées aux dunes à la surface de Titan (en bas).

Sur les premières images de la surface de Titan prises depuis la Terre au début des années 2000, de grandes régions sombres sont mises en évidence à cheval sur l'équateur⁶¹. Avant l'arrivée de *Cassini*, les chercheurs pensaient que ces régions étaient des mers de [matière organique](#), de bitume ou d'hydrocarbures liquides⁶². Les images radar prises par *Cassini* révèlent que certaines de ces régions sont en réalité de grandes plaines recouvertes de [dunes](#), certaines mesurant jusqu'à 330 mètres de hauteur⁶³. Des dunes de ce type seraient formées par des vents modérément variables qui soufflent dans une direction moyenne ou alternent entre deux directions distinctes. Dans le cas de Titan, des vents zonaux constants se combineraient avec des vents de marées variables⁶⁴.

Ces derniers résultent des [forces de marée](#) de Saturne sur l'atmosphère de Titan, lesquelles sont 400 fois plus importantes que celles de la Lune sur la Terre et tendent à orienter le vent vers l'équateur. Ces motifs de vent conduisent les dunes à se former sur de longues lignes parallèles orientées d'ouest en est. Ces dunes se brisent autour des montagnes, où la direction du vent change. Selon Athena Coustenis de l'[observatoire de Paris-Meudon](#), ces dunes seraient au contraire formées de poussières dont la densité est bien moindre que sur Terre, où les grains de sable sont formés de [dioxyde de silicium](#). Des vents réguliers de faible puissance suffiraient donc à mettre les sables titaniens en mouvement^[réf. nécessaire].

Le sable sur Titan pourrait s'être formé à la suite de l'écoulement du méthane liquide responsable de l'[érosion](#) du substrat de glace, peut-être sous la forme de crues. Il pourrait également provenir de solides organiques produits lors de [réactions photochimiques](#) dans l'atmosphère du satellite^{65, 63, 64}.

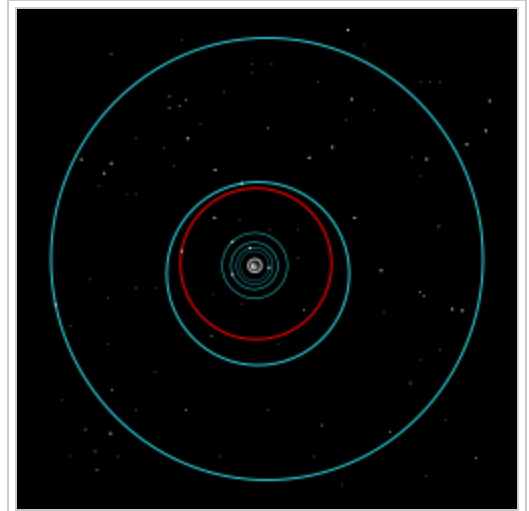


Doom Mons et *Sotra Patera* (*Sotra Facula*), montagne et potentiel cryovolcan sur Titan (en fausses couleurs et relief exagéré x10).

Orbite [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Titan parcourt son orbite autour de Saturne en 15 jours et 22 heures. Comme la [Lune](#) et de nombreux autres satellites des géantes gazeuses, sa [période orbitale](#) est identique à sa [période de rotation](#) : Titan est donc en [rotation synchrone](#) avec Saturne. Son [excentricité orbitale](#) atteint 0,0288 et son [inclinaison](#) 0,348° par rapport à l'équateur de Saturne⁶⁶. Titan est situé à 1,2 million de kilomètres de Saturne (soit 20 rayons saturniens). Il est le vingtième satellite confirmé en partant du centre de la planète, le sixième des sept satellites de la planète suffisamment grands pour posséder une forme sphérique (seul [Japet](#) est plus externe).

Les orbites de Titan et d'[Hypérion](#) — un petit [satellite irrégulier](#) — sont en [résonance](#) 3:4 : Titan effectue quatre orbites autour de Saturne quand Hypérion en accomplit trois. Sur la base des modèles de formation du système saturnien, Hypérion se serait probablement formé dans cet îlot de stabilité orbitale, Titan ayant absorbé ou éjecté les objets situés en dehors⁶⁷.



L'orbite de Titan (en rouge) parmi les autres lunes internes principales de Saturne.

Climat [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

La température à la surface de Titan est d'environ 94 K (−179 °C). À cette température, la glace d'eau ne se [sublime](#) pas et l'atmosphère est presque entièrement dénuée de [vapeur d'eau](#). Le brouillard de l'atmosphère contribue à un [contre-effet de serre](#) en réfléchissant la lumière du soleil : la surface de Titan est nettement plus froide que sa haute atmosphère⁶⁸. Les nuages de Titan, probablement composés de méthane, d'éthane et d'autres composés organiques simples, sont épars et variables et ponctuent l'ensemble du brouillard¹⁰. Ce méthane atmosphérique crée quant à lui un effet de serre sans lequel la surface de Titan serait encore plus froide⁶⁹. Les données de la sonde *Huygens* indiquent qu'il pleut périodiquement du méthane liquide, ainsi que d'autres composés organiques, depuis l'atmosphère jusqu'à la surface de la lune⁷⁰. En [octobre 2007](#), une augmentation de l'opacité apparente des nuages au-dessus de la région équatoriale de [Xanadu](#) est mesurée, suggérant une « bruine de méthane », bien qu'il n'y ait aucune preuve directe de pluies⁷¹.

