A vibrant, abstract illustration of the Cassini-Huygens mission. At the top, a large, glowing yellow and orange ringed planet (Saturn) is partially visible. Below it, a large orange sphere (Titan) and a smaller blue sphere (Enceladus) are shown. A green probe (Cassini) is depicted in the lower right, with a long antenna extending towards the center. The background is a dark blue space with colorful, wavy patterns in shades of orange, red, and purple. The text is overlaid on the bottom half of the image.

CASSINI-HUYGENS

RENCONTRE LES MONDES DE

SATURNE

RETOUR SUR UN VOYAGE INOUBLIABLE

25 SEPTEMBRE AU 23 NOVEMBRE 2017 À LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE DE DROIT

CASSINI-HUYGENS RENCONTRE LES MONDES DE SATURNE

...RETOUR SUR UN VOYAGE INOUBLIABLE

Exposition Grand Public



La mission internationale *Cassini-Huygens*, plus grosse mission d'exploration planétaire jamais envoyée dans le système solaire externe, se clôture le 15 septembre 2017 par un plongeon final de la sonde Cassini dans l'atmosphère de Saturne, après treize années d'opérations autour de la planète aux anneaux. Cette mission, fruit d'une collaboration entre la NASA (sonde Cassini) et l'Agence spatiale européenne - l'ESA - (module Huygens), a marqué cette dernière décennie par de nombreuses découvertes sur Saturne, ses anneaux et lunes, notamment Titan et Encelade.

Le **Laboratoire de Planétologie et Géodynamique (LPG)**, Unité Mixte de Recherche du CNRS, des universités de Nantes et d'Angers, dont l'une des spécialités est l'étude des lunes de Saturne, a eu le privilège de participer à cette mission et a contribué à certaines de ces grandes découvertes. Les chercheurs du LPG ont été impliqués activement dans les campagnes d'observation de Titan, dans l'analyse et l'interprétation des données collectées par la sonde Cassini.

Afin de sensibiliser un large public aux découvertes spectaculaires effectuées sur la fameuse planète aux anneaux et ses surprenantes lunes, le LPG organise une **exposition** intitulée « **Cassini-Huygens rencontre les mondes de Saturne** », accueillie du 17 mai au 18 septembre 2017 au Muséum d'histoire naturelle de Nantes, puis du **25 septembre au 23 novembre 2017** dans la zone d'exposition de la **Bibliothèque de Droit de l'Université de Nantes**. Dans ce cadre, des rencontres entre des chercheur(e)s du LPG et des classes scolaires (primaire, collège, lycée) sont prévues à partir du 26 septembre jusqu'au 23 novembre 2017.

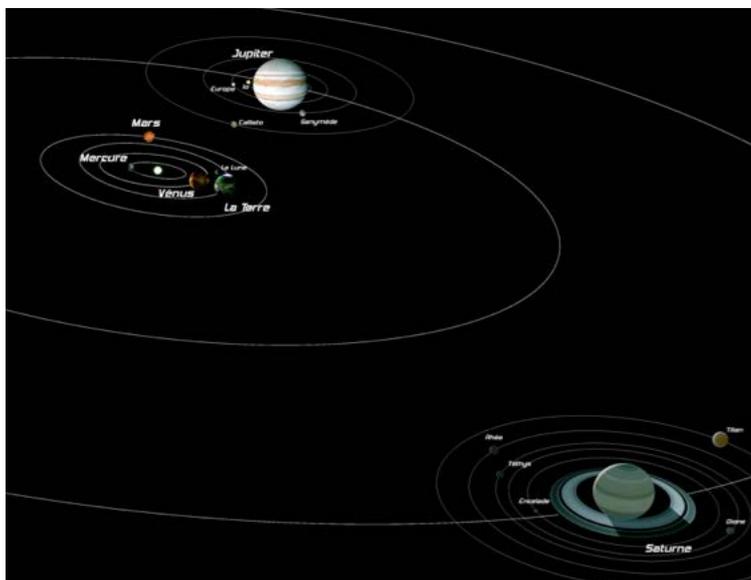
Bienvenue dans les mondes de Saturne ! Venez partager notre passion !

