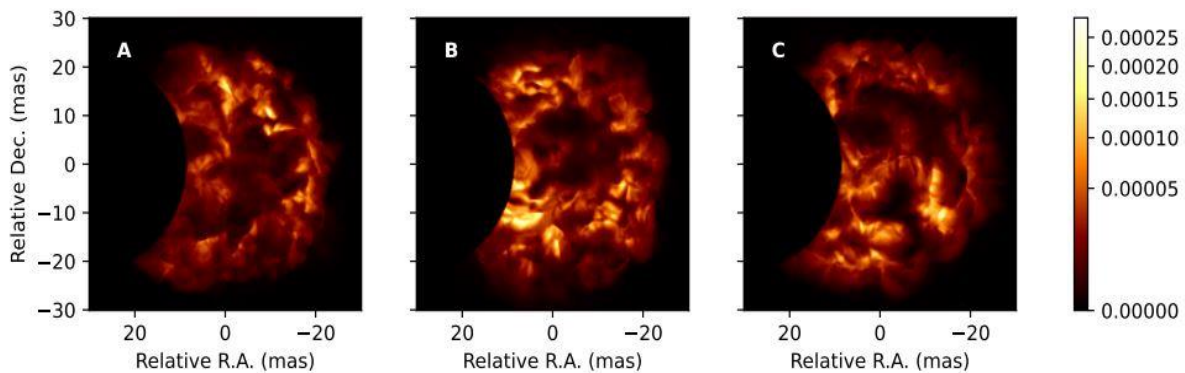


<https://proam-gemini.fr/photometrie-et-spectroscopie-de-betelgeuse-%ce%b1-ori-lors-de-son-occultation-par-319-leona-du-12-12-2023/>

with English (machine only) translation to English below:

Photometry and spectroscopy of Betelgeuse (α Ori) during its occultation by 319 Leona on 12/12/2023

by Stéphane | 15 Jul 2023 | [Featured](#) , [Call for Observation](#) , [Active collaboration](#) , [Occultation](#) , [Photometry](#) , [Spectroscopy](#) | [0 comments](#)



On December 12, 2023, Betelgeuse will be occulted by asteroid [319 Leona](#) along a very thin band that will pass north of the Mediterranean.

This occultation will be exceptional: Leona and Betelgeuse will have almost the same apparent size (~ 50 mas visible). The phenomenon will look more like an (annular) eclipse than a standard occultation.

During Leona's entry and exit from the Betelgeuse disk (which will last only a few seconds), it will be possible to obtain information on the distribution of convective cells on the surface of the star. What good is it, since we can obtain an image of the surface of the star by interferometry at the [VLT](#)? The VLT only observes in the infrared (between 1 and 13 μ m).

Obtaining light curves in visible light (ideally R, G and B bands, or even in narrow filter), will make it possible to compare the distribution of light on the surface of the star with an infrared observation.

This result will be unprecedented since there is no visible light interferometer allowing such an observation to be made. Note, for the experiment to work, it will be imperative to determine the shape of Leona, and for this to also carefully observe the occultations of other stars by Leona, in particular: September 13, October 29, December 30 and 31, 2023 .

