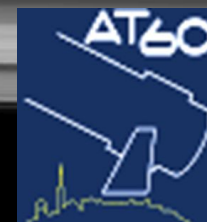


# PheSat 2024-2026



## Journées Ecole de Photométrie 5 & 6 Juillet 2025

Michael Irzyk,  
Vincent Robert, Thierry Midavaine

# PheSat 2024-2026



- 1) Courte Introduction aux Phénomènes mutuels
- 2) Coté caméra
- 3) Les premières mesures
- 4) Les phénomènes à venir
- 5) Conclusion



# Les phénomènes Mutuels

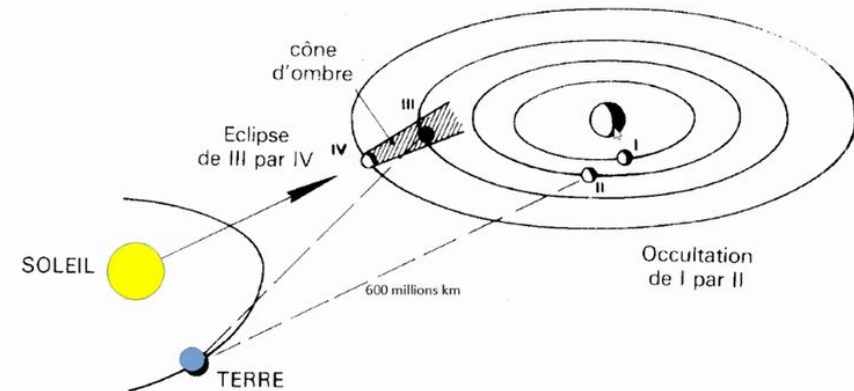
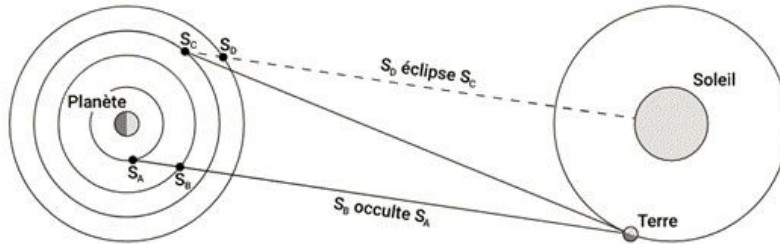


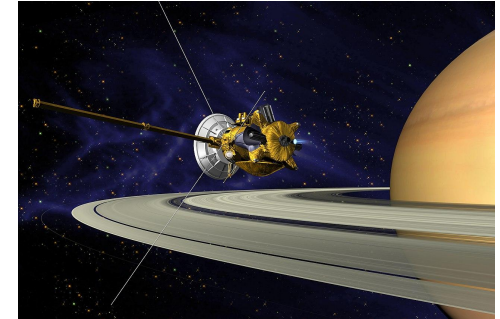
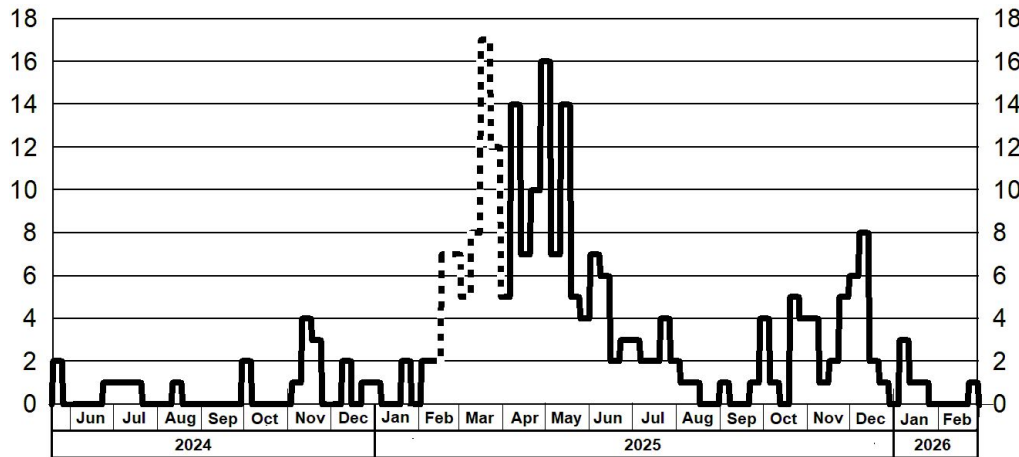
Illustration B. MORANDO  
Le Guide de l'observateur Tome1, 1987

- Dans la continuité des observations des phénomènes mutuels bien connu de la communauté ( Phemu2021 et précédent, Pascal ANDRE : <https://www.youtube.com/watch?v=pptlpBleV5E&t=2548s> )
- Les courbes de lumière permettent une mesure très précise de la position relative des satellites
- Précision des éphémérides
- Tous les 6 ans pour Jupiter, tous les 15 ans pour Saturne

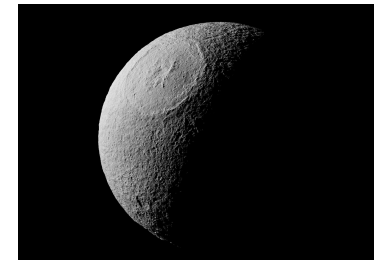
<https://gemini.obspm.fr/20240215-phesat/>

<https://sf2a.eu/proceedings/2024/2024sf2a.conf.489R.pdf>

# Les phénomènes Mutuels de Saturne



- Pour la campagne 2024-2026 :
  - peu d'événements visibles ( beaucoup moins que pour jupiter)
  - plus difficile ( mag 10 - 11 )
  - Luminosité des anneaux , et de saturne ...
  - Satellites pas résolus ( pas de belles animations avec passage d'ombre ... )
- Ephéméride bien connu grâce à la mission Cassini  
=> besoin d'être "précis" pour une contribution.

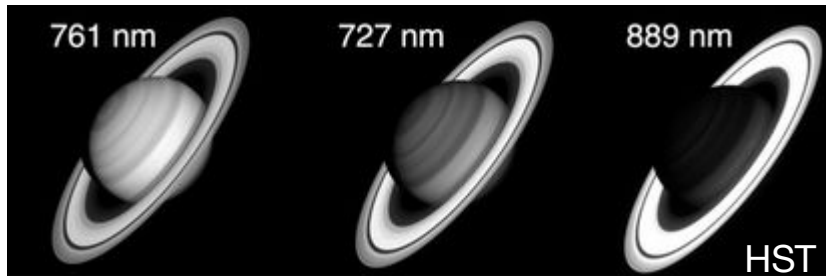


tethys : mag 10.2  
ang. diameter :150 mas

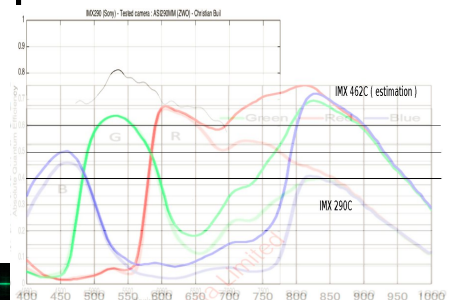
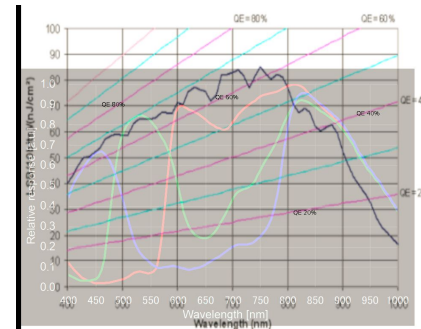
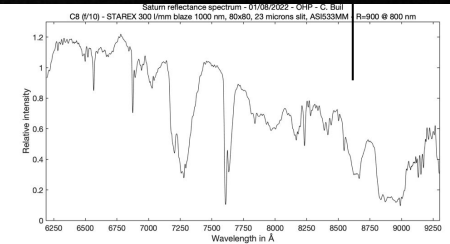
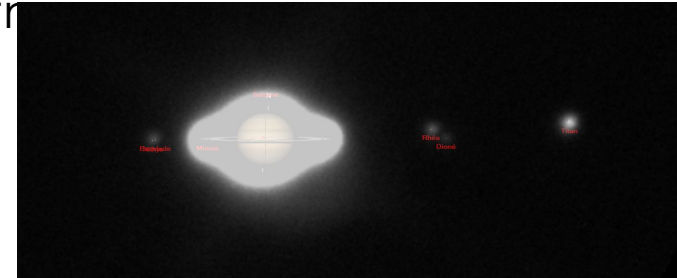


# Du coté de la caméra

- Le problème : La lumière diffusée par Saturne et par les anneaux peut dégrader très fortement la mesure photométrique
- L'idée : passer sur la gamme 850 -1000nm

