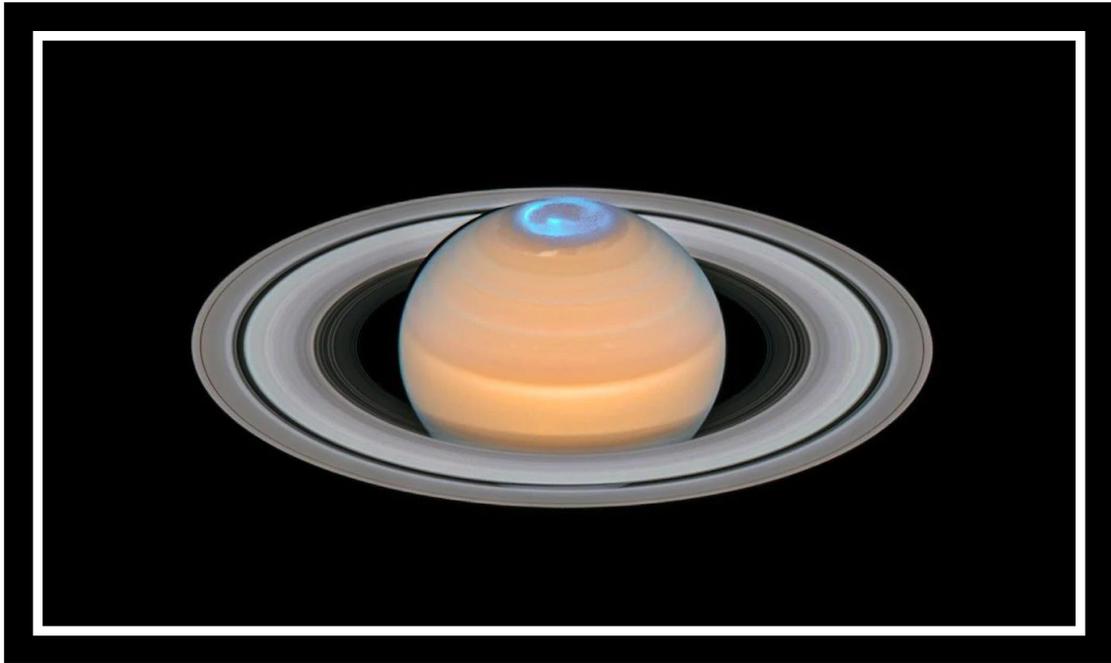


P'tite étude sur

Sat_(o)urne



Crédit : ESA/Hubble, NASA & L. Lamy (Observatoire de Paris)

Aurore pôleaire de Saturne ; pour obtenir ce spectaculaire visuel, les équipes en charge de l'imagerie ont combiné les données dans l'ultraviolet de l'instrument STIS avec un cliché en lumière visible de Saturne réalisé plus tard au début de l'année 2018.

Comme on le sait, dans le ciel tout bouge ! Le contraire serait étonnant !

Une manip originale à faire sur cette belle géante gazeuse est de calculer la vitesse de rotation de ses anneaux malgré la distance colossale qui nous sépare d'elle. Saturne se situe à à peu près 1,5 milliards de kilomètres de la Terre. Petit clin d'œil aux astronomes amateurs : la planète se lève dans notre ciel d'été, en ce moment, à partir d'1h du matin, à coté de Jupiter plein Est... superbe spectacle !

Comment faire cette manip ?

Pour calculer la vitesse de rotation des anneaux de Saturne, on va se servir d'un spectrographe haute résolution, qui va zoomer assez profondément sur une partie du spectre, pour voir se manifester l'effet Doppler-Fizeau sur la raie H α de l'hydrogène ; raie dans le rouge à 6562.801 Å.

Comme tout tourne, la lumière réfléchi par les anneaux de Saturne va révéler le mouvement de rotation en compressant légèrement l'onde lumineuse du coté se rapprochant de nous, et en étirant légèrement l'onde lumineuse du coté s'éloignant de nous. On va pouvoir voir cet effet en étudiant la raie H α de l'hydrogène qui provient du Soleil car c'est la lumière de cet astre qui est réfléchi par Saturne.

Pour mesurer le décalage de cette raie, il suffit juste de mettre la fente du spectrographe au bon endroit, deux fois, sur la partie des anneaux les plus éloignées de Saturne, avant que Saturne ne disparaisse derrière la maison du voisin ! lol Tous ça vers 10/12° de hauteur dans le ciel !