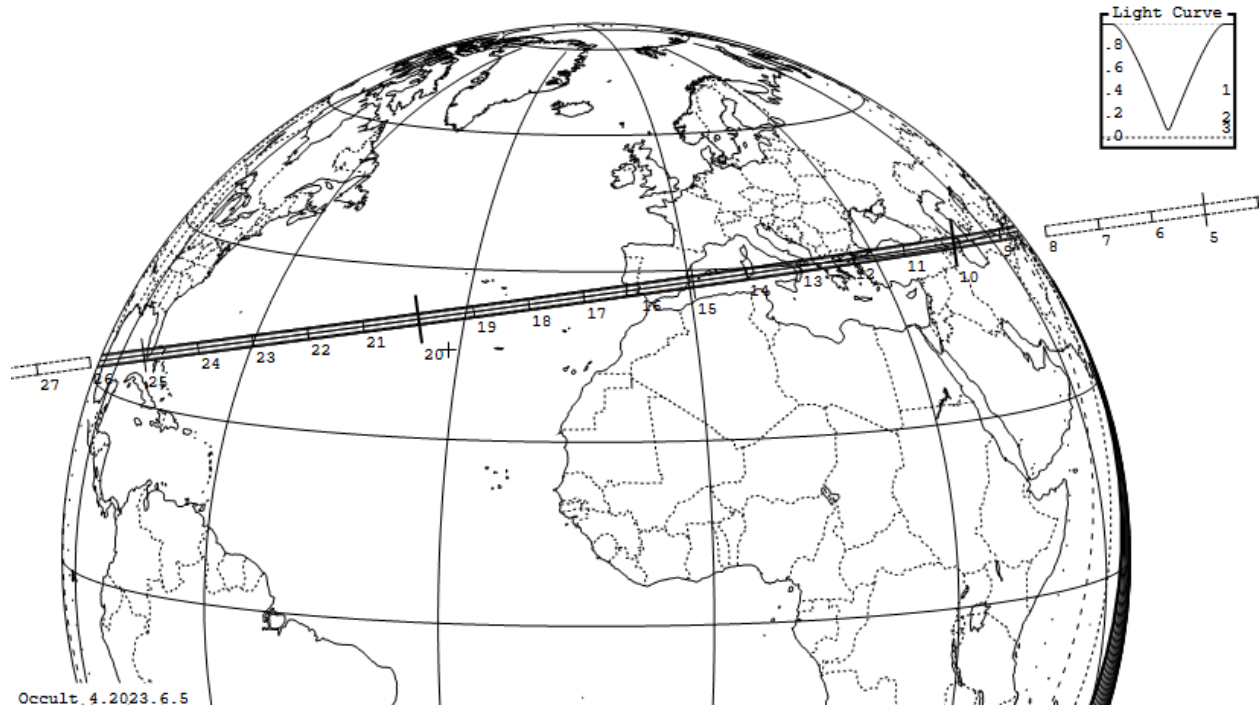
It will therefore be necessary to obtain photometric observations with exposure times of a few tens of milliseconds. With Betelgeuse near magnitude 0, this seems feasible, but it is not possible to predict exactly how bright Betelgeuse will be in the heart of the occultation.

In addition, it will be necessary to coordinate the observers to distribute the observations according to different filters.

To go further, it will also be interesting to obtain visible spectrometry to see if the width of the atomic lines changes during the occultation, which would reveal the velocity distribution of the convective cells on the surface of the star.

<pre> OBJ: (Mag = 0.1 mas) Mv 0.5; Mb 2.0; Mr -1.8 RA = 5 55 10.3441 (astrometric) Dec = 7 24 28.652 [of Date: 5 56 29, 7 24 43] Prediction of 2023 Jun 15.2 Reliable - position from UBSC </pre>	<pre> Durations: max = 11.0 secs 1km = 0.19 secs, 1mas = 0.25 secs Mag Drop: 2.9 [93%]v, 2.9 [93%]r Sun : Dist = 162° Moon: Dist = 151°, illum = 1% Error 34.4 x 4.0 mas in PA 92° </pre>	<pre> ASVELTU. Mag = 14.2 Dia = 61 ±3km, 46 mas Parallax = 4.864" Hourly dRA = -1.949s dDec = -3.98" JPL#65:INTG:2023-Apr-27, Known errors </pre>
---	---	---

93% Annular Occn. Expect fades >12 secs (star dia)
 Double star; Variable star





1) : LESIA, Observatoire de Paris, Université PSL, CNRS, Sorbonne Université, Université Paris-Cité, 5 place Jules Janssen, 92195, Meudon, France
2) : Institut Polytechnique des Sciences Avancées I1SA, 63 boulevard de Brandebourg, F-94200 Ivry-sur-Seine, France
3) : IMCCE, Observatoire de Paris, Université PSL, CNRS, Sorbonne Université, Univ. Lille, 77 av. Denfert Rochereau, 75014 Paris, France

1. Les grandes inconnues des supergéantes rouges

Les supergéantes rouges sont l'état final des étoiles massives ($M_{\odot} > 8 M_{\odot}$). Naines bleues sur la séquence principale, ces étoiles ont subi une perte de masse correspondant à un milliard de fois celle du Soleil, pour donner, au moment de leur mort, une étoile moyenne. Dans cet état, qui ne dure que quelques centaines de millions d'années, l'étoile perd continuellement de sa matière par son vent stellaire (une perte de masse 7 fois plus dense que le vent solaire). Cette perte de masse varie de 10^{-5} à $10^{-4} M_{\odot}$ par an, elle contribue à l'enrichissement chimique du milieu interstellaire (les fameuses « poussières d'étoiles »), mais décide aussi du destin de l'étoile. En effet, c'est elle qui va déterminer la masse finale de l'étoile (et donc si elle deviendra une étoile à neutrons ou un trou noir). C'est également le taux de perte de masse, avec le taux de rotation de l'étoile, qui déterminera si elle effectuera une « boucle vers le bleu » : une excursion vers la partie chaude du diagramme Hertzsprung Russell.

Or, l'origine de la perte de masse demeure inconnue. Les supergéantes rouges ont un champ magnétique faible (quelques gauss), et ne constituent ni éjecteur, ni quasar, noté de grande échelle.