Les simulations de la configuration globale des vents, fondées sur les données de la vitesse des vents prises par *Huygens* durant sa descente, ont suggéré que l'atmosphère de Titan circule dans une énorme et unique [cellule de Hadley](#). L'air chaud monte dans l'hémisphère sud de Titan (hémisphère qui était en « été » lors de la descente de Huygens) et descend dans l'[hémisphère nord](#). Cela entraîne un débit d'air de haute altitude du sud vers le nord, et un flux d'air à basse altitude du nord au sud. Une telle cellule de Hadley n'est possible que sur un système qui tourne lentement, ce qui est le cas de Titan²⁵. La circulation du vent de pôle à pôle semble être centrée sur la [stratosphère](#) ; les simulations suggèrent qu'ils changent tous les douze ans, avec une période de transition de trois ans, au cours de l'année de Titan (équivalente à 30 années terrestres)⁷². Cette cellule crée une bande globale de basse pression, ce qui correspond à une

variation de [zone de convergence intertropicale](#) terrestre (ZCIT).

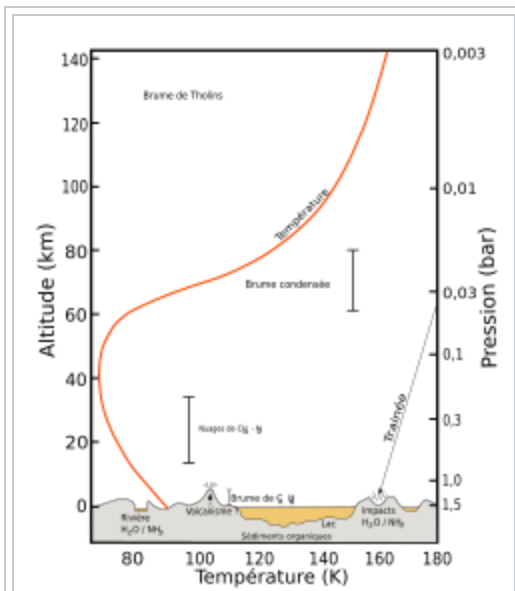
Contrairement à la Terre, cependant, où les océans limitent la ZCIT aux tropiques, sur Titan, la zone se déplace d'un pôle à l'autre, transportant avec elle des nuages chargés d'une pluie de méthane. Cela signifie que Titan, en dépit de ses températures glaciales, peut être considéré comme ayant un climat tropical⁷³.

Le nombre de lacs de méthane visibles près du pôle sud de Titan est nettement plus petit que le nombre observé à proximité du pôle nord. Quand le pôle Sud est en été et le nord en hiver, une hypothèse se dégage selon laquelle les pluies de méthane s'abattent sur les pôles en hiver et s'en évaporent en été⁷⁴.

Nuages [\[modifier \]](#) [\[modifier le code \]](#)

En septembre 2006, *Cassini* a pris une image d'un gros nuage à une altitude de 40 km au-dessus du pôle nord de Titan. Bien que le méthane soit connu pour se condenser dans l'atmosphère de Titan, le nuage serait plus probablement composé d'éthane, car les particules détectées mesuraient seulement de 1 à 3 µm, et que l'éthane pouvait aussi congeler à ces altitudes. En décembre 2006, *Cassini* a de nouveau observé la couverture nuageuse et détecté du méthane, de l'éthane et d'autres composés organiques. Le nuage mesurait plus de 2 400 km de diamètre, et était toujours visible au cours d'un survol suivant, un mois plus tard. Une hypothèse est qu'il pleut (ou, s'il fait suffisamment froid, qu'il neige) sur le pôle nord, les courants descendant à des latitudes septentrionales sont assez forts pour « souffler » les particules organiques sur la surface de la lune. Ce sont là les preuves les plus solides qui plaident pour la vieille hypothèse du cycle méthanologique (analogue au cycle hydrologique terrestre) sur Titan⁷⁵.