Le Laboratoire de Planétologie et Géodynamique

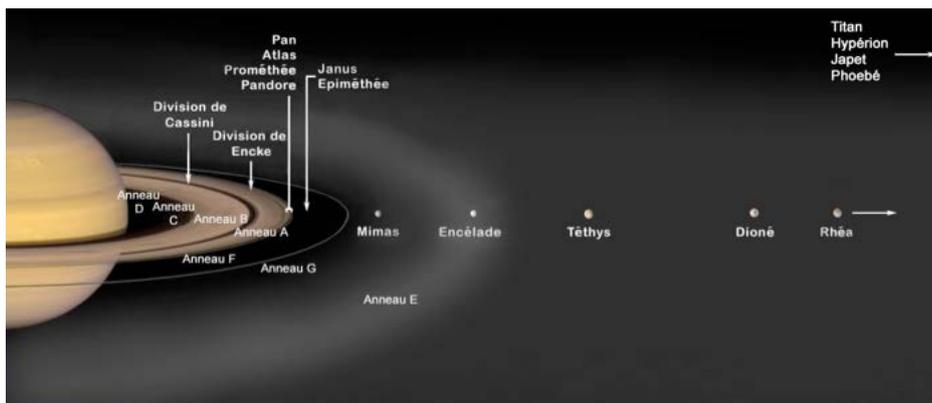
Contexte:

Saturne et ses lunes dans le système solaire

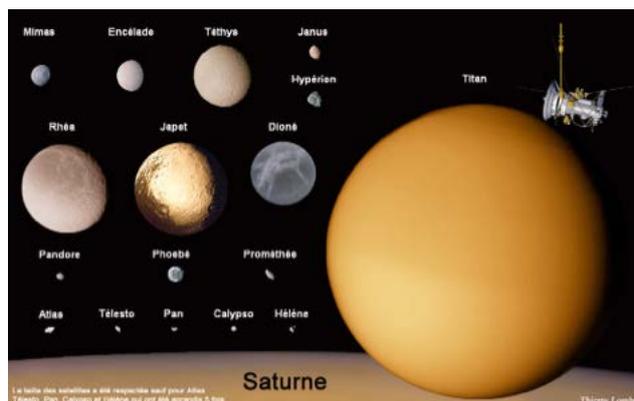
Le Système solaire est peuplé de 8 planètes principales et d'une multitude d'autres corps solides gravitant tous autour de notre étoile, le Soleil. Au delà de Mars, l'environnement spatial est extrêmement froid (<-150°C/-200°C). C'est le domaine des planètes géantes gazeuses (Jupiter et Saturne) et de leur cortèges de satellites naturels formés d'un mélange de glace et de roches, appelées plus communément lunes de glace. Ces systèmes de satellite peuvent être vu comme une version miniature du système solaire. Certaines lunes abritent probablement des océans gigantesques sous une croûte de glace de quelques kilomètres à plusieurs dizaines de kilomètres. À ce jour, peu de missions ont atteint ces environnements lointains. La mission Cassini-Huygens est la première mission à avoir exploré de manière détaillée les mondes de Saturne.



Saturne se trouvant à environ 1,4 milliard de kilomètres de la Terre, soit 10 fois la distance qui nous sépare du Soleil, il a fallu 7 ans à la mission Cassini-Huygens pour l'atteindre. Vue depuis Saturne, la Terre est un tout petit point lumineux dans l'espace, réfléchissant la lumière du Soleil, comme on peut le voir sur cette image prise par la sonde Cassini le 19 juillet 2013.

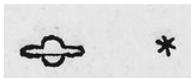


Saturne est entouré d'anneaux très étendus, lui donnant cette apparence si particulière, et d'une myriade de lunes (62 au total). Seules les plus grosses lunes, dépassant quelques dizaines de kilomètres de diamètre ont un nom. Certaines lunes sont en orbite dans les anneaux alors que d'autres se trouvent à plus d'un million de kilomètres de la planète Saturne. Titan, par exemple, la plus grosse lune de Saturne, se trouve à environ 1,2 million de kilomètres de Saturne, soit plus de trois fois la distance Terre-Lune.



Les thèmes de l'exposition:

De Cassini et Huygens à Cassini-Huygens



En 1655, l'astronome hollandais **Christiaan Huygens**, découvre la plus grosse lune de Saturne, Titan, et observe un cercle plat autour de la planète géante.



Les structures en anneaux seront décrites pour la première fois par l'astronome italien **Giovanni Domenico Cassini** en 1675.



Trois siècles plus tard, les sondes américaines **Pioneer 11** (1969) puis **Voyager 1 et 2** (1981) survolent pour la première fois la planète Saturne, apportant les premières images détaillées de ses anneaux et de ces lunes.