Comme vous devez vous en douter Saturne c'est assez petit dans le ciel (16 secondes d'arc = 1/112 de la Lune).

On va voir à quoi ça ressemble dans le spectrographe !

A gauche une photo de la caméra de guidage, à droite simulation sur Stellarium

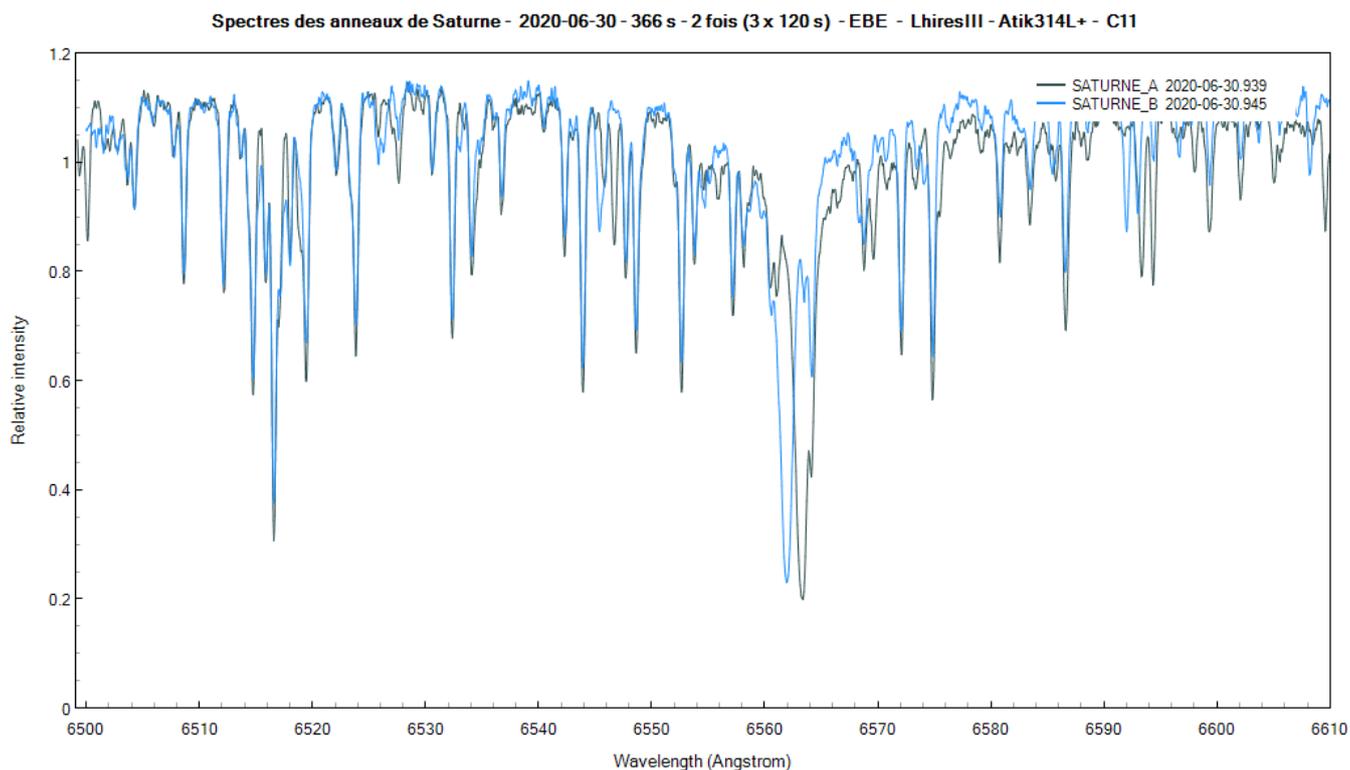
Image prise avec un télescope C11, focale 2800mm, caméra Atik414 ouvert à F/10. On remarque sur l'image de gauche le trait noir horizontal qui passe sur un côté de Saturne : c'est la fente ou passe la lumière avant d'aller rebondir sur le réseau. L'image est assez surexposée pour voir les satellites.



On va placer la fente du spectrographe sur les côtés les plus externes des anneaux, on fera la mesure d'un côté puis de l'autre. On va faire 3 poses de 120 secondes par côté, pour avoir un bon signal sur bruit.