Les nuages ont également été trouvés dans le ciel titanien austral. Tout en couvrant généralement 1 % du disque de la lune, des explosions ont été observées dans la couverture nuageuse, qui s'étend alors rapidement à pas moins de 8 %. Une hypothèse conclut que les nuages se forment lors d'accroissement de la lumière du Soleil pendant l'été titanien, générant un soulèvement dans l'atmosphère, qui contribue à la [convection](#). Cette explication est compliquée par le fait que la formation des nuages a été observée, non seulement après le solstice d'été, mais également à la mi-printemps. L'augmentation du taux d'« humidité de méthane » au pôle sud contribue éventuellement à l'augmentation rapide de la taille des nuages⁷⁶. La période estivale sur Titan dure environ quinze ans dans chaque hémisphère, lorsque l'orbite de Saturne, qui régit le mouvement de la



Un graphique détaillant la température, la pression, et les autres aspects du climat de Titan. La brume atmosphérique diminue la température dans la basse atmosphère, tandis que le méthane fait monter la température à la surface. Les cryovolcans produisent des éruptions de méthane dans l'atmosphère, méthane qui retombe ensuite sous forme de pluies sur la surface, pour former des lacs.



Image en fausses couleurs d'un nuage au-dessus du pôle nord de Titan.

lune, les fait alternativement pencher vers le Soleil²⁵. Lors du changement de saison, l'éthane commence à se condenser au-dessus du pôle passant dans sa période hivernale⁷⁷.

Les modèles de recherche, qui sont étayés par les observations, suggèrent que des nuages titaniens se groupent sur des zones privilégiées, et que la couverture nuageuse varie, selon sa distance à la surface, sur les différents paysages du satellite. Dans les régions polaires (supérieures à 60° de [latitude](#)), des nuages d'éthane répandus et durables apparaissent dans et au-dessus de la [troposphère](#) ; à des latitudes inférieures, ce sont principalement des nuages de méthane qui se trouvent entre 15 et 18 km d'altitude, et sont plus sporadiques et localisés. Dans l'hémisphère d'été, des nuages de méthane sont fréquents et épais mais sporadiques, et semblent se regrouper autour de 40° de latitude⁷².

Les observations au sol révèlent aussi des variations saisonnières de la couverture nuageuse. Au cours de l'orbite de trente ans de Saturne, les systèmes nuageux de Titan semblent se manifester pendant vingt-cinq ans, puis se dissiper durant les quatre à cinq années suivantes, avant de réapparaître⁷⁵.

Conditions prébiotiques et possible vie [[modifier](#)]

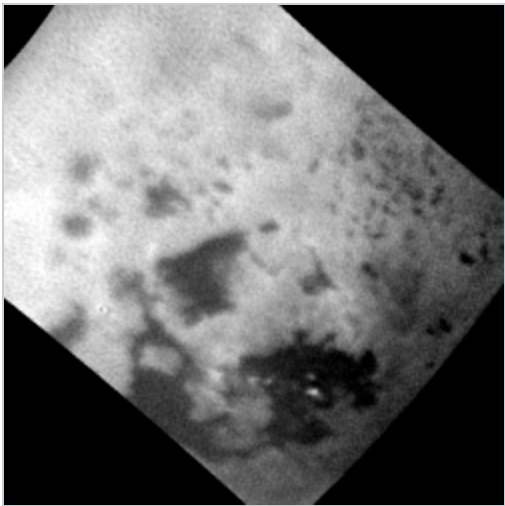
[modifier le code](#)]

Article détaillé : [Vie sur Titan](#).

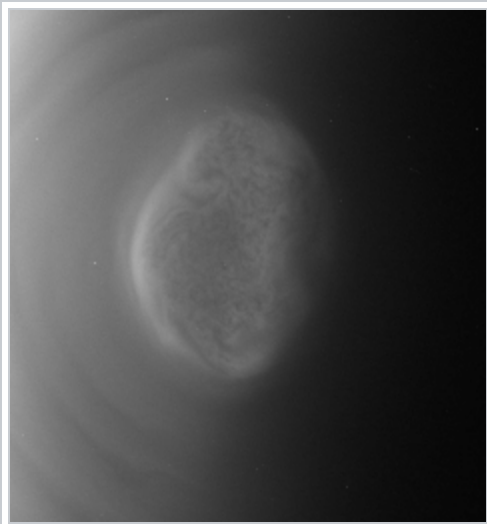
La composition actuelle de l'[atmosphère de Titan](#) semble assez proche de l'hypothèse faite pour celle de l'[atmosphère](#) primitive de la Terre, c'est-à-dire avant que les premiers organismes vivants aient commencé à libérer de l'[oxygène](#). La présence, au sein de l'atmosphère de Titan, de [molécules organiques](#) complexes identiques à celles qui pourraient être à l'origine de l'[apparition de la vie sur Terre](#), fait de Titan un objet d'étude très intéressant pour les [exobiologistes](#).

L'[expérience de Miller-Urey](#) et d'autres expériences ultérieures démontrent qu'il est possible de produire des molécules complexes et des polymères, comme les [tholins](#), à partir d'une atmosphère similaire à celle de Titan soumise à un rayonnement [ultraviolet](#). Les réactions débutent par la [dissociation](#) de l'azote et du méthane, formant du [cyanure d'hydrogène](#) et de l'[acétylène](#). Des réactions ultérieures sont le sujet de nombreuses études⁷⁸.

