

## ► La bonne fauchée

### Sources

#### The lakes of Titan

Stofan, E. R., Elachi C., Lunine J. I., Lorenz R. D., Stiles B., Mitchell K. L., Ostro S., Soderblom L., Wood C., Zebker H., Wall S., Janssen M., Kirk R., Lopez R., Paganelli F., Radebaugh J., Wye L., Anderson Y., Allison M., Boehmer R., Callahan P., Encrenaz P., Flamini E., Francescetti G., Gim Y., Hamilton G., Hensley S., Johnson W. T. K., Kelleher K., Muhleman D., Paillou P., Picardi G., Posa F., Roth L., Seu R., Shaffer S., Vetrella S., West R., *Nature Letters*, vol. 445, pp 61-64, 4 january 2007

#### Titan's lost seas found

Sotin C. *Nature News & Views*, vol. 445, pp 29-30, 4 january 2007

### Notes

#### Saturne :

La sixième planète du système solaire est une géante gazeuse, d'une masse équivalant à 95 fois la masse terrestre et située sur une orbite distante en moyenne de 1,5 milliards de km du Soleil. Cette planète est entourée d'anneaux dans son plan équatorial. A ce jour, plus de 56 satellites naturels ont été identifiés en orbite autour d'elle.

#### L'atmosphère de Titan :

D'une épaisseur de 1 400 km, l'atmosphère de Titan crée une pression au sol d'environ 1,5 bar. Elle est constituée de 90% à 98% d'azote moléculaire (N<sub>2</sub>) et de quelques pourcents de méthane (CH<sub>4</sub>). De l'argon, de l'hydrogène et du néon ont été identifiés ainsi que des traces d'éthane (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), d'acétylène (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), d'éthylène (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), d'acide cyanhydrique (HCN) ou de cyanogène (C<sub>2</sub>N<sub>2</sub>). Les hautes couches sont le siège de réactions chimiques complexes en provenance du Soleil et de Saturne.

Titan, le plus gros satellite de [Saturne](#), est entouré d'une [atmosphère](#) opaque aux longueurs d'onde visibles et à presque toutes les longueurs d'ondes infrarouges, ce qui rend sa surface difficilement accessible aux télescopes terrestres ou spatiaux.

La sonde [Cassini](#), qui survole régulièrement Titan, dispose d'un radar capable de sonder la surface à travers l'épaisse brume qui l'entoure. Le radar émet une onde radio à 13,78 Ghz (2,17 cm de longueur d'onde) puis détecte le faisceau réfléchi dont il mesure la durée du trajet aller-retour et d'autres caractéristiques (voir encadré). Cette valeur, ainsi que l'affaiblissement de l'intensité du faisceau réfléchi dépendent respectivement du relief, de la rugosité et des propriétés électriques du terrain balayé. Emis vers la surface avec une incidence variant de 15 à 35° aucun rayonnement n'est réfléchi vers le radar quand le faisceau rencontre une zone lisse. Cela se traduit par une tâche sombre. Inversement, une surface accidentée, rugueuse ou irrégulière renvoie toujours une partie du faisceau vers le radar et apparaît ainsi plus ou moins brillante.

Lors du survol de Titan, le 22 juillet 2006, le radar a balayé, à une altitude moyenne de 950 km, une région proche du Pôle Nord avec une résolution variant de 300 à 1 200 m par pixel.

La [fauchée](#), d'une longueur de 6 130 km sur une largeur de 250 km, s'étend des latitudes septentrionales moyennes jusqu'à une latitude de 83° N. Entre 70° N et 83° N plus de 75 zones sombres ont été identifiées. Ces structures, de formes irrégulières, dont la plus grande dimension varie entre 3 et 70 km, sont associées à des chenaux et à des dépressions topographiques. Leur morphologie rappelle fortement les lacs terrestres. Ces zones pourraient bien correspondre aux premiers lacs extra-terrestres observés avec une telle précision.

Les données révèlent les particularités des structures observées. Quinze structures sont entourées de bords très escarpés. Se fondant sur la récente découverte de [caldeiras cryo-volcaniques](#) sur Titan, les auteurs émettent l'hypothèse, par comparaison avec certains lacs terrestres, que celles-ci pourraient être à l'origine de ces dépressions. Le « liquide » de remplissage proviendrait de résurgences de méthane liquide issu de nappes souterraines.

