

# En route pour Saturne avec la Sonde CASSINI

M. Amalric (Physique Chimie)

Mme Boyer (Mathématiques)

Mme Nély (Sciences de la vie et de la Terre)



View from NASA's Eyes on the Solar System. Credits: NASA/JPL-Caltech

## Séance 1 : Un long voyage

Astrophysique

## Séance 2 : En passant par la Terre et Jupiter

Astrophysique

## Séance 3 : Au plus près de Titan

Astrophysique

## Séance 4 : Des sondes, pourquoi faire ?

Physique + Sciences de la vie et de la Terre

## Astrophysique : la mission Cassini

Vous allez étudier de plus près les grandes étapes du voyage de Cassini vers Saturne et de sa mise en orbite avec l'application Nasa's Eyes disponible dans le dossier Sciences Physiques.

## Séance 1 : Un long voyage

### Astrophysique

Ouvrir « Nasa's Eyes » puis choisir « Cassini's tour »

Cliquez sur « Explore ». Puis sur :



The Cassini Mission

Puis explorez « The mission phases » et « Mission events »

Décrivez les grandes étapes depuis le lancement jusqu'à la mise en orbite autour de Saturne. Vous analyserez les forces

mises en jeu. Pensez à l'assistance gravitationnelle. Utilisez aussi les possibilités de l'application (zoom, view options...).

## Séance 2 : En passant par la Terre et Jupiter

### Astrophysique

1- Au passage à proximité de la Terre lors du « Earth FlyBy » :

- Vérifier que les valeurs de vitesse et de distance par rapport à la Terre sont en accord avec la conservation de l'énergie :  $E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{R}$

Il faut observer par rapport au Soleil les mouvements des planètes et de Cassini, puis rechercher la date correspondant à la distance minimale et faire le calcul de l'énergie.

Rechercher la date correspondant à la vitesse minimale et faire le calcul de l'énergie (il faudra rechercher la valeur de la masse de la sonde Cassini).

Cette énergie est conservée, donc elle est constante. Est-ce bien le cas ?

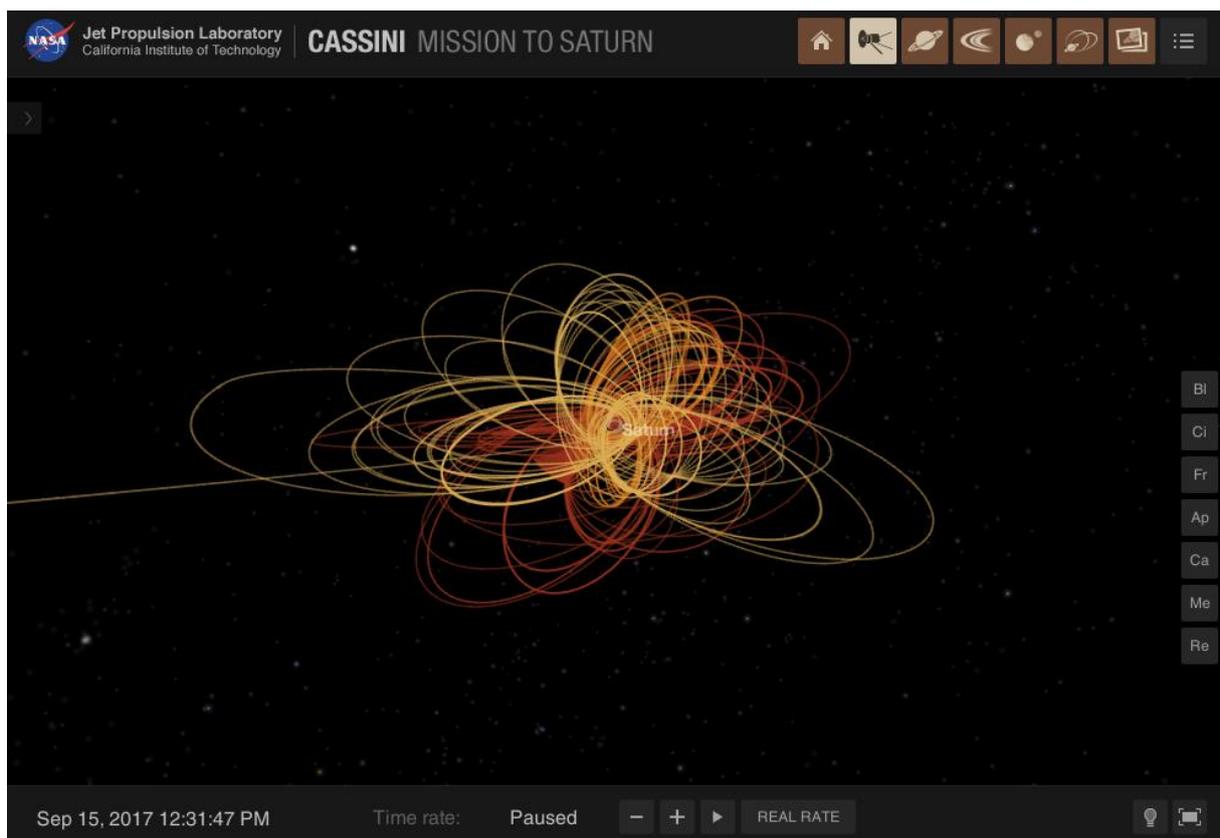
2- Au passage à proximité de Jupiter lors du « Casini FlyBy » :