Toutes ces expériences suggèrent qu'il existe suffisamment de matériau organique sur Titan pour amorcer une évolution chimique analogue à celle qui s'est produite sur Terre. Cette analogie suppose la présence d'eau liquide sur de plus longues périodes que ce qui est actuellement observé, mais plusieurs théories avancent que de l'eau liquide provenant d'un impact pourrait être préservée sous une couche isolante de



Nuages de méthane, animation juillet 2014.



Film du vortex au pôle sud de Titan.

glace⁷⁹. Des océans d'ammoniac liquide pourraient également exister sous la surface^{8,80} ; un modèle suggère une couche d'eau et d'ammoniac située à 200 km de profondeur sous la croûte, des conditions qui « semblent extrêmes du point de vue terrestre, mais telles que la vie pourrait y survivre »⁹. Les **transferts de chaleur** entre l'intérieur et les couches externes sont critiques dans le maintien d'une vie dans un tel océan⁸.

La détection d'une **vie microbienne** sur Titan dépend de ses effets **biogéniques** : par exemple, une origine biologique du méthane et de l'azote de l'atmosphère peut être prise en compte⁹. L'hydrogène est cité comme une molécule capable d'indiquer l'existence de vie sur Titan : si une forme de vie produisant du méthane consomme de l'hydrogène en volume suffisant, elle aura un effet mesurable sur leur concentration dans la **troposphère**⁸¹.

Malgré ces possibilités, l'analogie avec la Terre est inexacte. À cette distance du Soleil, Titan est glaciale (un effet accru par l'anti-effet de serre de sa couverture nuageuse), et son atmosphère est dépourvue de **dioxyde de carbone**, qui est gelé dans le sol, mélangé à la glace d'eau. Par contre, le **méthane** peut faire un effet de serre, mais seulement sur les bandes spectrales du rayonnement thermique émis à ces températures très basses. Du fait de ces contraintes, le sujet de la vie sur Titan est sans doute mieux décrit comme une expérience permettant de tester les théories traitant des conditions nécessaires précédant le développement de la vie sur Terre⁸². Même si la vie n'y existe pas, les conditions prébiotiques de l'environnement de Titan et la possible présence d'une **chimie organique** restent d'un grand intérêt dans la compréhension de l'histoire primitive de la biosphère terrestre⁸³.

Historique [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Découverte [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Titan est découvert le 25 mars 1655 par l'**astronome** néerlandais **Christian Huygens**, inspiré par la découverte des quatre **satellites de Jupiter** par **Galilée** en 1610 à l'aide d'un **télescope**. La chance a été de son côté car il l'a observé au moment où l'anneau était sur le point de se cacher. Mais il serait injuste d'attribuer à la chance tout le mérite de l'observation de Huygens. Lorsqu'il était adolescent, d'autres astronomes avaient déjà repéré ce point lumineux près de Saturne, mais l'avaient confondu avec une étoile. Huygens a suivi avec ténacité la trajectoire du point autour de la planète (il alla jusqu'à enregistrer 68 cycles pendant quatre ans) pour fixer sa période avec précision^{n 1}. Il contribue lui-même à certaines avancées dans le domaine des télescopes et découvre Titan alors qu'il cherche à étudier les anneaux de Saturne dont la nature n'est, à cette époque, pas encore connue⁸⁵. Il publie sa découverte la même année dans l'ouvrage *De Saturni Luna Observatio Nova*.



Christian Huygens, découvreur de Titan en 1655.

Nom [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Huygens nomme sa découverte simplement *Saturni Luna* (ou *Luna Saturni*), nom latin qui signifie « lune de Saturne ». Lorsque [Jean-Dominique Cassini](#) découvre quatre autres satellites de Saturne entre 1673 et 1686, les astronomes prennent l’habitude d’appeler les cinq corps de Saturne I à Saturne V, Titan recevant le plus souvent le numéro quatre. Titan est officiellement numéroté « Saturne IV » lorsque la numérotation est figée après 1789. Ce n’est qu’en 1847 que [John Herschel](#), fils de [William Herschel](#) (découvreur de [Mimas](#) et [Encelade](#) en 1789), propose que les désignations numériques soient remplacées par les noms de [Titans](#), frères et sœurs de [Cronos](#) (équivalent de [Saturne](#) dans la mythologie grecque)⁸⁶.

Observation [modifier | modifier le code]

Titan n’est jamais visible à l’[œil nu](#), mais peut être observé à l’aide de petits télescopes ou de bonnes jumelles. Son observation en amateur est difficile à cause de la proximité du globe de Saturne et du système annulaire. C’est pourquoi les observations du satellite sont peu nombreuses avant l’âge spatial. En 1907, l’astronome espagnol [Josep Comas i Solá](#) annonce qu’il a observé un assombrissement des bords du disque de Titan et deux zones blanches et rondes en son centre. En 1940, [Gerard Kuiper](#) déduit que Titan possède une atmosphère⁸⁷.