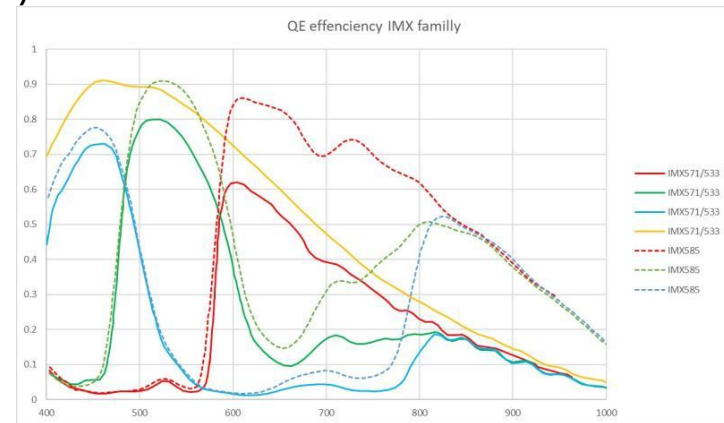
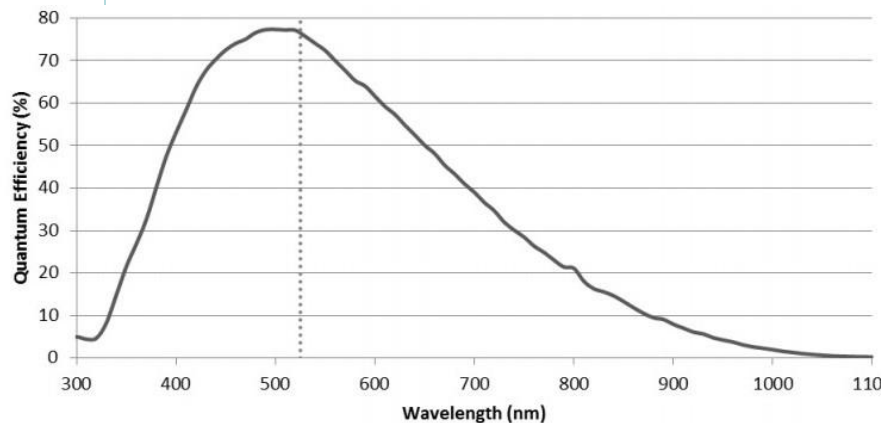


- Profiter de l'accroissement des performances des dernières caméras CMOS dans ce domaine de longueur d'onde ( starvis 2 / imx662/imx585 )
- Forte atténuation sur la bande méthane :) mais pas sur les anneaux :(



# Un mot sur imx174/imx585

- L'imx174 est une référence pour les occultations (QHY174GPS)
- La solution imx585mm + filtre + TimeBox II est une alternative a priori intéressante qui combine datation, surface de capteur et rendement (au delà de 850 nm) intéressant.



- OK également avec un capteur couleur car les filtres colorés deviennent “transparent” après 850 nm





# Un mot sur imx174/imx585

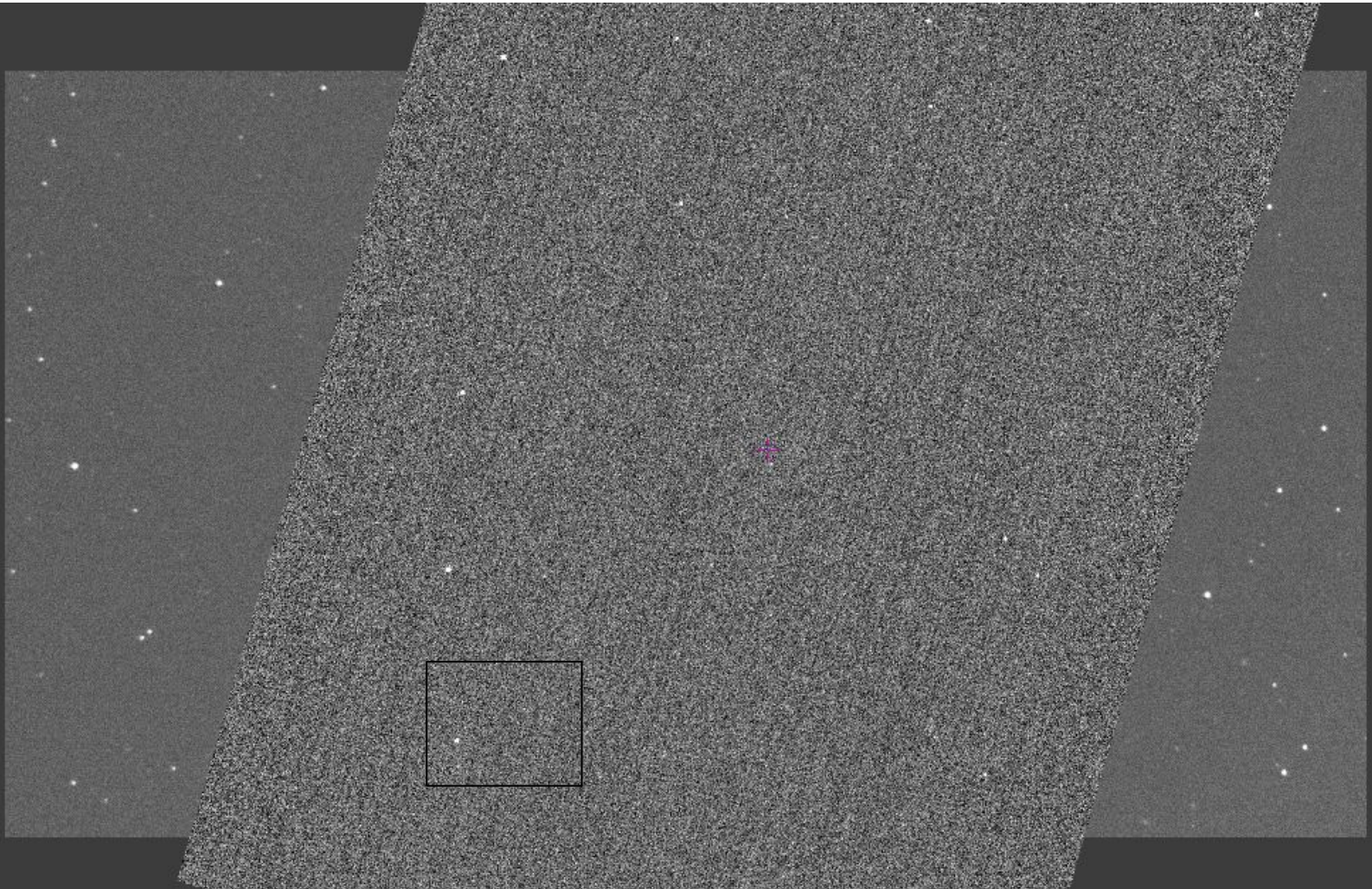


Newton 150/750 , 10s de pose, filtre Astronomik proplanet 807 IR, imx585 (refroidit à  $-2^{\circ}\text{C}$ ), un champs à  $60^{\circ}$  de hauteur au méridien, pas de lune, pas de nuage.