D'autres structures présentent des berges découpées, beaucoup moins abruptes ; elles sont associées à un réseau de drainage évoquant un remplissage par ruissellement. La trace des berges ne suit pas toujours les contours de la tâche sombre indiquant que certains lacs auraient pu avoir un niveau plus élevé. Pour plusieurs des structures identifiées, les propriétés de la surface sont similaires à celles du terrain environnant ; il s'agirait de lacs asséchés. Les différents niveaux de remplissage indiqueraient que dans

## ► Du méthane comme s'il en pleuvait !

### Notes

**La mission Cassini/Huygens :**  
Lancée en 1997, c'est la première mission spatiale entièrement consacrée à l'exploration de Saturne et de son plus gros satellite Titan. Elle est menée par la NASA, l'ESA et l'ASI (Agence Spatiale Italienne). La sonde Huygens s'est séparée de Cassini le 24 Décembre 2004 et a touché la surface de Titan le 14 janvier 2005. La sonde Cassini poursuit son exploration de Saturne et de ses satellites.

### Fauchée :

Terme donnée à la bande de terrain couverte par un radar placé sur un satellite ou un avion lors de son passage.

### Caldeira :

Dépression de grande dimension et de forme circulaire, qui résulte de l'effondrement de la partie centrale d'un volcan.

### Cryo-volcanisme :

Ensemble des phénomènes qui conduisent à des remontées de glace moins dense à travers les banquises glacées. Ce phénomène a été observé sur Titan.

### Année :

Durée mise par une planète pour effectuer une révolution complète autour du Soleil. Pour Saturne, cette durée est de 29 ans et 165 jours terrestres. La position relative de la planète par rapport au Soleil et de son axe de rotation par rapport au plan de l'orbite détermine le cycle des saisons planétaires ainsi que celui de Titan.

cette région de Titan, sur des échelles de temps encore inconnues, le méthane peut s'évaporer. Enfin quelques structures sont très sinueuses et ressemblent à des vallées fluviales inondées.

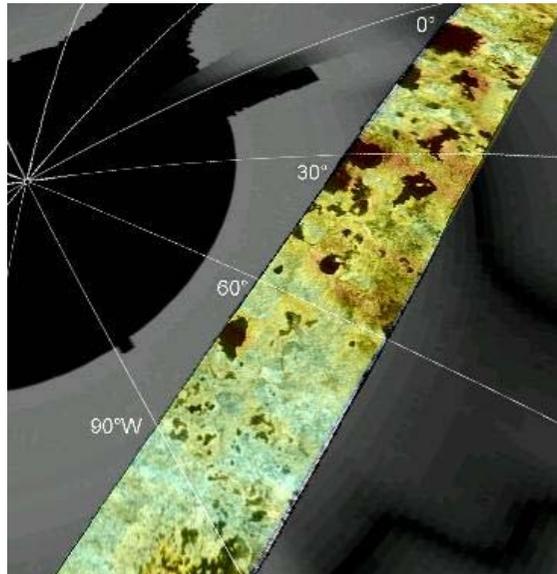


Fig. 1 : Vue du pôle nord de Titan avec une partie de la fauchée radar T16 montrant les lacs. (copyright NASA/JPL, Cassini Radar Team, F. Paganelli).

La présence d'étendues de méthane liquide est supposée depuis longtemps. Le méthane est, en effet, un des rares composés stable à l'état liquide à la surface de Titan. Ce composé est abondant dans l'épaisse atmosphère de Titan. Cette hypothèse est confortée par l'analyse fine des paramètres des données radars correspondant aux zones sombres. Les paramètres de l'onde radar réfléchi, notamment selon les travaux de modélisation de Philippe Paillou, correspondent tous à une surface lisse composée d'un matériau semblable à un hydrocarbure, par exemple, un mélange d'éthane et de méthane.

L'éventualité du remplissage des dépressions par des pluies de méthane implique l'existence d'un cycle « méthanologique » actif de ce composé à la surface et dans l'atmosphère de Titan, similaire au cycle évaporation/condensation de l'eau sur Terre. L'énorme nuage contenant de l'éthane et du méthane, découvert récemment avec le spectromètre infrarouge de Cassini au dessus du Pôle Nord de Titan, pourrait alimenter les lacs décrits dans cet article. L'existence d'un tel cycle est compatible avec la présence de nappes souterraines de méthane liquide.