Exploration [modifier | modifier le code]

La première sonde à visiter Saturne est *[Pioneer 11](#)* en [1979](#). Elle permet de déterminer que Titan était probablement trop froid pour héberger toute forme de vie⁸⁸. L’engin prend les premières photos de la lune, mais celles-ci sont de faible qualité. Le premier plan rapproché de Titan est pris le 2 septembre 1979⁸⁹.

Titan est ensuite approché par *[Voyager 1](#)* en [1980](#) et *[Voyager 2](#)* en [1981](#). La trajectoire de *Voyager 1* est modifiée pour passer plus près de la lune, mais la sonde ne possède aucun instrument capable de voir à travers l’atmosphère du satellite, une caractéristique non envisagée lors de la réalisation de la sonde. Plusieurs années après, un traitement intensif des images prises par *Voyager 1* à l’aide de son filtre orange suggère l’existence des régions claires et sombres désormais connues sous le nom de [Xanadu](#) et [Shangri-la](#)⁹⁰ mais, à ce moment-là, elles ont déjà été observées dans l’infrarouge par le télescope spatial *[Hubble](#)*. *Voyager 2* ne passe pas à proximité de Titan. L’équipe responsable de la sonde a la possibilité de la placer soit sur une trajectoire l’amenant près du satellite, soit dans la direction d’[Uranus](#) et [Neptune](#). Du fait de l’expérience de *Voyager 1*, la deuxième option est choisie.

Cassini–Huygens [modifier | modifier le code]

Article détaillé : [Cassini-Huygens : Atterrissage sur Titan](#).

Titan a été l’un des objectifs principaux de la [mission Cassini-Huygens](#), la première à être spécialement consacrée à l’exploration de Saturne et de son environnement. La mission est composée de deux parties distinctes : l’orbiteur *[Cassini](#)*, développé par la [NASA](#), et le module d’exploration *[Huygens](#)*, développé par l’[ESA](#). Lancée en octobre 1997, elle a atteint le système saturnien le [1^{er} juillet 2004](#).

Cassini, qui a étudié plusieurs [satellites de Saturne](#), survole Titan et étudie l’astre au cours de passages rapprochés (*fly-by*), à l’aide principalement des instruments [RADAR](#) et [VIMS](#). Le 26 octobre 2004, la sonde

prend des photographies en haute résolution de la surface de la lune, à seulement 1 200 km de distance, permettant de discerner des zones claires et sombres invisibles depuis la Terre. Le 22 juillet 2006, *Cassini* commence le premier d'une série de plusieurs survols de Titan, tous à seulement 950 km du satellite. Des zones liquides sont supposément détectées près du pôle nord, après le seizième passage, sous la forme de plus de soixante-quinze lacs de méthane⁴³. En avril 2009, des mesures de *Cassini* indiquent que Titan n'est pas complètement sphérique, mais de forme ovale car aplati aux pôles. Cette observation est compatible avec la présence d'un océan de méthane liquide sous sa surface⁹¹. Mais une étude publiée en décembre 2009 propose au contraire l'existence d'un océan d'eau liquide avec une solution d'ammoniac, sous une couche de glace de quelques dizaines de kilomètres d'épaisseur⁹².

Le module *Huygens*, destiné à l'étude de l'[atmosphère de Titan](#), se pose sans encombre, le 14 janvier 2005, à la surface de la lune saturnienne. Titan est ainsi devenu le cinquième astre sur lequel l'homme a réussi à faire atterrir un [engin spatial](#), après la [Lune](#), [Vénus](#), [Mars](#) et l'[astéroïde Eros](#). Titan est aussi le premier corps du [Système solaire](#) lointain (au-delà de la [ceinture d'astéroïdes](#)) et le premier satellite d'une autre planète que la Terre sur lequel un objet terrestre se soit posé.

Huygens est entièrement consacré à l'étude de l'atmosphère et de la surface du satellite. Il fournit de nombreuses informations au cours de sa descente dans l'atmosphère et, une fois au sol, permet de découvrir que de nombreuses zones de la surface semblent avoir été formées par l'écoulement de liquides par le passé⁹³.

Prochaine mission : *Dragonfly* [\[modifier \]](#) [\[modifier le code \]](#)

La prochaine mission qui doit explorer Titan est *Dragonfly*, sonde dont le lancement est prévu en juillet 2028 pour une arrivée sur place en 2034⁹⁴.