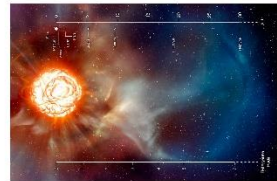


Figure 1 : Vue d'artiste d'une supergéante rouge à l'échelle du système solaire. Le photographe correspond à l'orbite de Jupiter. Au lieu de décrire la perte de masse.

2. Bételgeuse, une supergéante rouge proche

Bételgeuse est sans conteste la plus célèbre et la plus proche des supergéantes rouges. Sa place préminente dans la constellation d'Orion le rend très facile à observer. Sa couleur orangée est remarquable et très bien visible de nuit. Elle est à 640, au grand total (à ± 1000 km) combinée à sa proximité ($d = 224$ pc ou 724 années-lumière, Harner et al. 2017) lui confèrent un grand diamètre apparent d'environ 42 mas (milli secondes d'arc, mesuré par interférométrie optique au VLTI en infrarouge proche, voir par exemple Montargès et al. 2021).

En raison de cette importante taille apparente, Bételgeuse est le laboratoire idéal pour mieux comprendre la perte de masse des supergéantes rouges en effet pour cette étoile. Il est possible de résoudre spatialement l'environnement de gaz et on peut-être grâce aux grands télescopes, et même la spectroscopie avec l'instrument VLT/SPHERE et le VLTI (Montargès et al. 2021).



Figure 2 : L'environnement de Bételgeuse et ses différents moyens d'observation qui permettent d'obtenir des données résolues spatialement de la photosphère jusqu'à l'interface avec le milieu interstellaire.

3. L'occultation de Bételgeuse par 319 Leona le 12 décembre 2023 : la synergie VLT/VLTI et astronomes amateurs

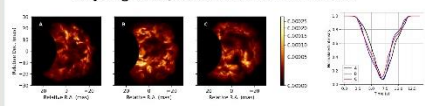


Figure 3 : Simulateur de l'occultation de Bételgeuse par Leona. Les 3 images de gauche montrent l'aspect 3D radiatif tridimensionnel de la surface convective d'une supergéante rouge (à l'échelle réelle) occultée par un corps sphérique. Les courbes de droite correspondent à la courbe de lumière pour chaque simulation. On remarque que la perte change en fonction du moment exact de contact. L'éclipse ne sera pas totale.

Le 12 décembre 2023, Bételgeuse sera occultée par l'astéroïde 319 Leona le long d'une très fine bande qui passera au nord de la Méditerranée (voir figure centrale). Cette occultation sera exceptionnelle : Leona et Bételgeuse auront quasiment la même taille apparente (~ 50 mas en visible). Le phénomène ressemblera plus à une éclipse partielle qu'à une occultation standard.

Recevoir l'ombre et la partie de l'anneau de Bételgeuse (qui ne dure que quelques secondes), sera possible d'obtenir des informations sur la distribution des cellules convectives à la surface de l'étoile. A quoi bon si on ne peut obtenir une image de la surface de l'étoile par interférométrie au VLTI. Le VLTI n'observe qu'en infrarouge (entre 1 et 13 μ m). L'obtention de courbes de lumière en lumière visible (idéalement bandes U, V et B, ou même en filtre étroit), permettra de comparer la distribution de lumière à la surface de l'étoile avec une observation infrarouge. Ce résultat sera inédit, puisqu'il n'y a pas d'interférométrie en lumière visible permettant de réaliser une telle observation.

A noter, pour que l'expérience fonctionne, il sera impératif de déterminer la forme de Leona, et pour cela d'observer aussi avec soin les occultations d'autres étoiles par Leona : le 13 septembre, le 29 octobre, les 30 et 31 décembre 2023.

Il faudra donc obtenir des observations photométriques avec des temps de pose de quelques dizaines de milli-secondes. Bételgeuse étant proche de la magnitude 0, cela semble réalisable, mais il n'est pas possible de prévoir exactement quelle sera la luminosité de Bételgeuse au cours de l'occultation. De plus, il faudra assurer une coordination des observateurs pour se répartir les observations suivant différents filtres.

Pour aller plus loin, il sera aussi intéressant d'obtenir de la spectroscopie en visible pour voir si la largeur des raies atomiques change au cours de l'occultation, ce qui révélerait la distribution de vitesse des cellules convectives à la surface de l'étoile.

4. Les observations dont nous avons besoin

Les observations proposées ont pour but de déterminer les caractéristiques du motif convectif à la surface de l'étoile. Les courbes de lumière en visible permettront de composer la distribution de lumière en surface et en infrarouge, et ainsi de voir si les meilleurs modèles numériques reproduisent bien la convection. La spectroscopie permettra de caractériser le champ de vitesse turbulent de la convection qui est censée contribuer au déclenchement de la perte de masse des supergéantes rouges.