- Des images faites par Cassini à l'approche de Jupiter ont permis de réaliser le film suivant : « Cassini\_Jupiter .avi ». Visualiser ce film.
- Après avoir recherché le diamètre de Jupiter, trouver à quelle vitesse Cassini s'approche-t-elle ? Est-ce raisonnable ? En analysant de plus près les passages de la grande tache rouge de Jupiter et connaissant la durée d'un jour sur cette planète estimer l'erreur précédente.

## Séance 3 : Au plus près de Titan

### Astrophysique

1- Cent vingt-sept passages de Cassini à proximité de Titan :



- Pourquoi la sonde Cassini n'a-t-elle jamais été « piégée par l'astre » c'est à dire mise en orbite autour de Titan ou écrasée à sa surface ?

Pour répondre complètement à ce problème, commencer par chercher très exactement la distance et la vitesse de Cassini quand celle-ci est passée au plus près de Titan.

Après avoir recherché les valeurs de la masse et du rayon de Titan, vérifier si la vitesse de Cassini est ou non supérieure à la vitesse de libération régnant sur Titan, calculée ainsi :

$$v_{libération} = \sqrt{\frac{2GM_{Titan}}{R_{Titan} + h}}$$

Dans cette formule,  $V_{libération}$  est la vitesse de libération de la fusée, c'est-à-dire la vitesse minimale nécessaire pour échapper à l'attraction de Titan.

Noter au passage que la vitesse de libération est totalement indépendante de la masse de la fusée. En fait, cette masse a déjà été prise en compte dans la formule de l'énergie potentielle liée à la gravité de Titan et dans la formule de l'énergie cinétique issue du mouvement de la fusée.

**Remarques :**

- G est ce qu'on appelle la constante de gravitation de Newton. C'est Henry Cavendish qui, en 1798, a mesuré la première fois la valeur de cette constante, mais il a aussi affirmé que cette valeur n'était pas absolue à cause de la difficulté à la mesurer.
- G a pour valeur approchée :  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$ .
- **Vous devez utiliser des unités du Système international des unités (SI).**
- La masse est exprimée en kilogrammes (kg) et la distance, en mètres (m). Si vous travaillez avec d'autres unités de longueur, il vous faudra les convertir en unités du SI.

- Dans « Mission trajectory » rechercher les raisons pour lesquelles il y a eu autant de survols de Titan ?