Dragonfly a été sélectionnée en tant que quatrième mission du [programme New Frontiers](#) : ce programme de l'[agence spatiale](#) américaine, la [NASA](#), regroupe des missions d'exploration du Système solaire dont le coût est plafonné à un milliard de dollars⁹⁵. *Dragonfly* tire parti de la gravité de Titan, largement inférieure à celle de la Terre (13,8 %), et de [son atmosphère](#) quatre fois plus épaisse. Ces deux caractéristiques sont

favorables à la mise en œuvre d'un engin volant. *Dragonfly* est ainsi un drone hélicoptère de 450 kg comportant quatre rotors d'un mètre de diamètre. Il est capable d'effectuer de courts vols en pilotage automatique d'environ huit kilomètres avant de se poser pour recharger ses batteries à l'aide d'un [générateur thermoélectrique à radioisotope](#) embarqué. Durant la phase de vol (à une vitesse de 36 km/h et une altitude plafonnée à 4 km), le drone analyse la composition de l'atmosphère et établit le profil vertical de celle-ci. Lorsqu'il est au sol, il étudie la composition des matériaux organiques et des glaces de la surface en utilisant un [spectromètre de masse](#) et un [spectromètre gamma](#) à neutrons actifs. Le drone dispose également d'instruments pour étudier la météorologie et effectuer des études sismiques^{96,97}.

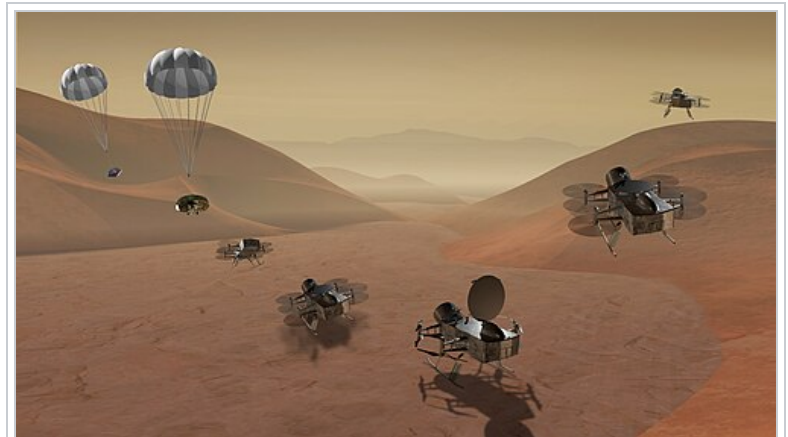


Schéma présentant le déroulement de la mission de *Dragonfly*.

La mission primaire de l'[aérobot](#) doit durer 2,7 années, au cours desquelles il devrait parcourir environ 175 kilomètres. Il doit atterrir dans le [champ de dunes de Shangri-La](#) et étudier notamment le [cratère d'impact](#) de [Selk](#) pour tenter d'identifier la présence passée d'eau sous forme liquide, d'éléments organiques et de l'énergie qui auraient pu permettre l'[apparition de la vie](#). L'objectif scientifique principal est de mesurer la composition des matériaux dans différents terrains géologiques afin de déterminer comment la chimie prébiotique a évolué dans un environnement qui permet de disposer des éléments clés pour l'apparition de la vie : [pyrimidines](#) et [acides aminés](#)⁹⁸.

Autres projets passés ou futurs [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

La [NASA](#) et l'[ESA](#) se sont regroupées pour élaborer en 2007 une mission à destination de Titan qui prendrait la suite de Cassini : la [Titan Saturn System Mission \(TSSM\)](#). Cette mission, beaucoup plus ambitieuse que Cassini-Huygens, devait comporter trois parties : un orbiteur, une montgolfière et une sonde au sol. Le départ était prévu pour 2020, avec une arrivée à destination vers 2030. Le projet a été abandonné en 2009⁹⁹.

La mission [Titan Mare Explorer](#) est proposée en 2011 dans le cadre du [programme Discovery](#) de la [NASA](#). La sonde spatiale devait se poser à la surface de l'un des plus grands [lacs de Titan](#), [Ligeia Mare](#) (superficie 100 000 km²) pour étudier ses caractéristiques et le cycle du méthane¹⁰⁰. La mission fait partie des trois finalistes, mais c'est finalement la mission *InSight* qui est retenue¹⁰¹.

En 2015, dans le cadre du programme [NIAC](#) de la NASA, un projet de sous-marin est proposé pour explorer [Kraken Mare](#)¹⁰².

Titan dans la fiction [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Dans le roman [Les Joueurs de Titan](#) de [Phillip K. Dick](#), paru en 1963, des extra-terrestres venus de Titan prennent le contrôle de la Terre pour y instaurer un modèle socio-économique fondé sur un jeu de hasard. Une partie du roman se déroule à la surface de la lune saturnienne, dont la description diffère de la réalité, le livre ayant été écrit bien avant l'étude du satellite par la mission *Cassini-Huygens*, alors que Titan était encore un monde très mystérieux dont les nuages n'avaient jamais pu être percés, et commençait à intéresser les astronomes et le grand public.

Dans le roman de science-fiction *Titan* de [John Varley](#), publié en 1979, une expédition scientifique découvre un satellite artificiel en orbite autour de Saturne.

Dans le roman de [science-fiction dure](#) de l'auteur britannique [Stephen Baxter](#) *Titan*, paru en 1997, une mission habitée voyage vers la lune énigmatique de Saturne, qui possède une atmosphère riche et des conditions favorables à la vie organique.