La référence GPS des 1 mètre box habituelles sera suffisante.

- Pendant l'occultation :
 - Photométrie : courbes de lumière en filtres R, V, et B et H α avec des temps de pose < 100 ms (le cas échéant, du sans filtre convective également)
 - Spectroscopie : minimum 10 000, idéalement $R > 40 000$ - placer la fente sur le long de l'axe horaire et obtenir une seule exposition durant toute la durée de l'occultation, sans faire varier l'orientation ou un seul spectre le long de la fente, pour lequel on devrait voir la largeur des raies changer)
- Avant et après l'occultation :
 - Participer aux observations des autres occultations par Leona pour en déterminer la forme (le 13 septembre, le 29 octobre, les 30 et 31 décembre 2023).

Bibliographie

- Harner et al. 2017, The Astrophysical Journal, 851, 14, 462, 2017a, 164, 116, arXiv: 1709.09620
- Montargès et al. 2021, Nature, 594, 595, 2021, 10.1038/s41586-021-03901-9
- simulateur de Bételgeuse par Leona sur L'astéroïde : <https://code.cea.fr/cea/cea-ia/cea-ia/-/tree/master/319leona>

Remerciements

Région Île de France
This project received funding under the Framework Program for Research and Innovation "Horizon 2020" under the Marie Skłodowska-Curie Grant Agreement No. 945298.

L'occultation de Bételgeuse par 319 Leona le 12 décembre 2023

Miguel Montargès
LESIA Observatoire | PSL
Laboratoire d'Études Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique

Région Île de France

École de photométrie / Gemini
24 juin 2023

Derrick Llm
AP0D 21 Mar. 2018

This project received funding under the Framework Program for Research and Innovation "Horizon 2020" under the Marie Skłodowska-Curie Grant Agreement No. 945298.

Miguel Montargès L'occultation de Bételgeuse par 319 Leona le 12 décembre 2023 1/12

Observations of (319) Leona
We are facing great uncertainty about the dimensions of Leona.
[Dave Herald in 2022](#) had given this summary by different space missions on its dimensions:

NEOWISE 50.0 ± 5.0 km

AcuA 65.0 ± 4.2 km

IRAS 68.2 ± 11.0 km

MSX 81.3 ± 11.8 km

Weighted diameter = 60.9 ± 3.0 km

Knowing the apparent diameter and the shape of 319 Leona will be key elements for the success of this operation.

Light and rotation curves

Raoul Behrend (University of Geneva) therefore proposes to establish the curves of rotations and light of the asteroid as of now.

Leona is a long-period asteroid (18 days), it will be a question of making measurements during sequences of 15 minutes on successive nights.

For more details on the Cdr & CdL, see on [Gemini](#) and especially on the CdR & CdL site [within the framework of this campaign](#).

Ephemerides

The details of the occultation will be regularly updated and available on the [Lucky Star](#) and [IOTA/ES sites](#).

contacts

Scientific team

Montargès Miguel, LESIA, Paris Observatory

Desmars Josselin, IMCCE, Paris Observatory

Sicardy Bruno, LESIA, Paris Observatory

Kervella Pierre, LESIA, Paris Observatory

Amateur team in France

Thierry Midavaine -SAF - [Thierry.midavaine \[at\] saf-astronomie.fr](mailto:Thierry.midavaine[at]saf-astronomie.fr)

Arnaud Leroy - Uranoscope of Ile de France - IOTA/ES [arnaudastro \[at\] yahoo.fr](mailto:arnaudastro[at]yahoo.fr)

[The Occultations France](#) discussion group on the **Slack** platform brings together French-speaking enthusiasts wishing to participate in this campaign.

Occultations by (319) Leona in 2023

Occultations of stars by (319) Leona will also make it possible to specify its shape and dimensions.