## 2- Le lâcher de Huygens :



- Dans « Mission years », choisir « Orbit insertion & Huygens » et « 2004 » pour trouver la date exacte de largage et la distance par rapport à Titan du module Huygens. Utiliser pour cela un « Time rate » de 30min/s. Puis affiner en réduisant la vitesse de défilement. Utiliser le « Clic droit » pour avoir la distance entre deux objets.
- Dans « Huygens deployment », commencer par lire le document « Read more » et le traduire.
- En agissant sur le « Time rate », sur l'effet 3D de la souris et sur le zoom sur Cassini (« flèches haut/bas ») rechercher la situation suivante :



Continuer à faire avancer le temps avec un « Time rate » de 5min/s. Remarquer ce que fait la sonde Cassini maintenant que Huygens est à proximité de l'atmosphère de Titan ?

- Passer à l'évènement suivant « Next event ». Il s'agit de la descente vers Titan.

A quelle date exacte l'entrée dans l'atmosphère a-t-elle eu lieu ?

A quelle distance de Titan est, à cet instant, le module Huygens ?

Lire et traduire le document contenu dans « Read more ».

- Quand le nom « Huygens » est visible sur l'écran « double cliquer » dessus.

Par rotation autour de l'axe de Huygens retrouver Titan dans l'écran, puis faire à nouveau défiler le temps afin de voir l'approche finale.

### 3- La descente de Huygens dans l'atmosphère de Titan :

➤ Voir les adresses suivantes :

<http://www.gurumed.org/2017/01/15/une-nouvelle-vido-de-ce-qua-vu-la-sonde-huygens-en-atterrissant-sur-la-plus-grande-lune-de-saturne-titan/>

&

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Huygens\\_\(sonde\\_spatiale\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Huygens_(sonde_spatiale))

- ⇒ Dans la chronologie de la descente, rechercher sa durée totale.
- ⇒ Trois parachutes différents sont utilisés à des instants différents, pourquoi ?
- ⇒ Le troisième parachute n'a que 3 m de diamètre. Trouver deux raisons liées à deux caractéristiques physiques de Titan permettant d'expliquer ce choix.
- ⇒ La sonde a atterri à une vitesse  $v$  de 6 m/s environ. En utilisant la relation de Newton suivante :  $v = \sqrt{2g_{Titan}h}$ , calculer à quelle hauteur d'une chute libre verticale cela correspondrait sur Titan. Comparer avec une chute sur Terre en remplaçant la valeur de  $g$ .

Données :  $g_{Titan} = 1,352 \text{ m/s}^2$     $g_{Terre} = 9,81 \text{ m/s}^2$

## Séance 4 : Des sondes, pourquoi faire ?

### 1- Des instruments embarqués sur la sonde Cassini-Huygens

Lister les douze instruments embarqués dans la sonde Cassini-Huygens et rassembler dans un tableau les informations trouvées sur leurs différents rôles.

### 2- Les anneaux de Saturne :

a- Historique de leur découverte :

- ⇒ Retrouvez les étapes de la découverte (des découvertes) de ces anneaux sur les sites suivants : [https://www.le-systeme-solaire.net/ann\\_sat.html](https://www.le-systeme-solaire.net/ann_sat.html)  
[https://fr.vikidia.org/wiki/Saturne\\_\(plan%C3%A8te\)](https://fr.vikidia.org/wiki/Saturne_(plan%C3%A8te))

⇒ Rédigez un texte et précisez à quoi correspondent les lettres les désignant.