Dès 1982, le projet de mission **Cassini-Huygens** prend naissance sous l'impulsion de plusieurs astronomes en Europe et aux Etats-Unis. Il est sélectionné par la NASA et l'ESA (Agence spatiale européenne) en 1989 et décolle de Cape Canaveral en Floride le 15 octobre 1997 pour un périple de 7 ans vers Saturne.

Après avoir été largué par la sonde américaine **Cassini**, le module européen **Huygens** se pose à la surface de **Titan**, la plus grosse lune de Saturne, le 14 janvier 2005, devenant ainsi le premier engin humain se posant aussi loin dans le système solaire.



Pendant plus de douze ans, la sonde Cassini a tourné autour de Saturne, apportant une formidable moisson de données sur la planète **Saturne**, ses **anneaux** et ses étonnantes lunes, **Titan** et **Encelade**, à chacun de ses survols rapprochés.



Les dates clés de la mission Cassini-Huygens

15 octobre 1997:
Décollage depuis
Cape Canaveral

1 juillet 2004:
Mise en orbite
autour de Saturne

14 janvier 2005:
Alunissage
d'Huygens sur
Titan

14 juillet 2005:
Découverte de jets
de vapeur et de
glace sur Encelade

22 juillet 2006:
Découverte de
lacs de méthane
sur Titan

15 sept. 2006:
Découverte de
nouveaux anneaux
de Saturne

15 septembre 2017: Plongeon final de la sonde Cassini dans l'atmosphère de Saturne

Les thèmes de l'exposition:

Les paysages de Titan: une autre Terre ?

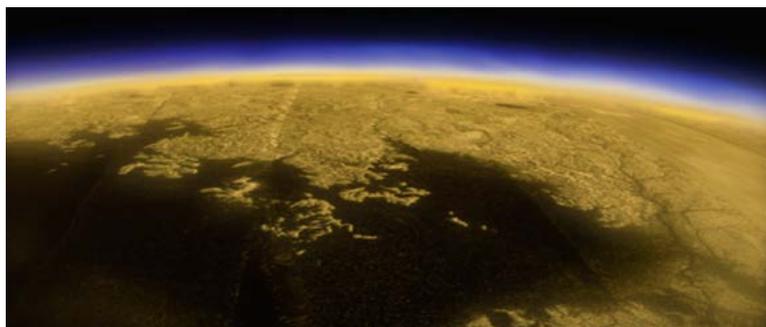
Titan, la plus grosse lune de Saturne, a tout d'une planète. Avec un rayon de 2575 km, il est plus gros que la planète Mercure. Il est entouré d'une **épaisse atmosphère** d'azote et d'un brouillard d'aérosols qui masque totalement sa surface à l'œil nu. Avant que la mission Cassini-Huygens n'atteigne le système de Saturne, la surface de Titan était un grand mystère.



En atterrissant sur Titan le 14 janvier 2005, le module européen Huygens a apporté les toutes premières images détaillées de sa surface. A la surprise générale, Huygens a photographié des rivières lors de sa descente et s'est posé dans ce que l'on pense être un lit de rivière asséché. Par la suite, la sonde Cassini a continué à explorer ce monde fascinant, nous faisant découvrir à chaque nouveau survol des paysages étonnants proche de ceux que l'on rencontre sur Terre: des montagnes, des dunes géantes, des rivières et même des grandes mers au niveau du pôle nord.



Titan est le seul monde en dehors de la Terre où coulent des liquides en surface. Tout comme la Terre, le gaz principal dans l'atmosphère est le diazote mais c'est le méthane, son second composé, qui rend son atmosphère si unique. Sur Titan, où la température de surface avoisine les -180°C , ce n'est pas de l'eau qui ruisselle, mais le méthane (qui sur Terre n'existe que sous forme gazeuse)... Des nuages se forment, puis des pluies de méthane liquide se déclenchent, expliquant les rivières, les lacs et mers vus par la mission Cassini-Huygens.



Le **méthane** est également détruit par les rayons ultraviolets du Soleil et forme des **molécules organiques** complexes via des réactions chimiques en chaîne. Ces molécules grossissent jusqu'à former des particules solides en suspension qui donnent à Titan sa couleur orangée. Ce même processus est susceptible d'avoir eu lieu sur la Terre Primitive il y a 3,8 milliards d'années, et être à l'origine des premières briques du vivant.