Here is the list of occultation events to observe in 2023 provided by Josselin Desmars - IMCCE - on the Lucky Star website:

September 13, 2023

occultation of star [GDR3 3347400001862704896](#) G mag: 12



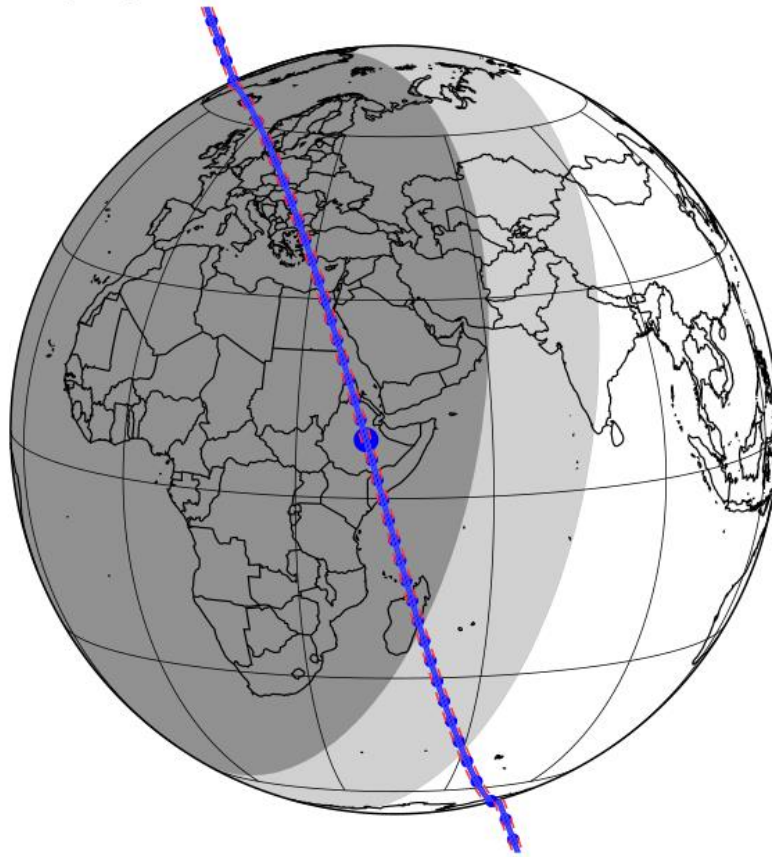
yyyy mm dd hh:mm:ss.s	RA_star_J2000	DE_star_J2000	C/A	P/A	vel	Delta	G*	RP*	H*
2023-09-13 03:46:29.1	05 42 12.5292	+14 00 04.108	1.064	13.08	21.53	2.5957	12.0	11.4	10.4

October 29, 2023

occultation of star [GRD3 3329912540006690816](#) G mag: 13.5

LEONIA, GALADRS+PREGALADRS, NIMAVS
updated: 2023-07-17 by Lucky Star

011561.0 0.0mas 0.0mas



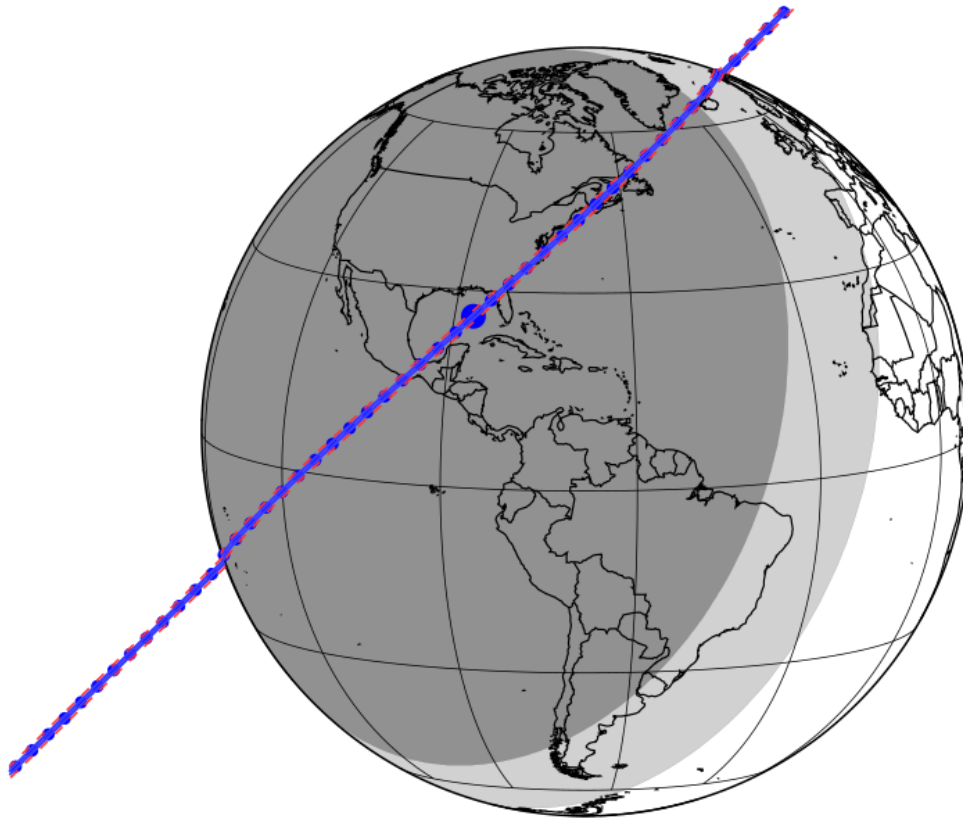
yyyy mm dd hh:mm:ss.s	RA_star_J2000	DE_star_J2000	C/A	P/A	vel	Delta	G*	RP*	H*
2023-10-29 00:44:06.2	06 12 29.1041	+10 18 48.159	0.336	249.94	5.89	2.0689	13.5	12.5	10.4