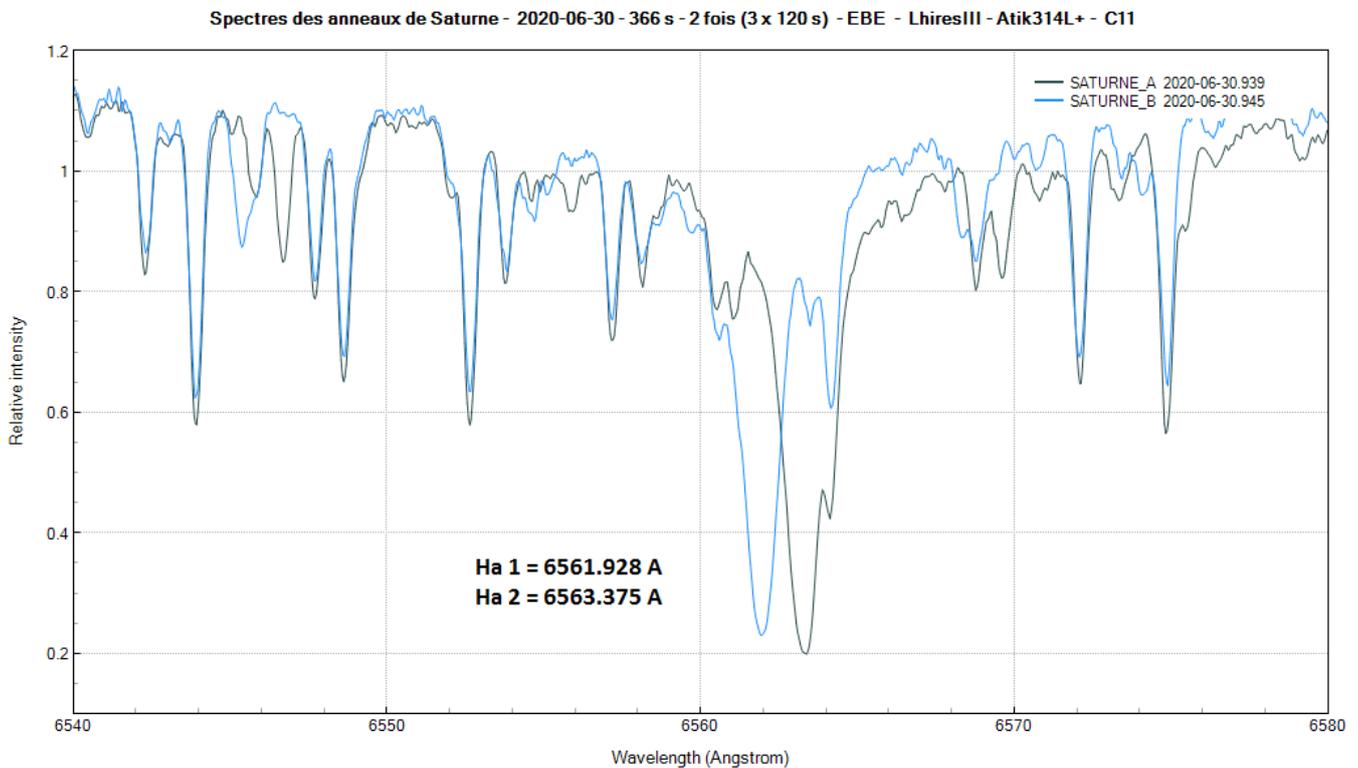
Voici le résultat des deux spectres des anneaux :

Un spectre bleu clair, l'autre vert foncé. On remarque qu'il y a pleins de raies d'absorption.



Si on zoome un petit peu plus, on remarque que des raies d'absorption des deux spectres coïncident et que quelques-unes, mais surtout « la plus large » ne coïncide pas. En fait les raies qui coïncident ne sont pas affectées par l'effet doppler-fizeau, se sont des raies d'absorption qui sont dues à l'absorption de notre atmosphère. Principalement de l'eau. On appelle ces raies d'absorption des raies telluriques. Elles polluent le spectre mais aussi elles permettent une calibration extrêmement précise !!

On aperçoit la raie d'absorption H α , large, qui elle est décalée sur les deux spectres, un coté vers le bleu, un coté vers le rouge.



Cela nous donne deux longueurs d'ondes : 6561,928 Å et 6563,375 Å, soit un écart de 1,447 Å.

On peut calculer avec ce décalage la vitesse de rotation des anneaux de Saturne !

$$\text{Vitesse rotation} = \frac{1}{4} \times \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \times C$$

Pourquoi $\frac{1}{4}$?