# Un mot sur imx174/imx585

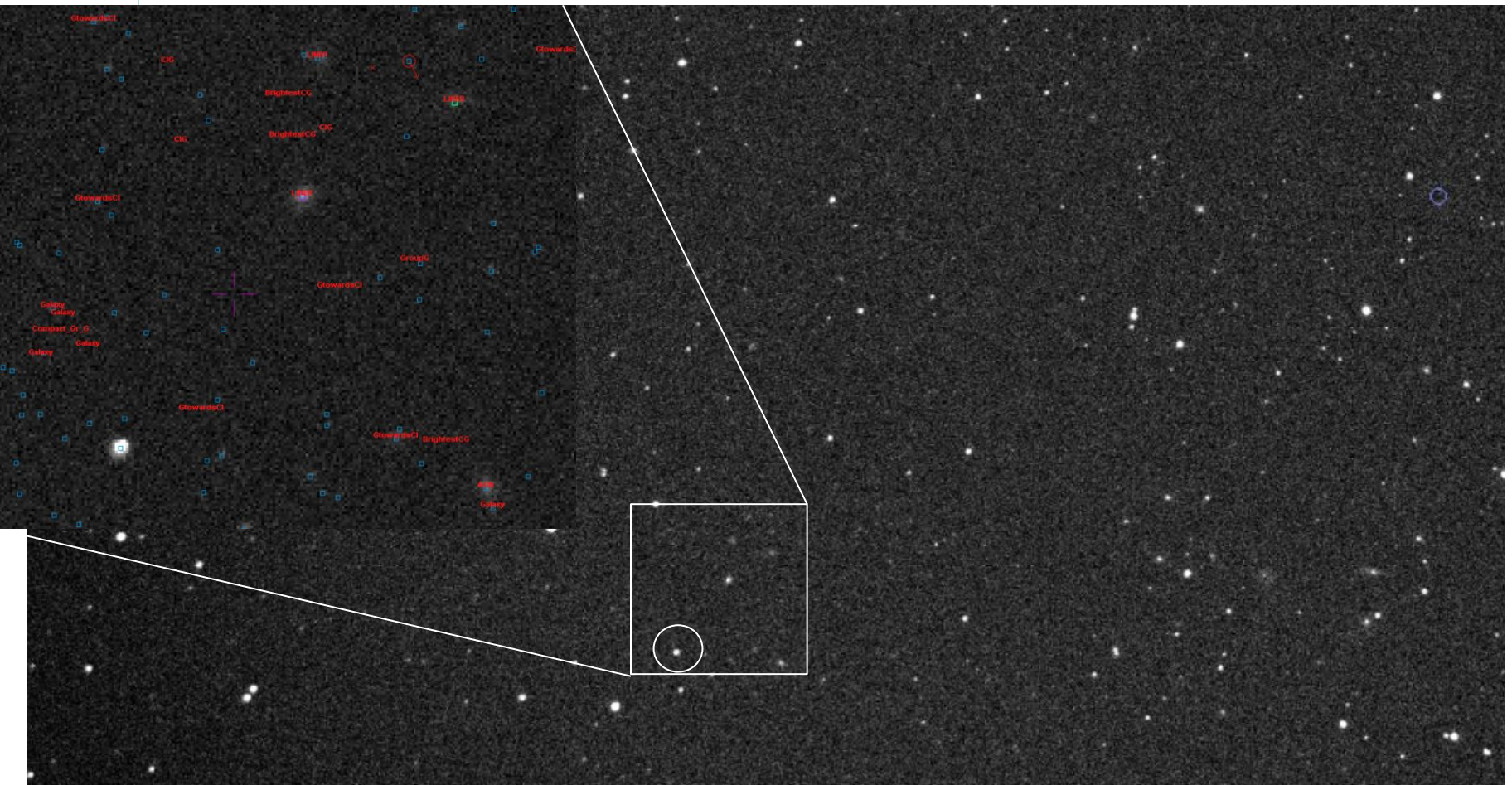


En superposition, à 5 min d'intervalle, l'image avec un imx174.





Un mot sur  $\text{imx174/imx585}$

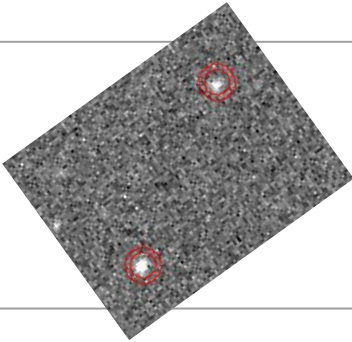
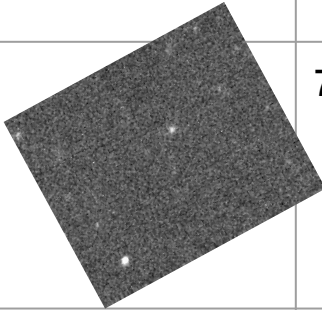
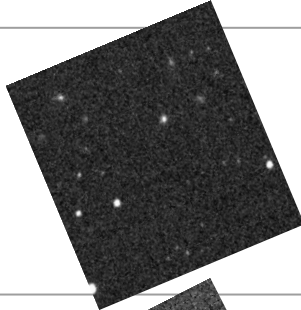
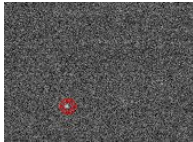
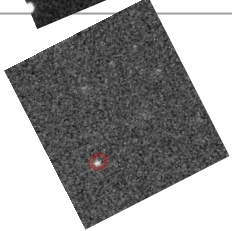



Newton 150/750 , 10s de pose, pas de filtre , imx585 (refroidit à  $-2^{\circ}\text{C}$ ), un champs à  $60^{\circ}$  de hauteur au méridien, pas de lune, pas de nuage.



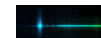
# Un mot sur imx174/imx585

- S/N via la fonction centroid de Prism.
- Valeur **indicative** uniquement ( dépendance à la focalisation, binning, coma, ... )

S/N	ST7me :)	imx174	imx585
Clear	59 	61 	76 
Red astrodon I ( 600-700nm)	N/A	8 ( IC1194 invisible) 	9 
IR 807nm+	N/A	8 ( IC1194 invisible)	32 

IC1194

u (AB) 16.897 [0.012] C 2012ApJS...203...21A  
g (AB) 14.842 [0.002] B 2012ApJS...203...21A  
r (AB) 13.933 [0.002] B 2012ApJS...203...21A  
i (AB) 13.542 [0.002] C 2009ApJS...182...543A  
z (AB) 13.154 [0.003] B 2012ApJS...203...21A



# Un mot sur imx174/imx585

- La conclusion ?
- l'imx585 est assez remarquable :
  - Pas d'amp glow
  - une légère amélioration de la détectivité en large bande
  - une amélioration significative de la détectivité sur la partie infrarouge ( probablement un gain d'un facteur 3 sur le temps de pose)
- Pour les Phemu/Phesat :
  - Si la cible est loin de saturne : imx174 reste un bon choix, même si l'imx585 est probablement un peu meilleur
  - Si la cible est proche de saturne : l'imx585 est un très bon choix associé avec un filtre IR (ou les dérivés type imx662 )

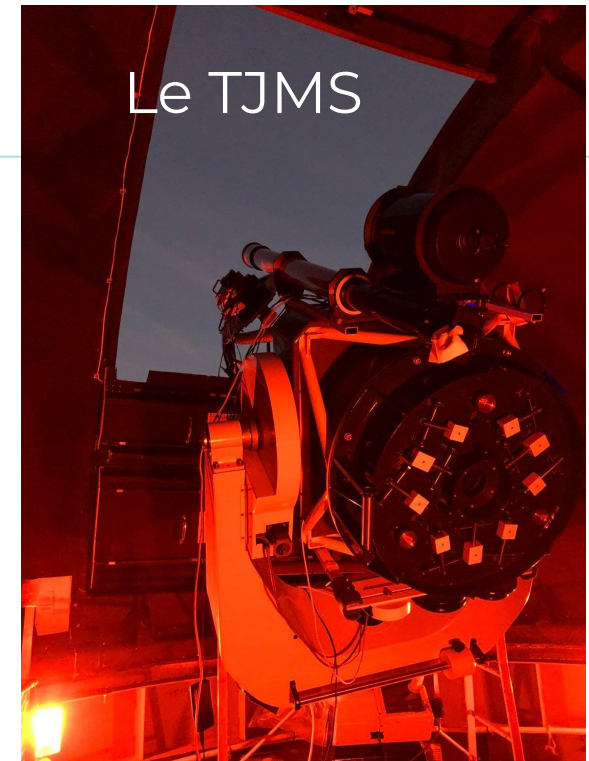


11x10s de pose,  
champs de IC 1179  
Mag Rp lim : 17

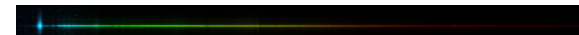




# Les acteurs



Mais accessible avec un 300mm ( type C11 / RC12 ) et bienvenu pour contribuer aux mesures.





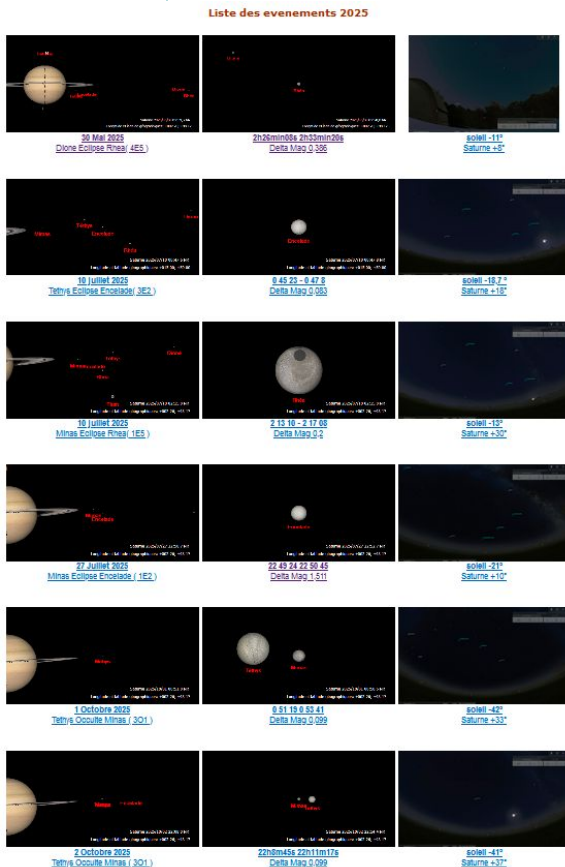
# Sélection des évènements

Methode de sélection : les conditions suivantes :

	trop de soleil
	delta mag trop faible ( <50mmag)
	sous l'horizon
	beaucoup de lune ( non rédhibitoire )