November 15, 2023

occultation of star [GDR3 3328614880063542528](#) Gmag: 12.7

LEONA, GALADRS+PREGALADRS, NIMAVS
updated: 2023-07-17 by Lucky Star

011561.0 0.0mas 0.0mas



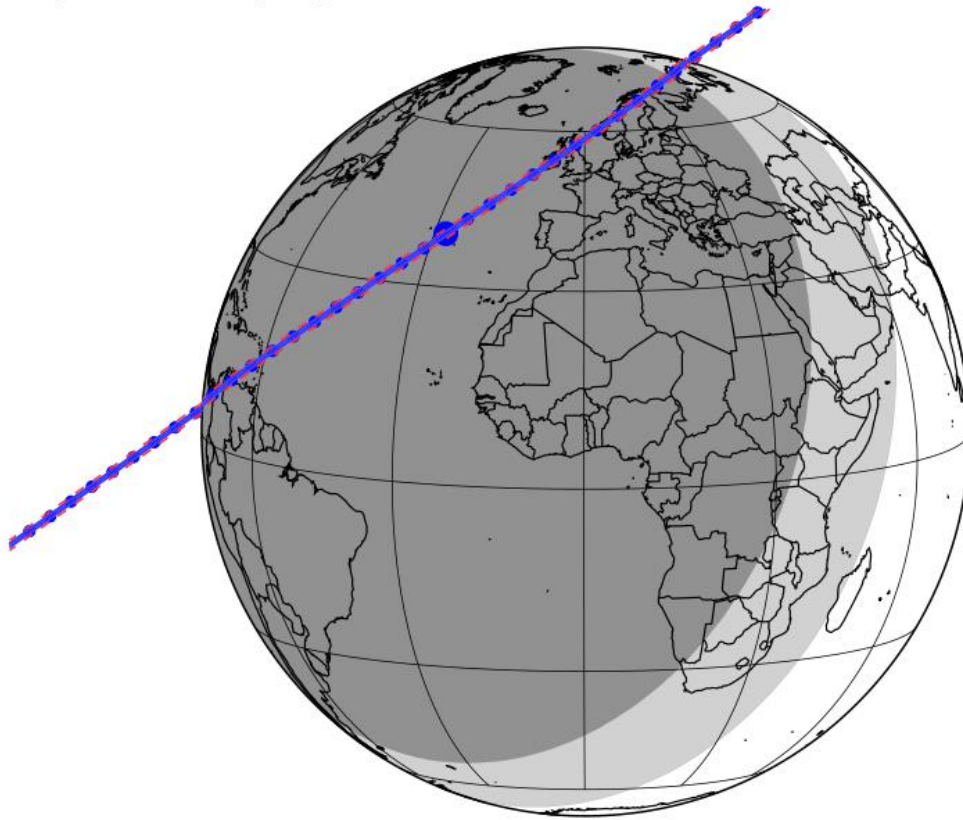
yyyy mm dd hh:mm:ss.s	RA_star_J2000	DE_star_J2000	C/A	P/A	vel	Delta	G*	RP*	H*
2023-11-15 07:05:25.5	06 10 52.8778	+08 51 58.747	1.912	315.67	-6.34	1.9199	12.7	12.2	11.4