TITAN EN BREF:

Rayon: 2575 km; Température de surface: -180°C

Particularité: Seul satellite du système solaire à posséder une atmosphère dense ayant un cycle de précipitation/évaporation, comparable à celui de la Terre.

Alunissage du module Huygens le 14 janvier 2005

126 survols par la sonde Cassini entre 2004 et 2017.

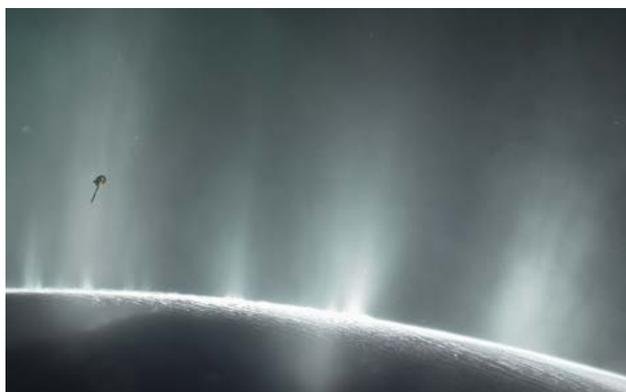
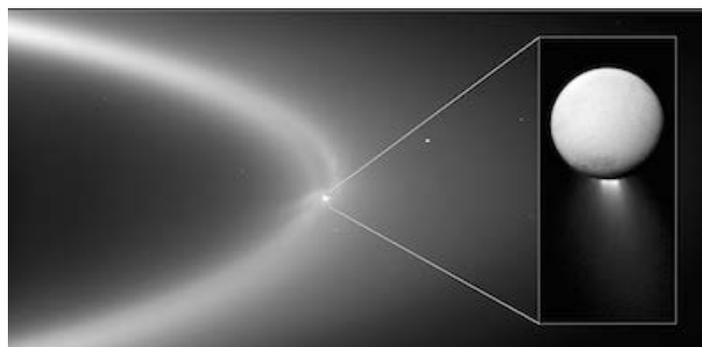
Les thèmes de l'exposition:



Les feux de glace d'Encelade

Encelade, la sixième lune de Saturne, ne fait même pas un dixième de la taille de la lune Titan. Découverte par l'astronome anglais William Herschel en 1789, elle est restée pendant plusieurs siècles un simple point dans l'espace. En 1981, la mission Voyager en survolant le système de Saturne avait révélé que sa surface était par endroit étonnamment jeune, mais personne n'imaginait que la sonde Cassini y observerait une activité en direct...

Le **14 Juillet 2005**, la sonde Cassini survole le pôle sud d'Encelade, révélant une surface étonnement jeune et active. Des **jets de vapeur d'eau et de glace** s'élèvent dans l'espace à plus de deux cent kilomètres d'altitude ! Encelade émet tant de grains de glace dans l'espace qu'elle est capable de former l'anneau E de Saturne, un anneau diffus qui était inexplicable jusqu'à la découverte des jets d'Encelade.



En passant dans ces jets, Cassini découvre des traces de sels et de molécules organiques. L'intense chaleur émise au pôle sud ainsi que les mouvements de la croûte de glace suggèrent la présence d'un **océan liquide à seulement quelques kilomètres sous la surface glacée**. Cet océan serait même alimenté par des sources hydrothermales profondes...

En quelques années, Encelade est devenu l'**un des lieux les plus prometteurs pour la recherche de vie en dehors de la Terre**. La vie s'y est-elle développée ? Aucune nécessité de s'y poser ou de creuser, Encelade émet elle-même dans l'espace tous les éléments pour répondre à cette question. Cette petite lune étonnante nous apportera peut-être les clés pour comprendre nos origines...

ENCELADE EN BREF:

Rayon: 252 km; Température de surface: - 200°C, localement 0°C à la source des jets

Particularité: Eruptions de grains de glace et de vapeur provenant d'un océan salé, comparable à celui de la Terre.