Liste d'événement disponible sur :

[http://www.astrosurf.com/whitebridge/phesat/index\\_p\\_hesat.html](http://www.astrosurf.com/whitebridge/phesat/index_p_hesat.html)



Etape	Nombre	Notes
Mai / Juin 2024	(1+ ) 1	
S2 2024	2 (+ 1)	
Mai-juillet 2025	4	2 la même nuit ( 10juillet)
octobre-décembre 2025	8	( +2 dans l'ombre)
2026	1	

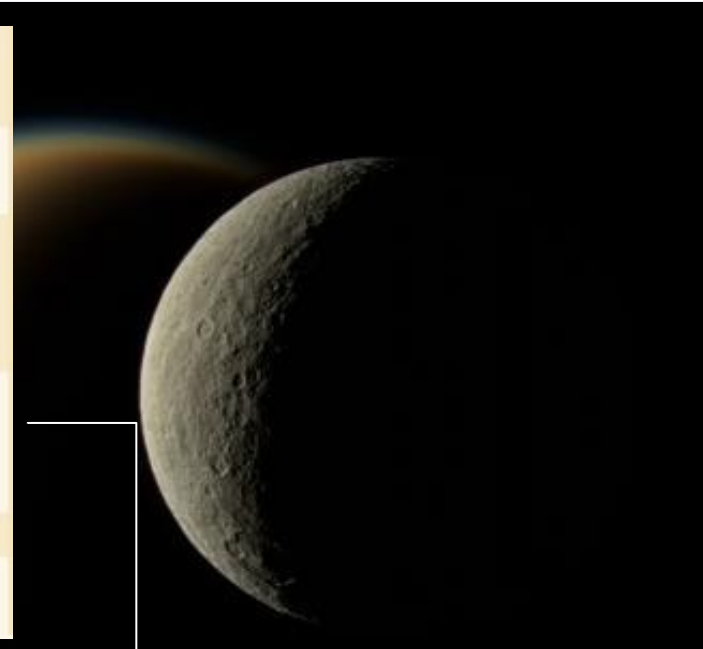


	trop de soleil
	delta mag trop faible (<50mmag)
	sous l'horizon
	beaucoup de lune

Rating	mis sur le site ?	commentaire	Date beg/	nd: h m s s	nd: h m s s	Type	Dur(m)	Impact	m	Δm	limb(°)	dlat(°)	l	Planal(°)	Sun(°)	Moon phase
0	oui	pour test	2024 9 20	3 40 46	3 46 9	302	9.4	0.715	10.4	0.097	22.7			17.597	-4.577	0.788
1	oui		2024 6 24	1 21 02	1 36 34	203	9.9	0.064	10.3	0.206	25.55			16.712	-15.063	0.948
			2024 7 10	4 47 40	5 2 08	301	14.5	0.294	11.3	0.235	4.87			34.806	8.049	0.275
			2024 8 13	2 16 56	2 16 21	302	1.4	0.95	10.1	0.002	26.27			34.551	-19.576	0.521
		5" de hauteur au TJMS - 6" au pic faisable à toulouse ou au pic ?	2024 10 2	2 57 59	3 7 25	353	9.5	0.355	10.1	0.25	23.54	0.54		5.694	-25.542	0.037
			2024 11 6	1 1 20	1 7 59	352	6.7	0.385	10.2	0.275	24.64	1.52		1.015	-53.331	0.266
2	oui	intéressant	2024 11 14	21 10 34	21 21 2	163	10.5	0.107	10.4	0.255	6.33	1.65		27.413	-45.413	0.93
	oui	Très difficile - en sorti d'ombre !	2024 11 16	15 9 36	15 16 48	163	7.2	0.65	10.4	0.119	4.19	1.58		31.555	-19.622	0.93
3	oui	intéressant	2024 12 13	19 43 5	19 45 23	162	2.2	0.487	11.7	0.445	16.03	2.02		25.32	-36.413	0.662
			2024 12 28	21 29 44	21 31 15	162	1.6	0.75	11.7	0.132	15.95	1.56		2.987	-52.157	0.135
			2024 12 30	19 0 35	19 1 57	352	1.5	0.917	10.4	0.019	24.44	2.57		23.421	-27.735	0.03
			2025 2 3	17 23 55	17 26 34	263	2.6	0.65	10.5	0.14	21.97	1.55		20.532	-5.205	0.353
4	oui	8" pas possible au tjms - Intéressant, mais sur instrum	2025 3 30	2 26 05	2 33 20	463	7.2	0.431	9.5	0.386	45.29	5.02		9.035	-11.604	0.23
			2025 7 1	3 19 00	3 39 47	359	20.5	0.355	9.4	0.359	15.3	3.59		33.74	-5.171	0.401
	oui	Très faible et pleine lune	2025 7 10	0 45 23	0 47 5	352	1.5	0.783	10.2	0.053	25.79	3.74		15.041	-15.719	0.942
5	oui	intéressant (lune presque couchée)	2025 7 10	2 13 10	2 17 05	159	4	0.577	9.5	0.195	24.55	7.44		30.355	-13.075	0.949
			2025 7 25	2 55 59	3 0 5	352	1.1	0.592	10.2	0.03	25.55	3.95		39.317	-10.765	0.032
6	oui	intéressant	2025 7 27	22 49 24	22 50 45	162	1.3	0.097	11.5	1.511	15.9	3.04		10.854	-21.243	0.22
			2025 8 13	23 10 45	23 12 7	353	1.4	0.592	10.1	0.025	25.29	2.52		24.352	-26.714	0.661
7	oui	intéressant	2025 10 1	0 51 19	0 53 41	301	2.4	0.434	10.2	0.099	19.57			33.777	-42.403	0.566
8	oui	intéressant	2025 10 2	22 5 45	22 11 17	301	2.5	0.167	10.2	0.099	19.55			37.53	-41.76	0.692
			2025 10 2	23 40 49	23 42 15	302	1.4	0.505	10	0.054	26.97			37.754	-45.772	0.696
			2025 10 4	19 26 45	19 26 22	301	1.6	0.76	10.2	0.035	19.54			22.325	-21.352	0.525
			2025 10 5	19 19 6	19 21 17	304	2.2	0.587	9.6	0.029	35.92			23.295	-21.452	0.555
	oui	dans l'ombre	2025 10 21	21 17 13	21 17 54	301	0.7	0.135	11.4	0.305	10.31			37.946	-42.135	0.033
9	oui	intéressant	2025 10 21	21 30 19	21 33 11	305	2.9	0.432	9.2	0.251	29.91			35.124	-44.747	0.034
10	oui	intéressant mais lune juste à côté et à côté des anneaux	2025 11 2	23 35 14	23 39 27	203	1.2	0.104	10.1	0.205	6.92			26.11	-35.925	0.603
11	oui	intéressant mais à côté des anneaux	2025 11 6	15 34 45	15 36 14	403	1.4	0.633	9.7	0.185	9.9			30.54	-20.479	0.9
12	oui	intéressant mais faible	2025 11 9	0 6 39	0 15 17	205	11.6	0.451	9.6	0.105	23.51			15.539	-35.035	0.73
			2025 11 24	15 12 16	15 13 50	304	1.7	0.077	9.7	0.552	0.06			14.521	8.094	0.265
13	oui	intéressant mais faible	2025 11 26	19 24 19	19 21 9	405	6.5	0.654	9.3	0.112	47.32			37.722	-23.165	0.403
	oui	Téthys est dans l'ombre	2025 12 6	22 12 33	22 14 12	403	1.7	0.329	9.5	0.415	2.99			19.355	-55.911	0.546
			2025 12 5	19 54 7	20 1 2	502	6.9	0.513	9.7	0.045	5.07			34.351	-35.45	0.706
14	oui	intéressant mais faible	2025 12 9	21 37 29	21 38 32	401	1	0.534	10.4	0.097	9.24			22.556	-54.537	0.631
			2025 12 13	15 34 24	15 36 23	304	2	0.234	9.5	0.427	17.49			25.329	2.195	0.355
			2025 12 13	20 36 43	20 51 15	706	14.5	0.622	8.5	0.007	156.25			25.392	-45.303	0.373
15	oui	intéressant	2026 1 15	15 43 59	15 46 59	203	3	0.337	10.4	0.205	24.65			27.555	-22.495	0.192