November 19, 2023

occultation of star [GDR3 3328509636184145280](#) G mag: 13.2

LEONIA, GALADRS+PREGALADRS, NIMAVS
updated: 2023-07-17 by Lucky Star

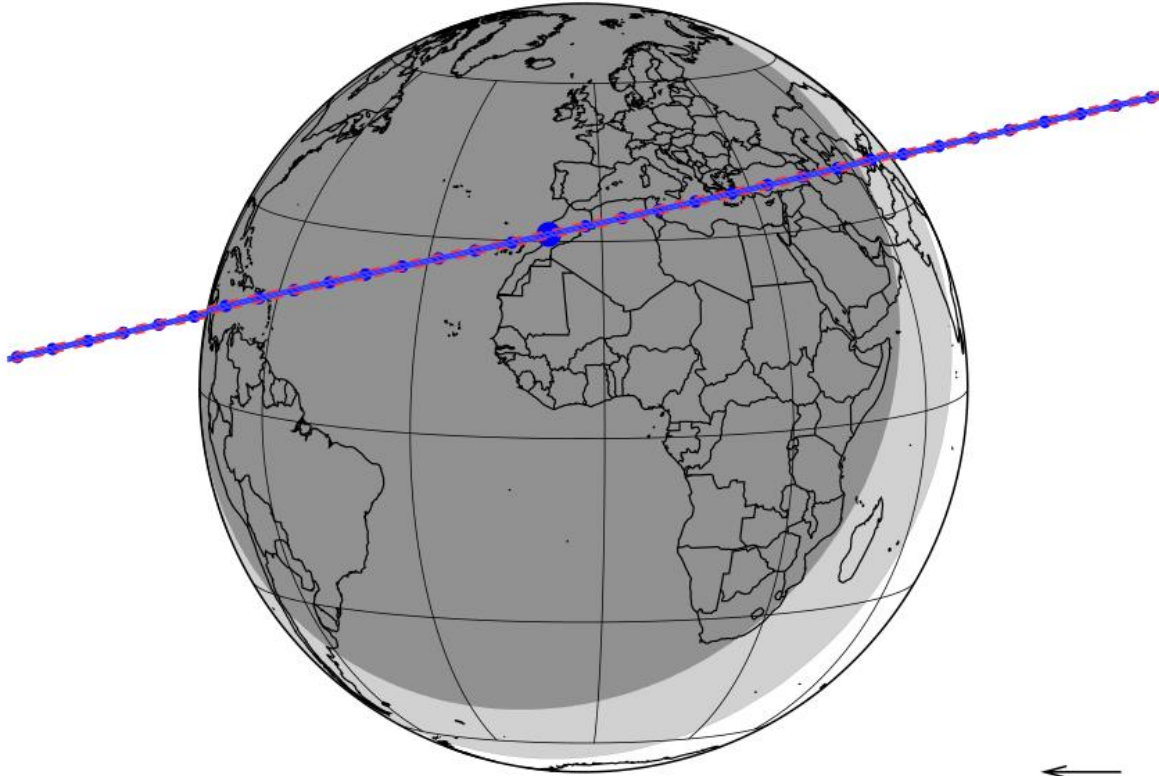
011561.0 0.0mas 0.0mas



yyyy mm dd hh:mm:ss.s	RA_star_J2000	DE_star_J2000	C/A	P/A	vel	Delta	G*	RP*	H*
2023-11-19 02:17:03.7	06 09 30.4339	+08 35 03.777	2.921	324.69	-7.07	1.8941	13.2	12.7	11.9

December 6, 2023

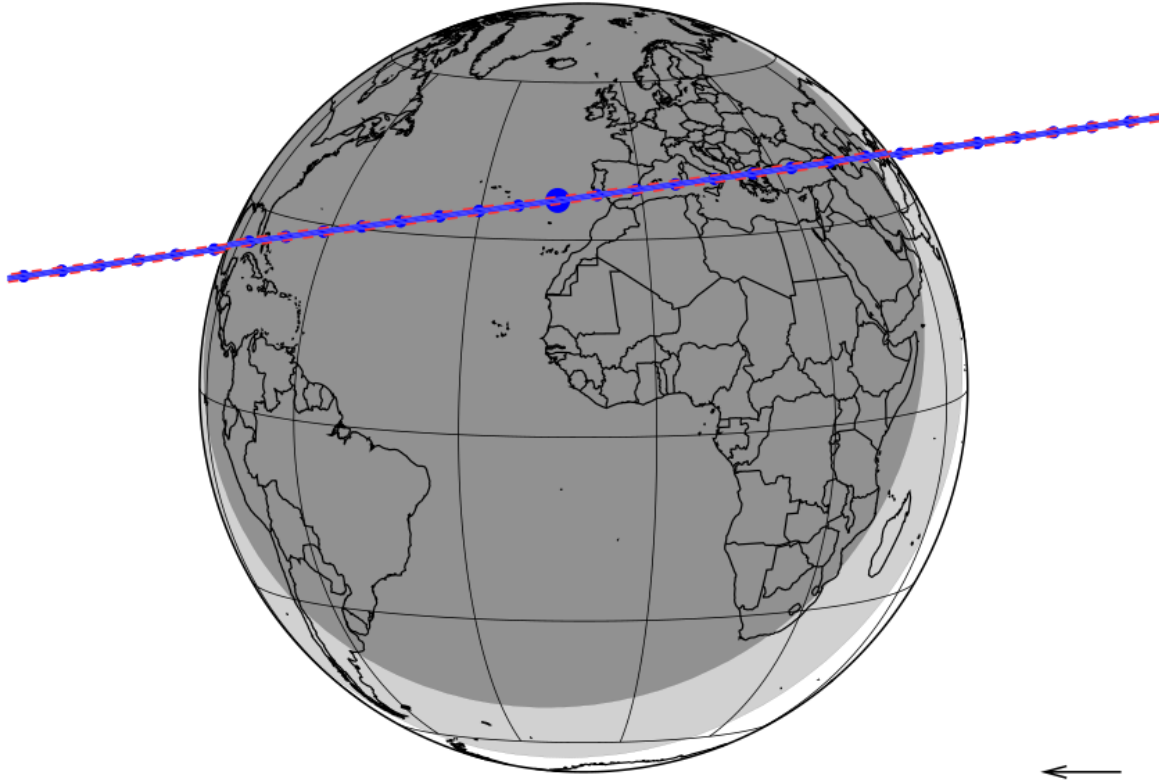
occultation of star [GRD3 3323124812347342464](#) G mag: 11.5