Ainsi, plusieurs cycles du méthane cohabiteraient avec des échelles de temps différentes. Un cycle court, saisonnier de 29 [années](#) terrestres, corres-

► Court ou long, tout est dans le cycle

**Contacts chercheurs**

Pierre Encrenaz  
Observatoire de Paris  
Meudon

[pierre.encrenaz@obspm.fr](mailto:pierre.encrenaz@obspm.fr)

Pierre Paillou  
Observatoire Aquitain des  
Sciences de l'Univers (UMR  
5804)  
Floirac

[philippe.paillou@obs.u-bordeaux1.fr](mailto:philippe.paillou@obs.u-bordeaux1.fr)

+ sur le web

[Site de l'Observatoire de Paris](#)

[Site de l'Observatoire Aquitain  
des Sciences de l'Univers](#)

[Site du Jet Propulsion  
Laboratory sur Titan](#)

[Titan, quand les volcans  
restent de glace](#)

[Site sur la technologie radar](#)

+ sur le CNES

[Site Internet du CNES](#)

[Site Internet des missions  
scientifiques](#)

pondrait au cycle évaporation/condensation du méthane. Actuellement, le Pôle Nord étant en saison hivernale, les lacs seraient en extension, ils rétréciraient en été. Cette hypothèse pourra être vérifiée lors des prochaines acquisitions du radar de Cassini dans cette région. Des cycles beaucoup plus longs, s'étendant sur des milliers ou des millions d'années, impliqueraient, entre autres, l'activité cryo-volcanique de Titan, et expliqueraient pourquoi son atmosphère est continuellement enrichie en méthane, alors que celui-ci est détruit en permanence à haute altitude par les rayonnements ultraviolets du Soleil.

La sonde Cassini ne cesse de nous révéler le monde complexe de Titan, Lors de son dernier passage le 22 février 2007, Cassini a trouvé des lacs encore plus grands, de véritables mers. Comme le souligne Christophe Sotin dans l'analyse de cet article, « nous connaissons à ce jour un seul corps planétaire plus complexe et actif que Titan ; il s'agit de la Terre ».

**Le Radar de Cassini**

Grâce à l'antenne à grand gain de Cassini, le Radar émet un signal radio modulé à une fréquence de 13,78 GHz (Giga-Hertz) en direction de Titan et collecte la fraction de ce signal réfléchi par la surface. Selon le mode d'utilisation l'instrument fournit une image, une information d'altitude ou de propriété de rétro-diffusion.



Dans le mode imagerie (SAR-Synthetic Aperture Radar Imager), le radar observe chaque point à différentes incidences, et enregistre la durée aller-retour des signaux. A partir de cette mesure, une image de « réflectivité » de la surface est reconstruite. Le radar de Cassini est capable d'émettre simultanément un signal sous 5 incidences différentes améliorant ainsi la résolution qui varie entre 350 et 1 700m. Utilisé comme altimètre, l'instrument mesure précisément le temps entre l'émission et la réception et produit des données d'altimétrie avec une résolution horizontale de 24 à 27 km et une résolution verticale de 90 à 150m. En mode « rétrodiffusion » (Backscatter), le radar mesure l'énergie du faisceau réfléchi et en déduit certaines propriétés électriques et de composition de la surface réfléchissante.

L'instrument peut aussi se contenter, en mode radiomètre, de mesurer les ondes radio émanant de différentes surfaces.

E-Space&Science vous informe des résultats des expériences scientifiques soutenues par le CNES

Directeur de la publication : **Yannick d'Escatha** ■ Directeur de la rédaction : **Pierre Tréfouret** ■ Rédacteur en chef : **Michel Viso** ■ Secrétaire de rédaction : **Martine Degrave** ■  
Rédactrice : **Florence Chiavassa** ■ Diffusion du magazine : **INIST diffusion** ■

**Abonnement**

Envoyez un mail sans objet ni contenu à :

[Abonnement version Française](#)

Ou à :

[Abonnement version Anglaise](#)

**Désabonnement**

Envoyez un mail sans objet ni contenu à :

[Désabonnement version Française](#)

Ou à :

[Désabonnement version Anglaise](#)