Dead Space 2, sorti en 2011, se déroule en 2511, trois ans après les événements de *Dead Space*. L'action se déroule sur *La Méduse*, une station spatiale construite par le Gouvernement terrestre sur les vestiges de Titan, à une époque où l'humanité a survécu à une quasi-extinction due à l'épuisement des ressources par l'exploitation minière d'autres planètes.

Dans le film *Oblivion* de [Joseph Kosinski](#), sorti en salles en 2013, la population terrienne se serait réfugiée sur Titan à la suite de l'invasion de la Terre par des êtres extraterrestres.

Dans la bande dessinée de science fiction *Shangri-La* de [Mathieu Bablet](#), publiée en 2016, qui se déroule dans un futur éloigné, la société Tianzhu Enterprises [terraforme](#) la lune Titan et crée une nouvelle espèce d'être humain particulièrement résistante, adaptée et destinée à vivre sur le satellite.

Dans le roman *Sister-ship*, d'[Élisabeth Filhol](#), publié en 2024, une expédition habitée est envoyée vers Titan pour y mettre à l'abri le [patrimoine génétique](#) d'un million d'espèces animales et végétales¹⁰³.

Dans l'[univers Marvel](#), monde imaginaire dans lequel se passe l'action de la plupart des [comics](#) publiés par [Marvel Comics](#), Titan est la base d'opérations de l'une des branches des [Éternels](#), une des ramifications de l'humanité. Établis tout d'abord sur Terre, certains de ses représentants sont partis pour [Uranus](#) à la suite d'une guerre civile divisant leur peuple. Après la quasi-annihilation de ses représentants par les [Krees](#), les survivants sont partis sur la lune de Saturne pour y trouver refuge. Ses représentants les plus célèbres sont [Kronos](#), considéré par les hommes comme le dieu du Temps, et [Thanos](#), le plus puissant des Éternels de Titan.

Notes et références

[[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Notes

[[modifier](#) | [modifier le code](#)]

1.
- ↑ Ainsi il ne masquait pas les abords de la planète par un excès de lumière qui aurait rendu le satellite indétectable. Les huit premières lunes de Saturne furent découvertes à des moments similaires, qui correspondent à ce qu'on appelle le « croisement du plan de l'anneau ». Le disque se présente alors de chant, c.a.d. sous son aspect le plus étroit, et sa grande surface ne réfléchit pas la lumière solaire vers la Terre. Les croisements sont brefs et ne réapparaissent que tous les quatorze ans⁸⁴.

Références

[[modifier](#) | [modifier le code](#)]

1.
- ↑ ^{a b c d e} **(en)** « Planetary Satellite Mean Orbital Parameters » [[archive](#)] », Jet Propulsion Laboratory - Solar System Dynamics (consulté le 11 avril 2008).
2.
- ↑ ^{a e t b} Donnée calculée sur la base d'autres paramètres.
3.
- ↑ ^{a b c e t d} **(en)** « Planetary Satellite Physical Parameters » [[archive](#)] », Jet Propulsion Laboratory - Solar System Dynamics (consulté le 11 avril 2008).
4.
- ↑ **(en)** Jacobson, R. A.; Antreasian, P. G.; Bordi, J. J.; Criddle, K. E.; Ionasescu, R.; Jones, J. B.; Mackenzie, R. A.; Meek, M. C.; Parcher, D.; Pelletier, F. J.; Owen, W. M., Jr.; Roth, D. C.; Roundhill, I. M.; Stauch, J. R., « The gravity field of the saturnian system from satellite observations and spacecraft tracking data », *The Astronomical Journal*, vol. 132, n^o 6,‎ décembre 2006, p. 2520–2526 (DOI [10.1086/508812](#), résumé [[archive](#)]).
5.
- ↑ **(en)** Mitri, Giuseppe; Showman, Adam P.; Lunine, Jonathan I.; Lorenz, Ralph D., « Hydrocarbon lakes on Titan », *Icarus*, vol. 186,‎ février 2007, p. 385–394 (DOI [10.1016/j.icarus.2006.09.004](#), résumé [[archive](#)]).
6.
- ↑ ^{a e t b} **(en)** Niemann, H. B.; Atreya, S. K.; Bauer, S. J.; Carignan, G. R.; Demick, J. E.; Frost, R. L.; Gautier, D.; Haberman, J. A.; Harpold, D. N.; Hunten, D. M.; Israel, G.; Lunine, J. I.; Kasprzak, W. T.; Owen, T. C.; Paulkovich, M.; Raulin, F.; Raaen, E.; Way, S. H., « The abundances of constituents of Titan's atmosphere from the GCMS instrument on the Huygens probe », *Nature*, vol. 438,‎ décembre 2005, p. 779-784 (DOI [10.1038/nature04122](#), résumé [[archive](#)]).

