Un dragon sur Titan

Ann C. Vandaele

Quelques jours seulement après la publication des images de Titan obtenues avec le système NACO du VLT de l'ESO, de nouvelles images de la surface de Titan d'une qualité et d'une clarté étonnantes ont été réalisées lors de la phase de test avant la mise en service du nouvel imageur SDI¹ installé sur l'instrument NACO.

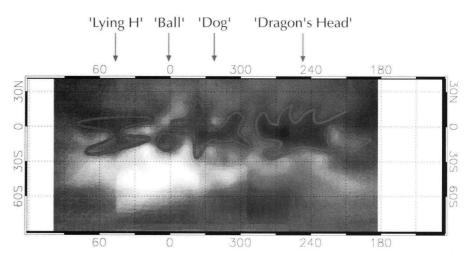
A l'aide de cette caméra à haut contraste, il est possible d'obtenir des images très fines simultanément dans trois domaines de longueur d'onde. Normalement destiné à l'observation de planètes extrasolaires, ce détecteur est également particulièrement utile pour l'observation d'objets du système solaire ayant une atmosphère épaisse, comme Titan. En mesurant au même moment, dans deux canaux infrarouges, l'un non affecté par l'atmosphère de méthane et l'autre au contraire atténué par l'absorption atmosphérique, on obtient des images virtuellement non contaminées par les composés atmosphériques donnant ainsi accès à un grand nombre de structures de surface avec une qualité incroyable.

Ces images indiquent des régions caractérisées par des réflectivités fort différentes. En particulier, un certain nombre de taches sombres apparaissent qui pourraient être d'énormes réservoirs d'hydrocarbures liquides.

Ces nouvelles observations seront certainement des plus utiles pour la planification des activités de la sonde Huygens/Cassini, en approche de Saturne, et surtout pour l'interprétation des données qui seront alors recueillies.`

Une question de fenêtres

Les premières images de la surface de Titan furent obtenues par le télescope spatial Hubble (HST) dans les années 90. A partir du sol, quelques images ont été obtenues en 2001-2002 avec les

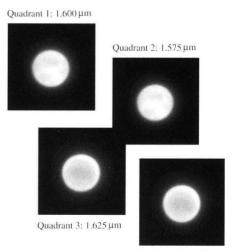


Cette image est l'image la plus claire de la surface de Titan existant aujourd'hui. Elle a été obtenue dans la fenêtre spectrale transparente avec le télescope de 8,2 m YEPUN du VLT et l'instrument à otique adaptative NACO utilisé en mode SDI. Elle couvre près des trois-quarts de la surface et a une résolution de 0,06" qui correspond à 360 km sur la surface. Un degré de longitude à l'équateur correspond à 45 km sur la surface de Titan. La luminosité est proportionnelle à la réflectivité de la surface. La nature des différents terrains est encore inconnue, mais les scientifiques supposent que les taches sombres indiquent la présence de réservoirs d'hydrocarbures liquides. Y sont également indiqués les noms provisoires des structures sombres.

télescopes Keck II et Gemini Nord et plus récemment par le VLT. Cependant, toutes ces observations ont été réalisées au travers de filtres étroits non combinés les uns aux autres.

Le choix des longueurs d'onde utilisées pour de telles observations est critique. Idéalement, il faudrait choisir une bande spectrale pour laquelle l'atmosphère est compètement transparente. Un certain nombre de telles 'fenêtres' existent. Bien que les observations citées précédemment faisaient usage de fenêtres atmosphériques, et donnaient ainsi des renseignements sur la surface, elles contenaient encore une signature des différentes couches atmosphériques. En un sens, c'est comme si on voyait la surface au travers d'un écran opaque, ou encore plus poétiquement, comme le navigateur qui verrait pour la première fois un continent jusque là inconnu au travers du brouillard

Une fenêtre étroite est disponible dans le domaine proche infrarouge autour de 1,575 mm. En février 2004, une équipe internationale de chercheurs travaillant à l'Observatoire de Paranal au Chili a



Quadrant 4: 1.625 µm

Le nouveau dispositif SDI (Simultaneous Differential Imager) est un ensemble spécial d'éléments d'optique montés sur la caméra proche-infrarouge CONICA du télescope YEPUN du VLT. Il est composé d'un double prisme de calcite Wollaston responsable de la séparation du faisceau lumineux en quatre, et d'un quadruple filtre à bande étroite placé directement devant le détecteur. SDI a été développé par Laird Close (Steward Observatory, University of California) et Rainer Lenzen (Max-Planck Institut für Astronomie, Heidelberg) en collaboration avec l'ESO.