C'est assez subtil, en fait en mesurant le bord droit puis le bord gauche des anneaux on mesure deux fois la vitesse de rotation. Mais aussi parce que la lumière n'est pas émise par Saturne mais reflétée c'est-à-dire que l'effet Doppler est lui aussi mesuré deux fois, une fois quand la lumière part du Soleil, puis une autre fois quand elle est reflétée par Saturne.

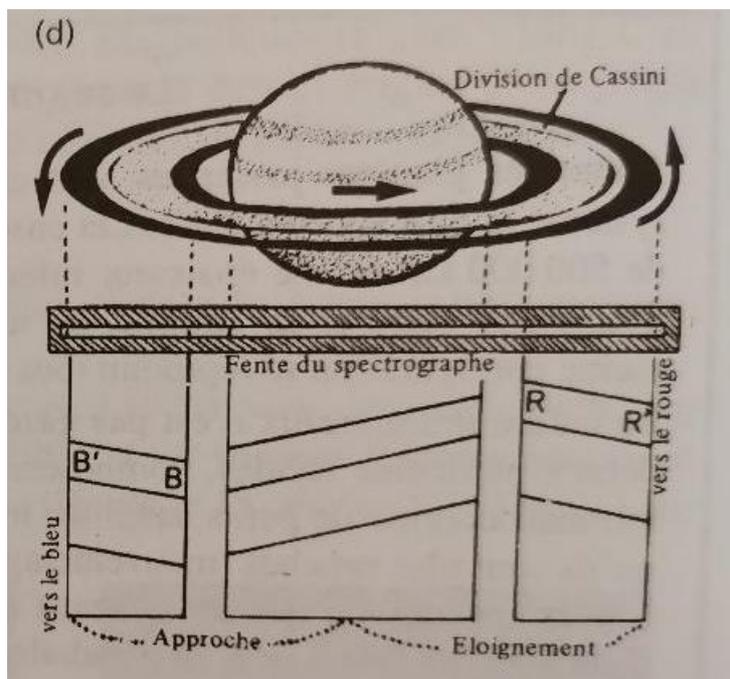
Au total l'effet Doppler Fizeau est mesuré 4 fois sur un astre qui tourne et qui réfléchit la lumière.

$$v_{\text{rot}} = \frac{1}{4} \times \frac{1,447}{6562,801} \times 299\,792,458$$

V rot = 16,5 km/s (± 2 km/s).

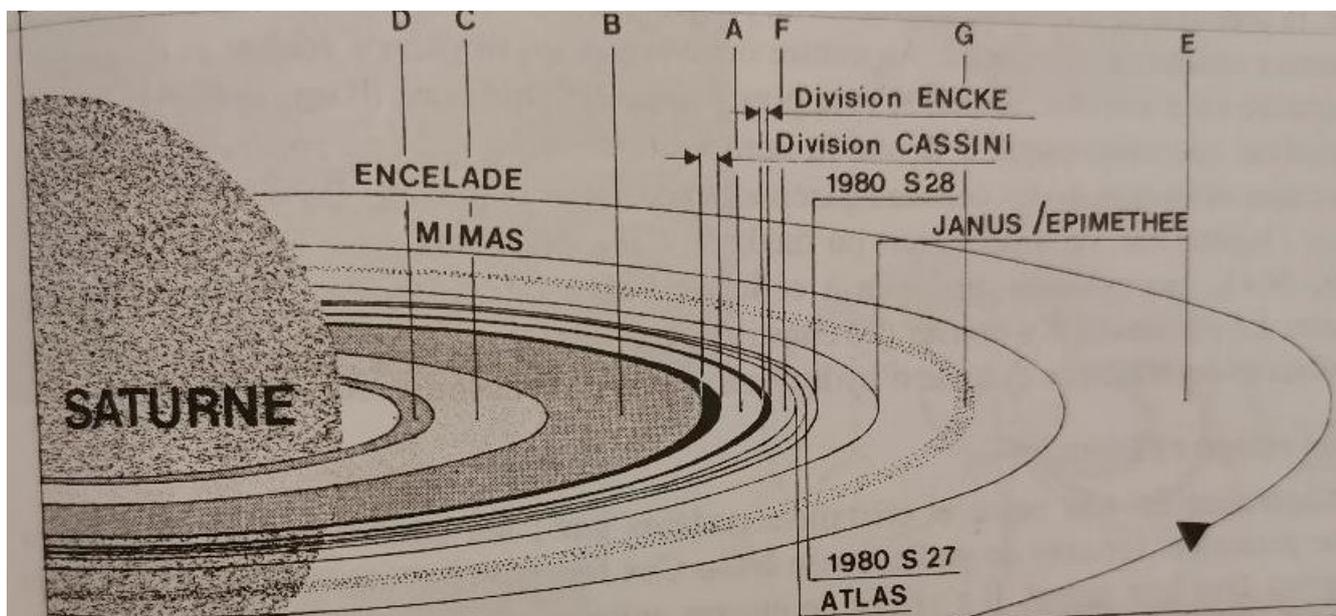
En fait c'est un peu plus compliqué si on veut être précis :