# Et titan ?

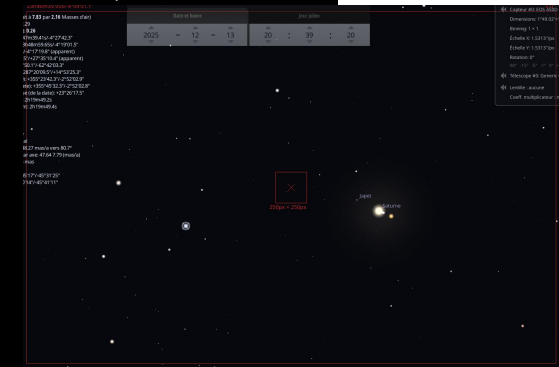
		Mag. apparente maximale
SI	Mimas	12,7
SII	Encelade	11,6
SIII	Téthys	10,1
SIV	Dioné	10,2
SV	Rhéea	9,5
SVI	Titan	8,2
SVII	Hypérion	14,2
SVIII	Japet	10,2-11,9
SIX	Phoebe	16,5

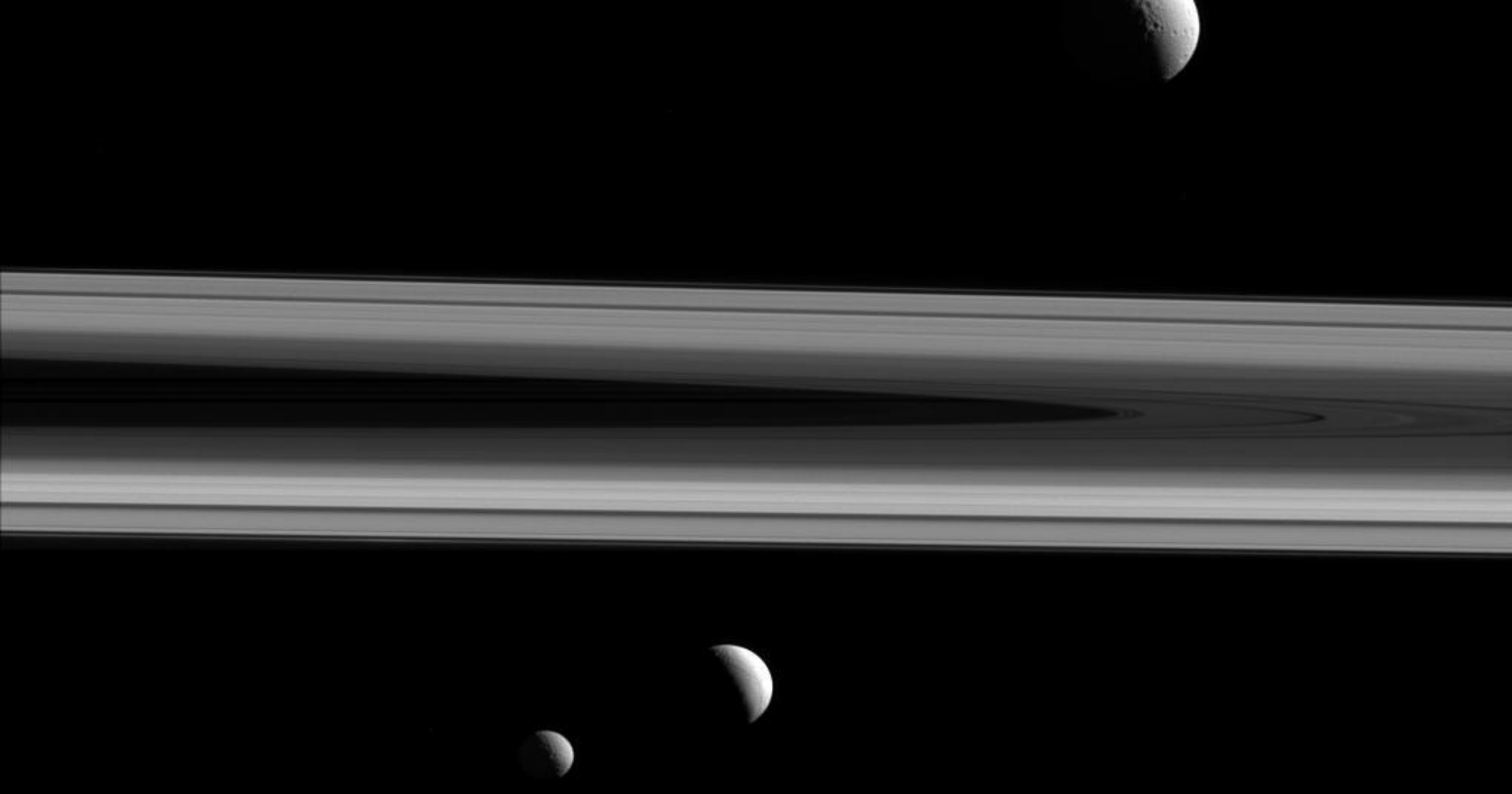


Aucun évènement retenu avec Titan :(

En fait, un évènement le 13 décembre 2025, Delta mag 7mmag

Est-ce jouable ?

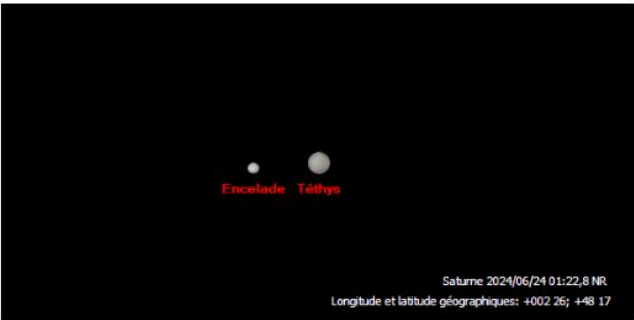




Les premiers résultats  
Juin 2024 - Juin 2025



# 24 Juin 2024 : Encelade Occulte Tethys



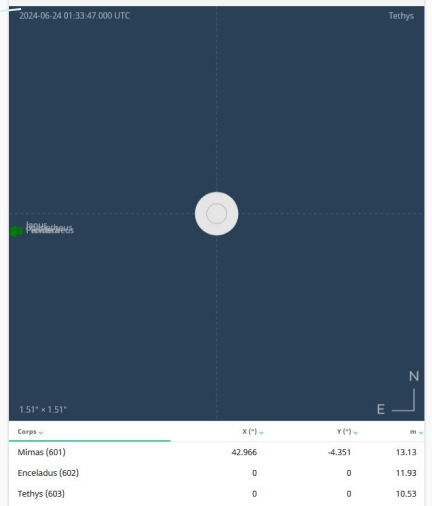
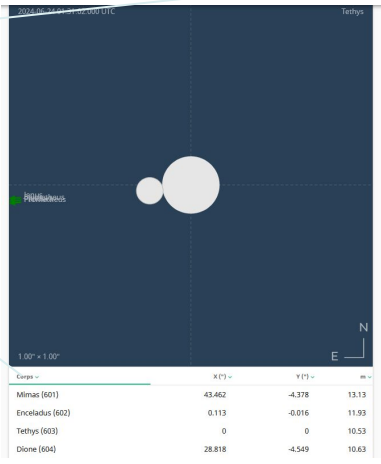
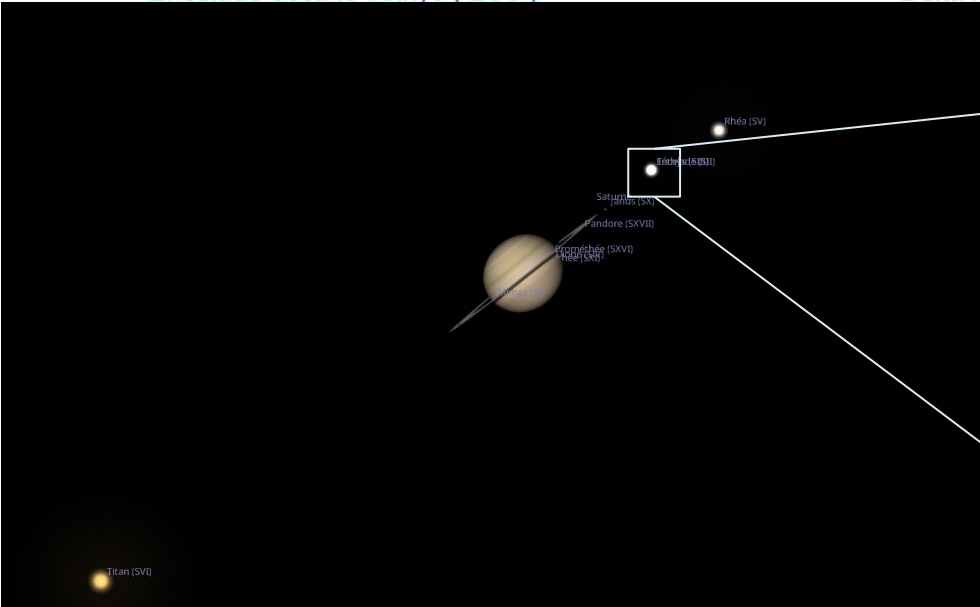
24 juin 2024

Encelade occulte Tethys ( 203 )