Images de Titan obtenues par l'instrument NACO utilisé dans le mode d'observation SDI, aux trois longueurs d'onde. Les images individuelles ont un diamètre de 0,86". Les longueurs d'onde 1,575 et 1,600 mm pénètrent directement jusqu'à la surface alors que les images obtenues à 1,625 mm montrent une atmosphère apparemment sans structures.

obtenu des images de la surface de Titan à cette longueur d'onde avec une résolution sans précédent et avec une contamination très faible due à l'atmosphère. Les observations furent réalisées lors de la phase de tests du nouveau système de détection, le NACO-SDI¹. Ce dispositif optique procure quatre images simultanées à haute résolution à trois longueurs d'onde différentes situées près d'une structure d'absorption du méthane atmosphérique.

L'application principale du SDI est la recherche de compagnons sous-stellaires possédant du méthane dans leur atmosphère, comme par exemple des naines brunes, des exoplanètes géantes auprès d'autres étoiles. Mais comme les photos le démontrent, ce dispositif est également bien adapté pour l'observation de Titan.

Des détails de la surface de Titan sans précédents

Titan tourne en permanence le même côté vers Jupiter. Pour en visualiser toutes les faces à partir de la Terre, il est nécessaire d'observer le satellite pendant pratiquement l'entièreté d'une période de rotation, soit 16 jours. La campagne de mesures réalisée à l'ESO s'étant déroulée sur une semaine, approximativement trois-quarts de la surface ont pu être enregistrés.

Pour obtenir une image de la surface de Titan, les chercheurs ont soustrait l'image 'atmosphérique' obtenue à 1,625 mm des images obtenues à 1,575 et 1,600 mm. Ceci leur a permis d'éliminer les éléments caractéristiques de l'atmosphère pour ne laisser que l'information relative à la surface. Ce procédé est évidemment propre à la caméra SDI qui enregistre les trois domaines de manière simultanée. La carte représente la fraction de lumière réfléchie par la surface : les régions brillantes réfléchissent plus de lumière que les régions sombres. La quantité de réflexion, ou encore l'albédo, dépend de la composition de la couche de surface. Malheureusement, il est impossible de déterminer la nature du sol à l'aide de cette carte. Pour cela, des informations supplémentaires à d'autres longueurs d'onde sont nécessaires.

Cependant, des observations radar récentes réalisées à l'aide de l'antenne d'Arecibo ont mis en évidence la présence de surfaces liquides sur Titan. Les régions sombres, correspondant à une faible réflexion, pourraient être des réservoirs d'hydrocarbures liquides. Ils pourraient également représenter une source éventuelle de méthane qui est continuellement détruit dans l'atmosphère par photodissociation. Les régions plus brillantes seraient, quant à elles, des hauts plateaux couverts de glace.

Des noms très provisoires pour les nouvelles structures de surface

La comparaison avec une ancienne image NACO obtenue avec un autre

filtre démontre l'importance d'utiliser un filtre bien adapté à la fenêtre atmosphérique et permet d'illustrer le gain en clarté des nouvelles observations. Elle apporte de plus une confirmation de la réalité des structures puisque ces deux observations sont séparées de 15 mois.

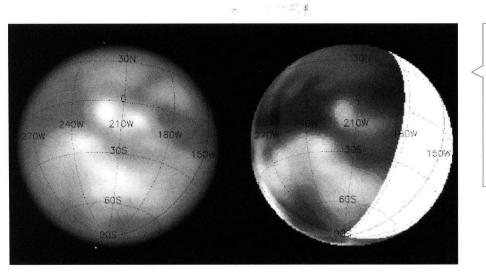
Dans le domaine de longitudes relevé au cours des récentes observations, il semble que l'hémisphère sud de Titan soit dominé par une zone brillante unique centrée approximativement à 15° de longitude. Dans la zone équatoriale, on retrouve les zones sombres. Pour faciliter leur dénomination, les chercheurs ont proposé des noms provisoires pour les différentes structures observées. Les noms définitifs seront désignés officiellement plus tard par le groupe de travail pour la nomenclature des systèmes planétaires de l'Union Astronomique Internationale. C'est ainsi que l'on peut voir à la surface de Titan, le 'H couché', le 'Chien' chassant sa 'Balle', et ... une 'Tête de Dragon'.

Observations futures

L'équipe scientifique espère pouvoir poursuivre son travail d'imagerie de la surface de Titan dans le courant des prochains mois, leur but étant d'épauler le travail d'interprétation des données recueillies par la sonde Cassini/Huygens.

(ESO PR09/04 - 14 avril 2004)

20, co ac



Une image plus ancienne (à gauche) obtenue à 1,3 µm, longueur d'onde qui ne correspond pas exactement à la fenêtre atmosphérique, est comparée avec la nouvelle image obtenue à l'aide de l'instrument NACO-SDI (à droite). La plus grande clarté et le meilleur contraste sont dus à une contamination atmosphérique moindre.