Premier passage de Cassini dans les jets: 14 juillet 2005

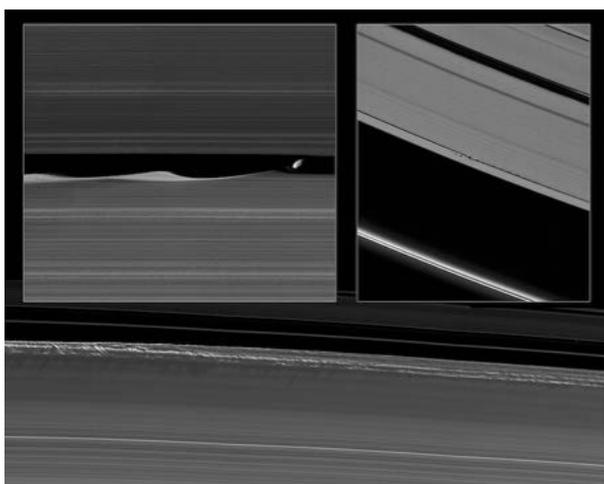
22 survols de Cassini entre 2005 et 2015

Les thèmes de l'exposition:

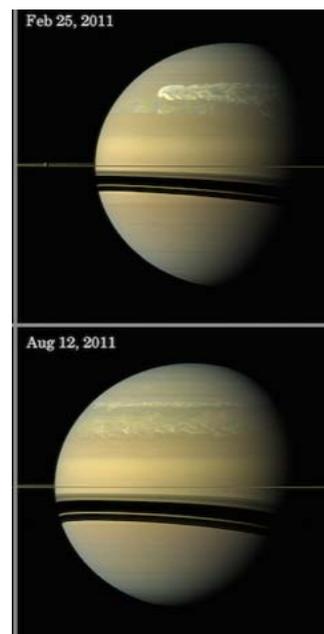
La valse des anneaux de Saturne

Saturne, la fameuse planète aux anneaux, est la **deuxième plus grosse planète du système solaire**, juste après la planète Jupiter. Avec un rayon moyen d'environ 58 000 km, elle est neuf fois plus grosse que la Terre. Comme Jupiter, elle est principalement composée de gaz (essentiellement de l'hydrogène et de l'hélium), il est donc impossible s'y poser.

En raison de sa grande distance au Soleil (9,5 fois plus loin que la distance Terre-Soleil), une année sur Saturne dure 29,5 années terrestres. En 13 années d'opération, la mission Cassini-Huygens aura ainsi pu observer quasiment deux saisons complètes de la planète Saturne. Elle a pu notamment photographier une **tempête géante** dans l'hémisphère nord qui a duré plusieurs mois (image ci-contre).



Pour le **Cassini Grand Finale**, la sonde Cassini effectue 22 orbites passant entre les couches supérieures de l'atmosphère de Saturne et la partie la plus interne du système d'anneaux, avant de plonger dans Saturne au terme de la 22e orbite, le 15 septembre 2017. Cette proximité va permettre de toutes nouvelles mesures, entre autres une détermination de la distribution de masse et composition des anneaux, une caractérisation fine du champ magnétique de Saturne et une meilleure compréhension de sa structure interne et ainsi de **mieux comprendre comment cette planète et son système d'anneaux se sont formés**. De manière plus générale, cette quête des origines nous renseigne sur l'origine du système solaire et de notre propre planète.



Depuis les découvertes des astronomes Christiaan Huygens et Giovanni Domenico Cassini, on sait que Saturne est entouré d'un **imposant système d'anneaux**, s'étendant sur plus de 280 000 km. En passant au plus près de la planète Saturne, la sonde Cassini nous a apporté des images d'une qualité sans précédent, nous permettant de mieux comprendre comment ces anneaux fonctionnent et de quoi ils sont constitués.

On sait désormais que les anneaux sont extrêmement fins (entre 10 et 100 m d'épaisseur) et qu'ils sont composés d'une **multitude de blocs de glace** allant de la taille de petits cailloux à celle de grosses maisons. Ces anneaux sont également sculptés par des petites lunes, telle que la lune Daphnée (ci-dessus), qui en se déplaçant dans les anneaux créent des sortes de vague, formant des sillons.

SATURNE & SES ANNEAUX EN BREF:

Distance Saturne-Soleil: 1,429 milliard de km (9.5 x distance Terre- Soleil)

Durée d'une année: 29,45 années terrestres

Rayon: 58 230 km

Particularité: Saturne est composé principalement d'hydrogène et d'hélium, et est entouré d'anneaux très fins formés de blocs de glace, ainsi que de 62 lunes de taille allant de quelques kilomètres à plusieurs milliers de kilomètres pour la plus grosse (Titan).