1h31min02s - 1h36min34s

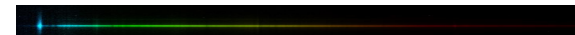
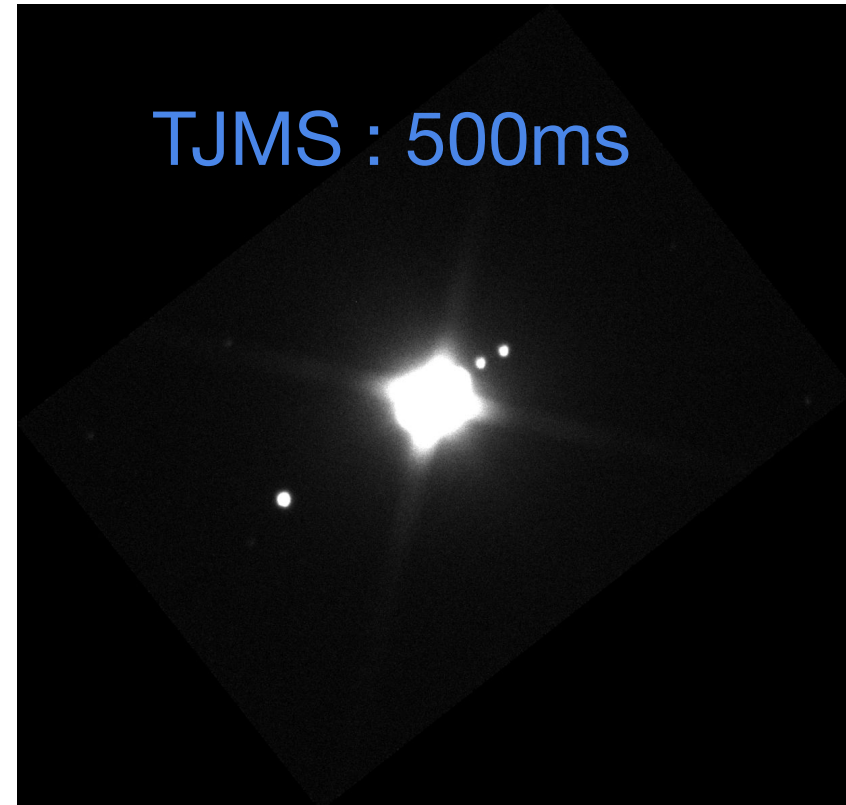
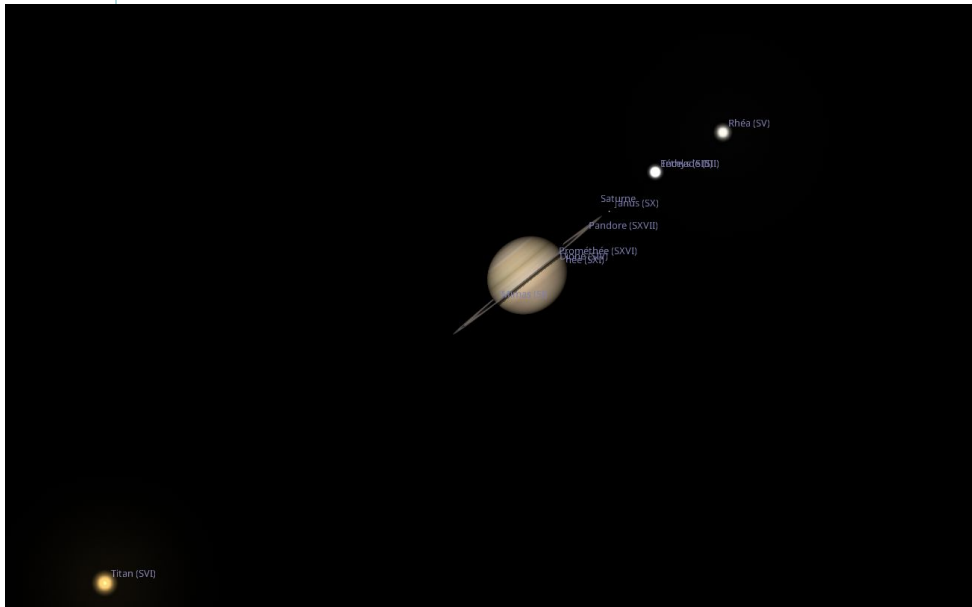
Delta Mag 0,2

soleil : -15°

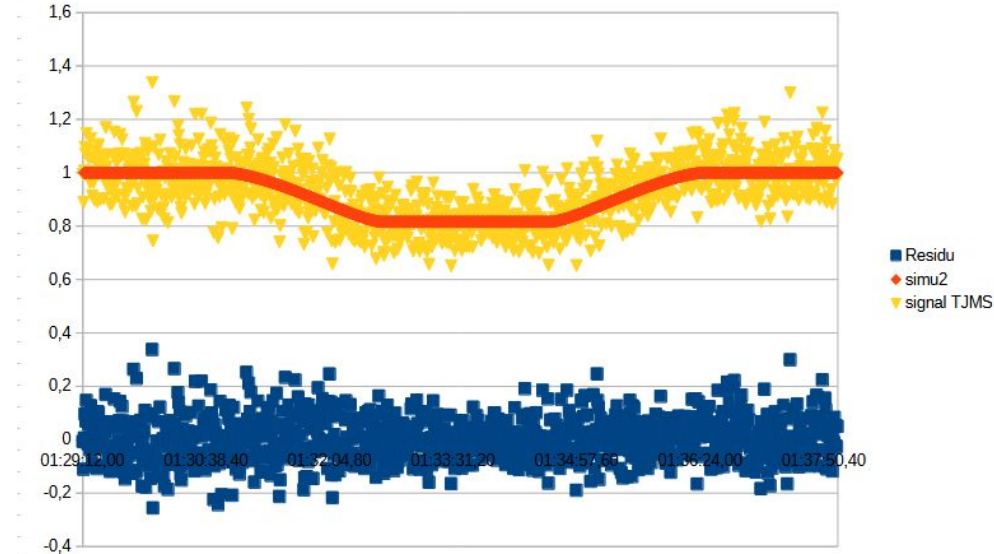
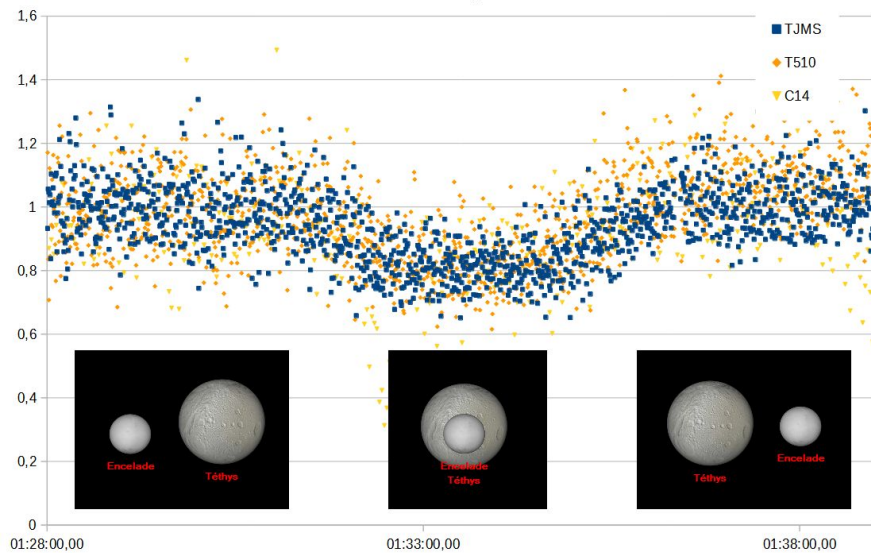


# Les mesures (24 juin 2024)

- Observation coordonnées de 3 télescopes au Centre d'Astronomie Jean-Marc Salomon
  - le 600mm
  - le 500mm
  - le C14
- Tous débutant en Phesat :)



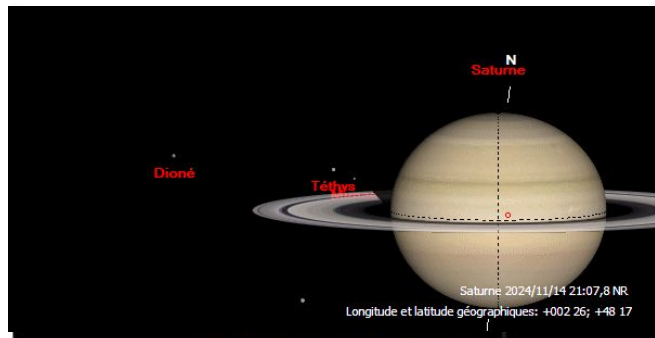
# Les mesures (24 juin 2024)



- 6 observations au TJMS ( dont 3 au CAJMS )