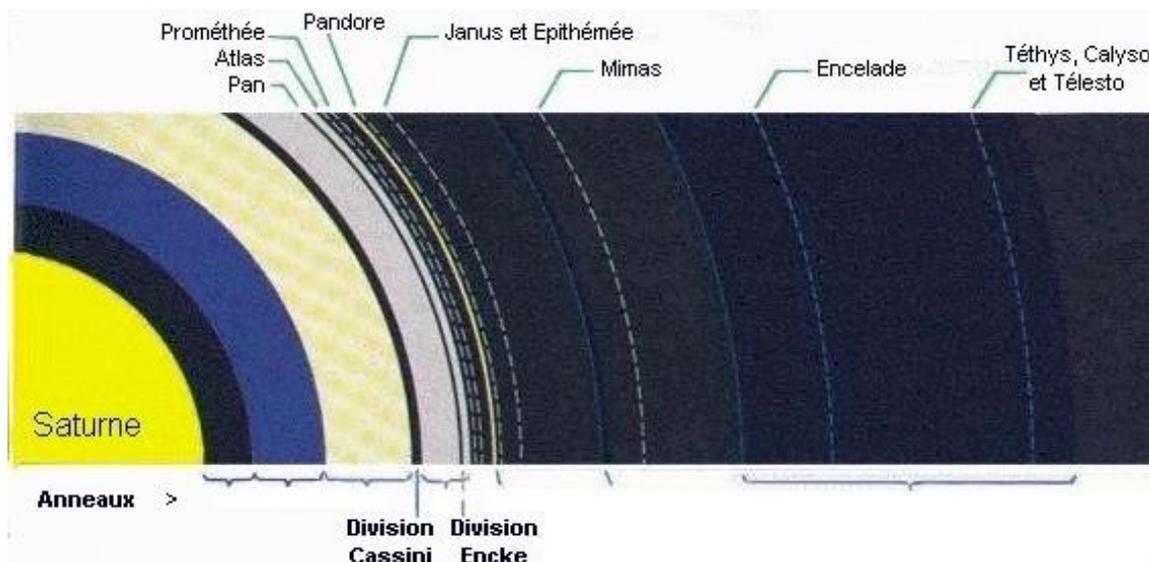
.....

.....

.....

.....

⇒ Remplacez ces lettres sur le schéma suivant :



**Titre :**.....

*Aide :*

<http://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/systeme-solaire-anneaux-saturne-pourraient-etre-plus-jeunes-dinosaures-62184/>

**b- Composition :**

<http://www.planetastronomy.com/special/2006-special/charnoz-obspm-fev06.htm>

<https://cassini-huygens.cnes.fr/fr/les-anneaux-de-saturne-sous-loeil-de-cassini>

<http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/anneaux-Saturne-Cassini-2004.xml> figures 20-21-22 bas de la page web

⇒ Rédigez un texte que vous pouvez illustrer.

**c- Origine de ces anneaux et relation avec les satellites de Saturne :**

Visionner l'animation sur le lien suivant :

[http://www.aim.ufr-physique.univ-paris7.fr/CHARNOZ/homepage/saturne\\_lunes\\_web\\_VF.mp4](http://www.aim.ufr-physique.univ-paris7.fr/CHARNOZ/homepage/saturne_lunes_web_VF.mp4)

<https://cassini-huygens.cnes.fr/fr/les-anneaux-de-saturne-sous-loeil-de-cassini>

⇒ **Résumez les informations apportées** et **aidez-vous également du compte-rendu** du vidéogramme (Séance 2) vu en début d'année scolaire pour répondre.

⇒ **Choisissez** votre cliché préféré des anneaux de Saturne en cliquant sur le lien suivant : <https://saturn.jpl.nasa.gov/galleries/images/>.

### **3- La surface de Titan :**

- a-** Toujours sur Nasa's Eyes => « Titan Northern Lakes » : lire le document « Read more » et le traduire.
- b-** Décrire et interprétez les paysages de Titan « racontés » grâce au module Huygens.
- c-** Faire la relation avec le vidéogramme (cf. p. 6) et les TP PC-SVT :  
pourquoi recherche-t-on la composition chimique précise de la surface de Titan et de son atmosphère ?
- d-** Recherchez des clichés des différents aspects de la surface de Titan (précisez les noms de lieux quand c'est possible).

**Conclusion : résumez ce voyage vers Saturne vu par le module Huygens.**