Contenus de l'exposition:

Vidéos:



Présentation de la mission Cassini-Huygens et son Grand Final, en anglais, sous-titré en français (3'40)



Reconstitution de la mission Cassini-Huygens, de la descente d'Huygens et de son alunissage à la surface de Titan (2'46)



Sélection d'images brutes prises par Cassini depuis 2004 (5'00)

Maquettes:



Maquette de Cassini-Huygens à l'échelle 1:4 prêtée par l'Agence spatiale européenne.



Maquette de l'intérieur de Titan montrant les différentes couches internes: noyau rocheux au centre (vert-noir), entourée de glace haute-pression (blanc-gris), d'un océan d'eau salée (bleu), d'une couche de glace (blanc) et d'une épaisse atmosphère (jaune-orangé).



Maquette illustrant l'activité interne d'Encelade au niveau de son pôle sud, se caractérisant par une couche de glace fine d'où émanent des jets de vapeur et de grains de glace, provenant d'un océan interne, lui-même alimenté par des sources d'eau chaude en profondeur.

Panneaux explicatifs:

- Fresque de 3 x 1 m retraçant les grandes découvertes depuis les astronomes Cassini et Huygens au XVIIe siècle jusqu'à la mission Cassini-Huygens.



- Titan en chiffres



- Encelade en chiffres

Sélection de clichés pris par la mission Cassini-Huygens

Les paysages de Titan: une autre Terre ?



Titan (5150 km de diamètre) devant Saturne (116500 km de diamètres), vu par la caméra ISS de Cassini le 6 mai 2012.



Mosaique globale de Titan, reconstituée à partir des données du spectro-imageur VIMS de Cassini.



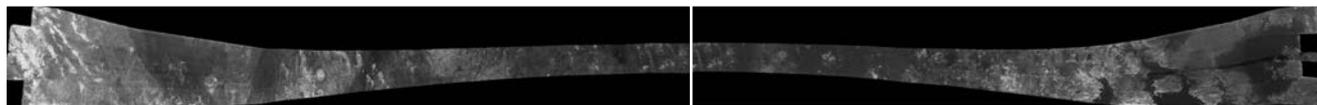
Comparaison entre les surfaces de la Lune (Appolo 17), Vénus (Venera 14), Mars (MER Spirit) et Titan (Huygens).



Système nuageux observé par Cassini à différentes saisons sur Titan: au pôle nord en 2006 (à gauche), à l'équateur en 2010 (au milieu), et au pôle nord à nouveau en 2016 (à droite).

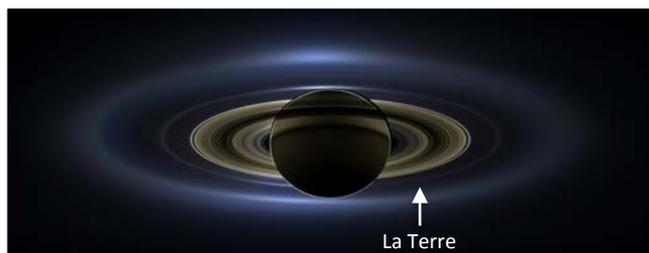


Reconstitution d'une vue d'une des grandes mers d'hydrocarbure du pôle nord, *Ligeia Mare*, à partir des données radar de Cassini.

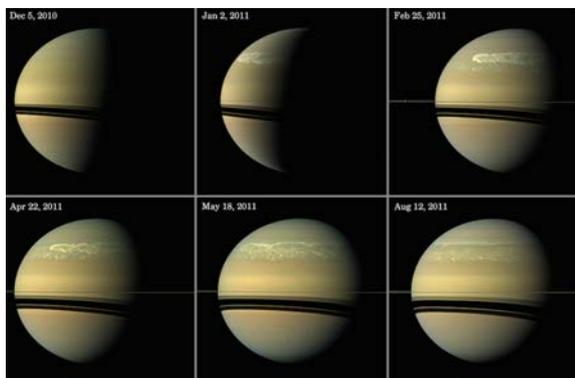


Trace radar prise lors du 25^e survol de Titan le 22 février 2007 révélant des champs de dune au niveau de l'équateur (à gauche, I.G-1) et des grandes mers d'hydrocarbure au pôle nord (à droite, I.G-2), dont *Ligeia Mare* d'un diamètre d'env. 500 km (à l'extrémité droite).

La valse des anneaux de Saturne



La Terre vue depuis Saturne à travers les anneaux de Saturne vus en contre-jour, le 19 juillet 2013 par la caméra ISS de Cassini.