TJMS  
500ms imx571  
RMS 82mmag

# 14 nov. 2024 Mimas eclipse Tethys



14 Novembre 2024  
Mimas Eclipse Tethys ( 1E3 )

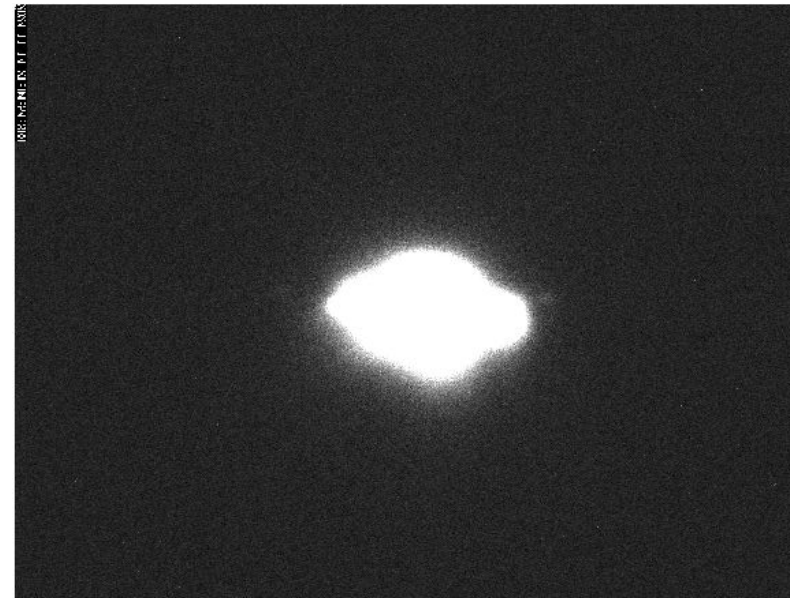


21h10min34s 21h21min02s  
Delta Mag 0,255



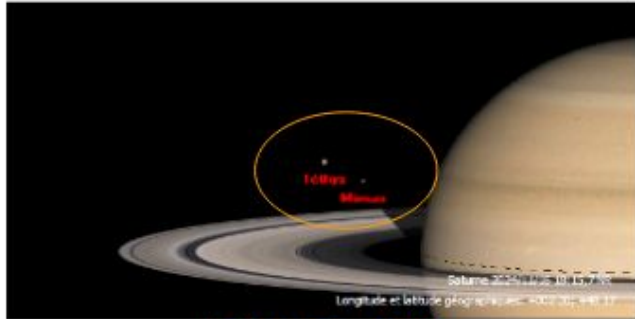
soleil : -48°

- 3 équipes ont pu faire des mesures
- Analyse très difficile





# 16 nov. 2024 Mimas Eclipse Tethys



16 Novembre 2024  
Mimas Eclipse Tethys ( 1E3 )

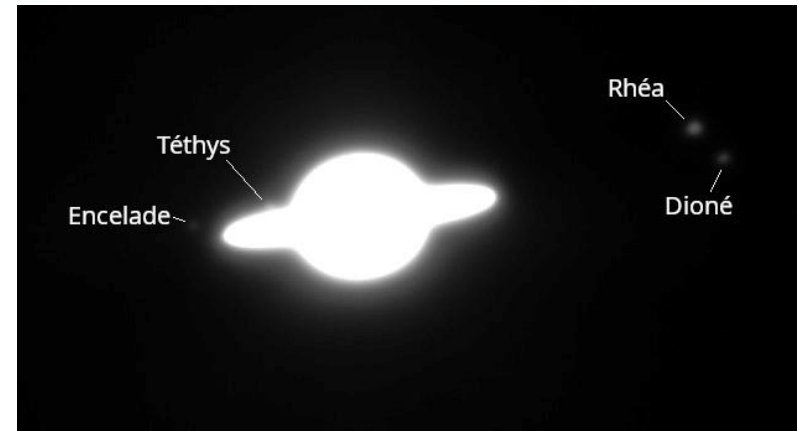


18h09min36s 18h16min45s  
Delta Mag 0,119



soleil : -19°  
En sorti de l'ombre de Saturne

- pas mieux :/
- Pas de filtre utilisé : satellite baigné dans la lumière de saturne...
- Extraction de l'information très difficile



# 16 nov. 2024 Mimas Eclipse Tethys

Conclusion : il faut travailler sur la lumière parasite ? / augmenter la focale ? / coronographe ?

Test d'un occultant type coronographe :

- fil tendu qui cache saturne
- double système de lentille pour construire une vraie réjection ( pas si simple ... )
- Système à  $\sim f/11$
- Premier tests intéressant, mais atténuation de la lumière parasite pas si évident.



# 13 Dec 2024 : Mimas eclipse Encelade



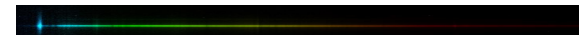
13 Decembre 2024  
Mimas Eclipse Encelade( 1E2 )



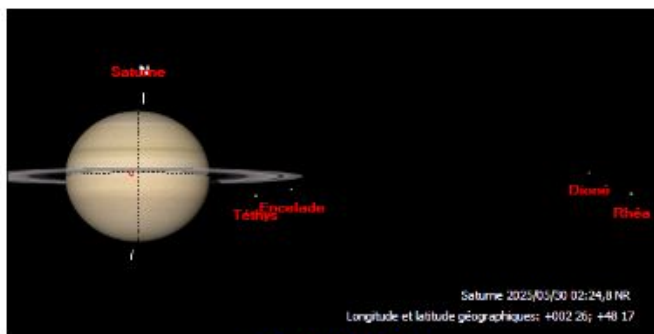
19h43min08s - 19h45min23s  
Delta Mag 0,445



- Pluie partout en france ...



# 30 Mai 2025 : Dione Eclipse Rhea



30 Mai 2025  
Dione Eclipse Rhea( 4E5 )



2h26min08s 2h33min20s  
Delta Mag 0,386



soleil -11°  
Saturne +8°

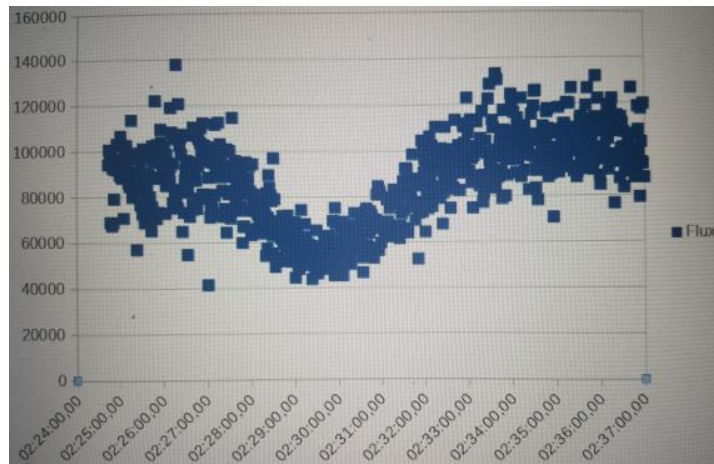
- Une observation particulièrement difficile car Saturne était à 8° au dessus de l'horizon
- Pas d'observation possible pour les gros télescope ( souvent limité par la coupole )






# 30 Mai 2025 : Dione Eclipse Rhea

- Une mesure réalisée avec un C11 et un imx174 ( sans filtre), avec une nuit d'une grande qualité
- La chute de magnitude de  $\sim 0,4$  est facilement visible
- A noter : très bon tracking de pymovie, malgré la déformation de l'image due à la réfraction atmosphérique



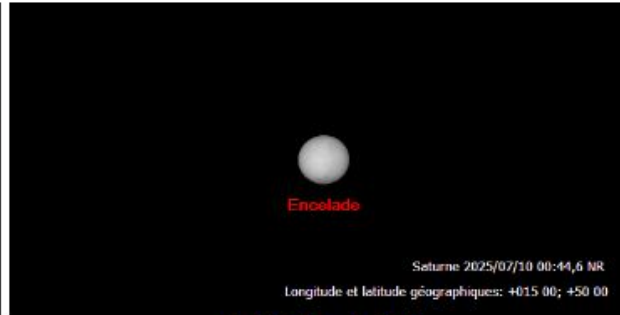
The background of the slide is a high-resolution image of Saturn's rings, showing the complex structure of the rings with various bands of different widths and colors, ranging from light beige to dark brown. The rings are curved, following the shape of the planet.