- ↑ (en) « Huygens Discovers Luna Saturni » [archive] », sur *Astronomy Picture of the Day*, NASA (consulté le 11 avril 2008).
- ↑ a b c (en) Grasset O., Sotin C., Deschamps, F., « On the internal structure and dynamic of Titan », *Planetary and Space Science*, vol. 48, n^{os} 7-8, 2000, p. 617–636 (DOI 10.1016/S0032-0633(00)00039-8, résumé [archive]).

Voir aussi [modifier | modifier le code]

Bibliographie [modifier | modifier le code]

👉 : document utilisé comme source pour la rédaction de cet article.

Sur les autres projets Wikimedia :

Titan (lune), sur Wikimedia Commons

- (en) Ralph Lorenz et Jacqueline Mitton, *Titan Unveiled : Saturn's Mysterious Moon Explored*, Princeton University Press, 2010, 275 p. (ISBN 978-0-691-14633-1). 👉
- (en) R. M. C. Lopes, S. D. Wall, C. Elachi, S. P. D. Birch, P. Corlies *et al.*, « Titan as Revealed by the Cassini Radar », *Space Science Reviews*, vol. 215, n^o 4, juin 2019, article n^o 33 (DOI 10.1007/s11214-019-0598-6). 👉

Articles connexes [modifier | modifier le code]

- Saturne
- Satellites naturels de Saturne
- Colonisation de Titan
- Huygens (sonde spatiale)
- Liste des formations géologiques de Titan

Liens externes [modifier | modifier le code]

- « A l'attaque de Titan » [archive], *La Méthode scientifique*, France Culture, 11 mai 2021.
- Jean-Pierre Lebreton (responsable scientifique à l’ESA de la mission Cassini-Huygens), « Sous les brumes de Titan » (audio) [archive], podcasts de *Ciel et Espace* radio.
- (en) « Titan Profile » [archive], NASA’s Solar System Exploration (consulté le 11 avril 2008)
- (en) C. J. Hamilton, « Titan - Saturn IV » [archive], Solar View (consulté le 11 avril 2008)
- (en) « Saturn’s moon Titan » [archive], The Planetary Society (consulté le 11 avril 2008)
- USGS Planetary Nomenclature – Titan [archive] [PDF], carte radar de Titan, méridien 0° à droite.
- USGS Planetary Nomenclature – Titan [archive] [PDF], carte optique de Titan, méridien 0° au centre.
- Titan : une lune bien mystérieuse [archive], L’Internaute Sciences, avec galerie de photos, août 2010.
- « Sur Titan, les rivières coulent comme sur Terre » [archive], *Avec sciences*, France Culture, 20 mai 2025.

Astronomy Picture Of the Day (APOD) [modifier | modifier le code]

- (fr+en) « Mystic Mountain Monster being Destroyed » [archive], sur *Astronomy Picture of the Day*, NASA, 30 avril 2026 (consulté le 30 avril 2026) (traduction/adaptation française [archive]).
- (fr+en) « Seeing Titan » [archive], sur *Astronomy Picture of the Day*, NASA, 2 mai 2026 (consulté le 2 mai 2026) (traduction/adaptation française [archive]).

- Ressource relative à la bande dessinée ✎ : *Comic Vine*
- Notices dans des dictionnaires ou encyclopédies généralistes ✎ : *Britannica* [archive] • *Gran Enciclopèdia Catalana* [archive] • *Store norske leksikon* [archive]
- Notices d'autorité ✎ : VIAF • BnF (données) • LCCN • GND • Israël • Tchéquie

v · m	Titan	[afficher]
v · m	Système saturnien	[afficher]


[Portail de l'origine et de l'évolution du vivant](#)

[Portail de la planète Saturne](#)

Cet article est reconnu comme « [article de qualité](#) » depuis sa [version du 1 juin 2009](#) ([comparer avec la version actuelle](#)).

Pour toute information complémentaire, consulter sa [page de discussion](#) et le [vote l'ayant promu](#).

Catégories : Titan | Objet céleste découvert en 1655 | Objet céleste visité par un atterrisseur
| Objet céleste visité par un orbiteur | Eau liquide dans l'Univers ^[+]

La dernière modification de cette page a été faite le 18 juin 2026 à 12:59. La page a été rendue avec [Parsoid](#).

Droit d'auteur : les textes sont disponibles sous [licence Creative Commons attribution, partage dans les mêmes conditions](#) ; d'autres conditions peuvent s'appliquer. Voyez les [conditions d'utilisation](#) pour plus de détails, ainsi que les [crédits graphiques](#). En cas de réutilisation des textes de cette page, voyez [comment citer les auteurs et mentionner la licence](#).

Wikipedia® est une marque déposée de la [Wikimedia Foundation, Inc.](#), organisation de bienfaisance régie par le paragraphe 501(c)(3) du code fiscal des États-Unis.

[Politique de confidentialité](#) [À propos de Wikipédia](#) [Avertissements](#) [Contact](#) [Contacts juridiques & sécurité](#) [Code de conduite](#)

[Développeurs](#) [Statistiques](#) [Déclaration sur les témoins \(cookies\)](#) [Version mobile](#)

--	--