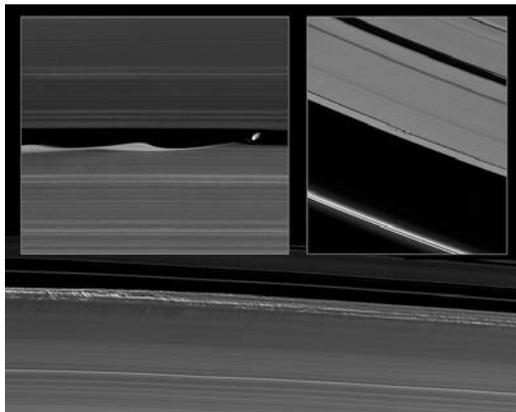


Séries d'images prises par la caméra ISS de Cassini montrant l'évolution d'une tempête géante sur Saturne de fin 2010 à mi-2011.

La valse des anneaux de Saturne (suite)



Vue panoramique des anneaux de Saturne s'étendant sur 66000 km entre le bord interne et le bord externe.



Zoom sur la petite lune Daphnée (~8 km de diamètre) créant des ondes sur les bords de l'anneau A de Saturne, observées le 16 janvier 2017 par la caméra ISS de Cassini.

Bord de l'anneau B perturbé par des petites lunes (invisibles sur l'image) créant des structures verticales allant jusqu'à 2.5 km de hauteur.

Les feux de glace d'Encelade

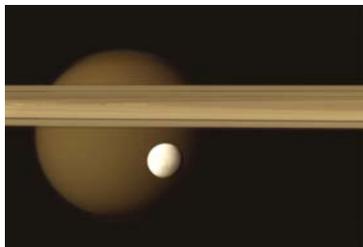
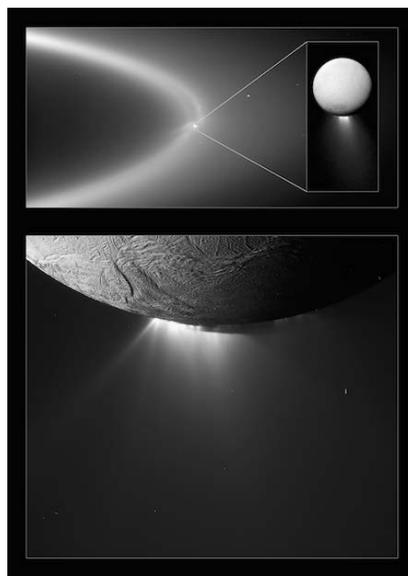
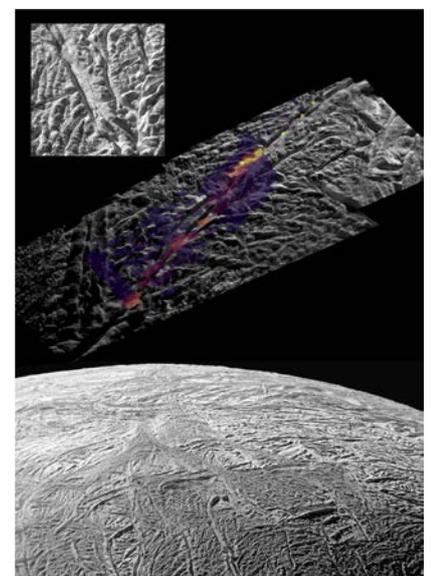


Image ISS d'Encelade (R=252 km) devant Titan (R=2575 km) et les anneaux de Saturne, prise le 12 mars 2012.



Encelade alimentant l'anneau E de particules de glace (haut)

Zoom sur les jets de grain de glace émis depuis les grandes fractures du pôle sud d'Encelade, pris le 30 Novembre 2010 (bas).



Vue rapprochée de la surface glacée d'Encelade prise le 21 novembre 2009 (haut)

Vue régionale de la zone tectoniquement active du pôle (bas)



Images prises par Cassini révélant la surface très active du pôle sud d'Encelade zébré de quatre grandes fractures, surnommées « les rayures du tigre ».