# Les événements à venir Juillet 2025 - Janvier 2026

# 10 Juillet 2025 : 2 événements



10 juillet 2025  
Tethys Eclipse Encelade( 3E2 )



0 45 23 - 0 47 8  
Delta Mag 0,083



soleil -18,7 °  
Saturne +18°



10 juillet 2025  
Mimas Eclipse Rhea( 1E5 )



2 13 10 - 2 17 08  
Delta Mag 0,2



soleil -13°  
Saturne +30°

- Une nuit exceptionnelle en perspective
- 2 évènements la même nuit
- Loin des anneaux, donc mesurables sans filtres
- le 80mmag reste un challenge :)



# 27 Juillet 2025 : Mimas Eclipse Encelade



27 Juillet 2025

Mimas Eclipse Encelade ( 1E2 )



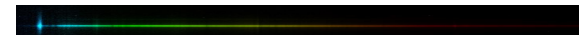
22 49 24 22 50 45

Delta Mag 1,511



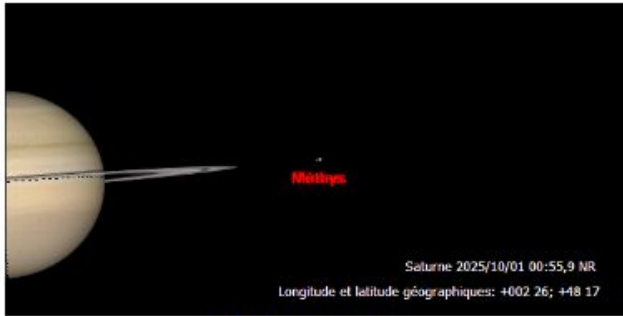
soleil -21°  
Saturne +10°

- Une belle chute de magnitude.
- Distance intermédiaire des anneaux ( sans filtre)
- Mais très bas sur l'horizon : 10°





# 1 & 2 Oct 2025 : Tethys Occulte Mimas



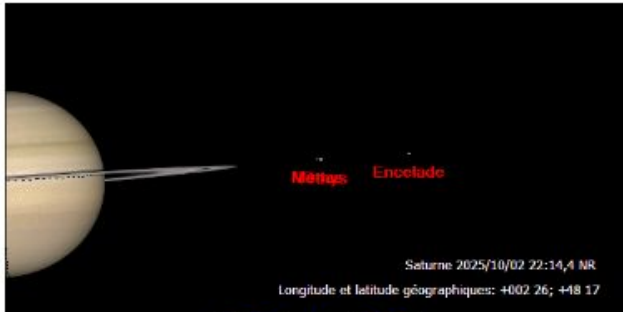
1 Octobre 2025  
Tethys Occulte Mimas ( 301 )



0 51 19 0 53 41  
Delta Mag 0,099



soleil -42°  
Saturne +33°



2 Octobre 2025  
Tethys Occulte Mimas ( 301 )

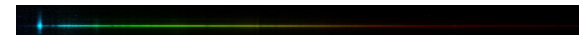


22h8m45s 22h11m17s  
Delta Mag 0,099



soleil -41°  
Saturne +37°

- Une faible chute de magnitude
- mais de bonnes conditions de mesures



# 21 Oct 2025 : Tethys Occulte Rhea



21 Octobre 2025  
Tethys occulte Rhea ( 305 )

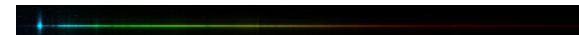


21 30 19 21 33 11  
Delta Mag 0,0251

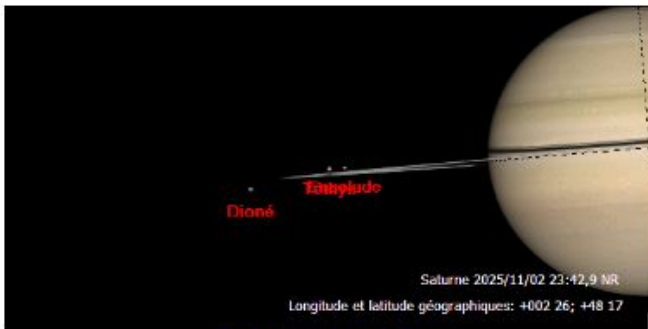


soleil -44°  
Saturne +38°

- Une belle observation assez facile de la Mag : 0,251



# 2 & 6 nov. 2025 : dans les anneaux



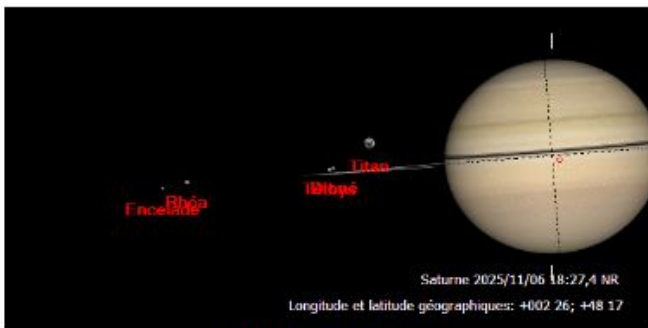
**2 Novembre 2025**  
**Encelade occulte Tethys ( 203 )**



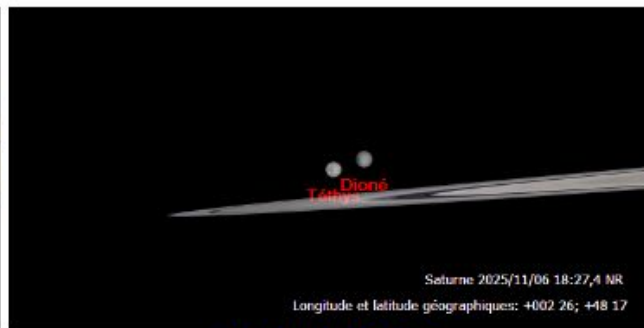
**23 38 14 23 39 27**  
**Delta Mag 0,386**



**soleil -56°**  
**Saturne +26°**



**6 Novembre 2025**  
**Diane occulte Tethys ( 403 )**

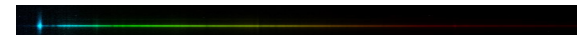


**18 24 48 18 26 14**  
**Delta Mag 0,166**



**soleil -20°**  
**Saturne +30°**

- Deux phénomènes en quasi contact avec les anneaux
- Un challenge sur la prise de vue et sur l'analyse



# 26 Nov. 2025 : Tethys Occulte Rhea



**26 Novembre 2025**  
Dione Occulte Rhea( 405 )



**19 24 19 19 31 9**  
Delta Mag 0,112



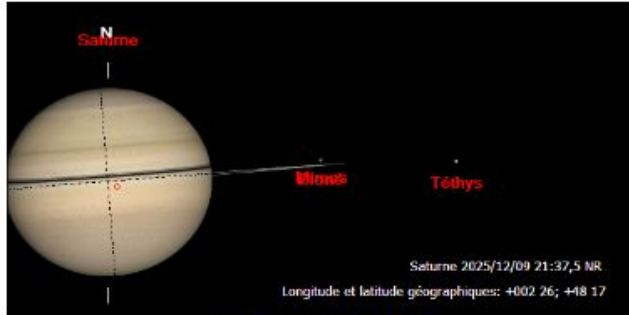
**soleil -33°**  
Saturne +37°

- Une belle observation assez facile , en fonction de la météo.

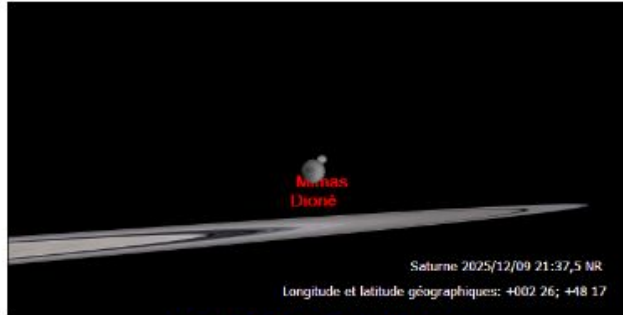




# 9 Dec. 2025 : Dione occulte Mimas



9 décembre 2025  
Dione occulte Mimas ( 401)

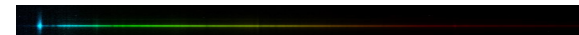


21h37m29s 21h38m32s  
Delta Mag 0,097



soleil -54°  
Saturne +22°

- Une observation très difficile :
  - proches des anneaux
  - proches de saturne
  - Tethys est dans l'ombre, puis sort de l'ombre



# L'évènement de 2026



15 Janvier 2026

Encelade occulte Tethys ( 203 )



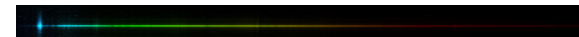
18h43min59s - 18h46min59s

Delta Mag 0,206



soleil -22°

- Un phesat “facile” pour finir :)



En synthèse



# En synthèse



- 4 jeux de mesures sur 5 événements ( Un événement sans mesure à cause de la météo)
  - 12 évènements à venir
    - 8 événements plutôt “facile”
    - 4 événements difficile ou très difficile
- et un 13eme pour Titan ??
- Un gros diamètre est préférable (>50cm), mais un C11 , avec une caméra CMOS et une bonne base de temps permet de faire une belle mesure.







Fin de la présentation