Agnès Acker dans sa bible « Astronomie et Astrophysique » donne des informations sur le spectre de Saturne ; Le bord interne de l'anneau tourne plus vite que le bord externe, donc les parties R et B des raies sont davantage déplacées vers le rouge (R) ou le bleu (B) que les zones R' et B'. (dessin Rihn).



Voici un aperçu des anneaux de Saturne ! Au télescope le challenge, souvent réalisable, est d'observer la division de Cassini.

Pour rappel le diamètre extérieur des anneaux de Saturne fait à peu près 500 000 km et est inférieur en épaisseur au kilomètre. Certains anneaux font même seulement 10 mètres d'épaisseur !



Selon les positions respectives de la Terre et de Saturne, les anneaux sont vus par la tranche ou de de face ; la même configuration se reproduit tous les 29,5 ans.

La nature des anneaux n'est pas gazeuse, mais ils sont formés par une multitude de petites particules solides, composées essentiellement d'eau glacée et d'ammoniac, tournant comme de petits satellites individuels autour de Saturne, d'autant plus vite qu'ils sont plus proches. Les sondes spatiales ont montré que les anneaux se comptent par centaines, et ont une structure complexe (torsades, structures radiales liées à des orages magnétiques, ...).

Des divisions sombres sont occupées par des anneaux minces et ténus, car peu de particules peuvent subsister dans ces zones à cause des forces de marées produites par les gros satellites saturniens qui y rendent instable l'existence de tout corps. En particulier, la division de Cassini est à une distance correspondant à une demi-période de Mimos, à $1/3$ de période d'Encéladus et à $1/4$ de période de Thétis : Toute zone placée à une distance correspondant à une fraction simple de la période d'un satellite, doit être totalement vide.

A vos télescopes !!!!!!! Ci-dessous : Compte-rendu par Lydia Crétin (planètes gazeuses)



SATURNE

Saturne est la sixième planète du Système solaire par ordre de distance au Soleil et la deuxième plus grande, aussi bien en taille qu'en masse, après Jupiter. Son nom est celui du dieu romain du temps.

1. Diamètre : 58 232 km
2. Masse : 568,3E24 kg (95,16 Masse terrestre)
3. Superficie : 42 700 000 000 km²
4. Distance du Soleil : 1 433 000 000 km
5. Lunes : Titan, Encelade, Rhéa, Dioné, Japet, Mimas, Téthys, Épiméthée, Hypérion, Janus, Phœbé, Prométhée, etc.....(53 satellites)
6. Les anneaux qui auréolent Saturne lui confèrent une apparence unique dans le système solaire. 7 anneaux connus, composés de particules de glace et de poussières.
7. Tourne sur elle-même en 10h,47mn,06s

Sa densité moyenne est ainsi de 0,7 ; en d'autres termes, plongée dans une piscine imaginaire remplie d'eau, Saturne flotterait à la surface comme un ballon. Cela suggère que Saturne est, à l'instar de Jupiter, formée des éléments constitutifs de la nébuleuse solaire primitive, c'est-à-dire surtout d'hydrogène et d'hélium. Il n'en demeure pas moins que Saturne est, comme Jupiter, essentiellement une énorme boule de gaz comprimé sous son propre poids, et que ce que nous en voyons est constitué de nuages composés d'éléments mineurs qui se condensent aux faibles températures existant à la périphérie de cet astre.

Comme Jupiter, Saturne tourne très vite puisque sa période de rotation interne est de 10 heures 40 minutes. Elle présente un fort aplatissement, plus grand que celui de Jupiter : son rayon équatorial est supérieur de 10,8 % à son rayon polaire, tandis que celui de Jupiter est supérieur de 6,5 % au rayon polaire.

Références :

- **ASTRONOMIE Astrophysique : Agnès Acker**
- **Rotation des planètes : Shelyak.com (<https://www.shelyak.com/observer-le-soleil-2/>)**
- **Compte-rendu par Lydia Crétin**

Nuit des Etoiles 2014 : <http://www.lescepheides.com/archives/2014/08/06/30365856.html>