Informations pratiques à destination des scolaires

Adresse du site internet de l'exposition:

<https://lpg-umr6112.fr/cassini-huygens-rencontre-les-mondes-de-saturne>

Contact : Laboratoire de Planétologie et Géodynamique,

UMR-CNRS 6112, Université de Nantes,

2 rue de la Houssinière - BP 92205 - 44322 Nantes Cedex 3

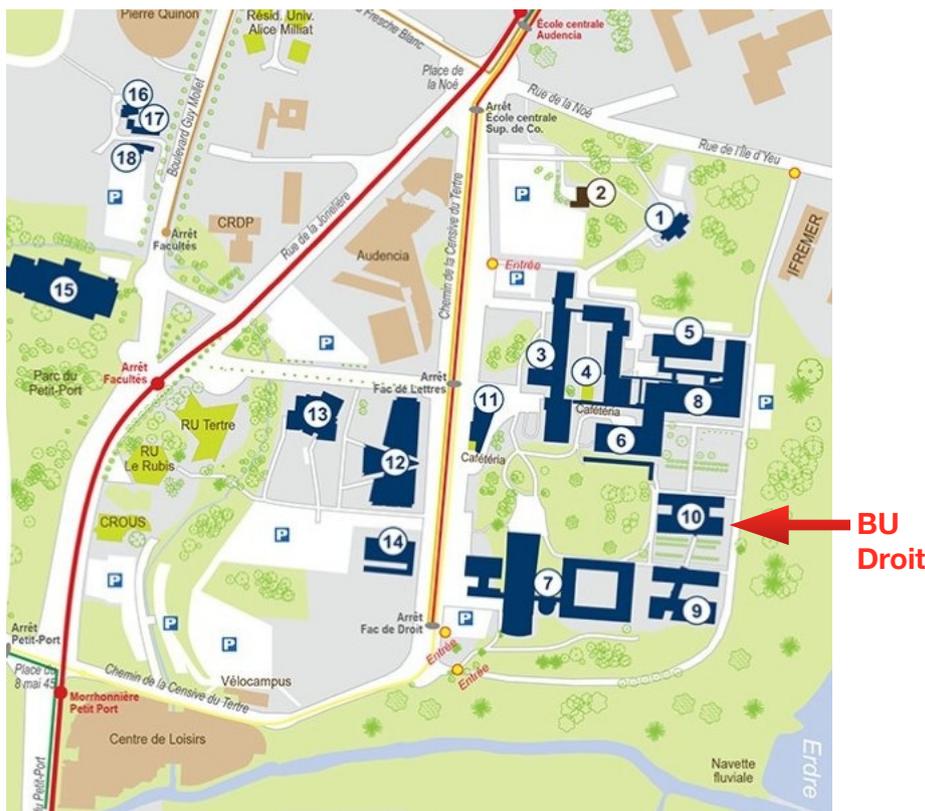
email : cassini-expo@univ-nantes.fr; Tél.: 02 51 12 52 67

Lieu de l'exposition :

Bibliothèque Universitaire de Droit
(Batiment **10** sur le plan)
chemin la Censive du Tertre
44322 Nantes Cedex 3

Horaires d'ouverture

Lundi à vendredi de 9h à 18h,
samedi de 9h à 13h



Deux modalités de visite sont possibles :

Visite commentée - rencontre avec un(e) planétologue du LPG

Des visites commentées d'env. 45 mn, effectuées par des planétologues du LPG, sont proposées deux matinées par semaine (deux créneaux par matinée), **le mardi et le jeudi matin**, à compter du Mardi 26 septembre, sous condition d'inscription. Des créneaux supplémentaires seront proposés toute la journée du **vendredi 13 octobre** (Fête de la Science) et le **lundi 6 novembre** (des séances de planétarium de 45 min seront proposées en complément de la visite ce jour-là).

Le formulaire d'inscription pour ces visites commentées est disponible, à partir du 7 juillet, sur le site web de l'exposition: <https://lpg-umr6112.fr/cassini-huygens-rencontre-les-mondes-de-saturne>

Visite libre

En dehors des créneaux dédiés à des visites commentées, la visite de l'exposition peut se faire de manière entièrement libre. Cependant, pour nous permettre de gérer l'affluence, merci de nous informer par courriel de votre présence (jour, horaire, nombre d'élèves, établissement) à l'adresse suivante : cassini-expo@univ-nantes.fr

Les partenaires de l'exposition

«*Cassini-Huygens rencontre les mondes de Saturne*» est une exposition réalisée par le Laboratoire de Planétologie et Géodynamique, unité mixte de recherche du CNRS et des universités de Nantes et d'Angers, avec le soutien du CNES, de l'ESA, de Nantes Métropole et de la région Pays de la Loire.