yyyy mm dd hh:mm:ss.s	RA_star_J2000	DE_star_J2000	C/A	P/A	vel	Delta	G*	RP*	H*
2023-12-06 01:13:59.9	05 59 41.5298	+07 36 41.082	1.967	347.25	-10.06	1.8178	11.5	10.6	99.9

December 12, 2023

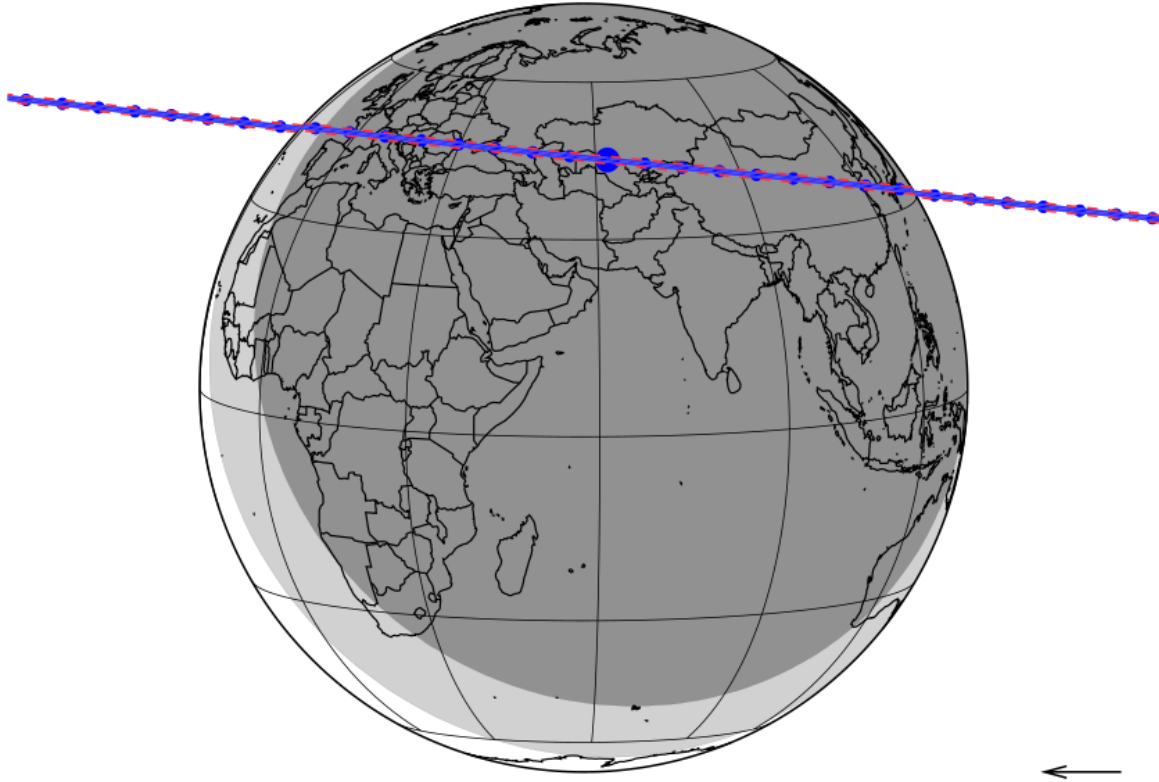
[occultation of Betelgeuse](#) , G mag: - 0.2



yyyy mm dd hh:mm:ss.s	RA_star_J2000	DE_star_J2000	C/A	P/A	vel	Delta	G*	RP*	H*
2023-12-12 01:17:08.2	05 55 10.3468	+07 24 25.644	2.380	352.20	-10.66	1.8080	-0.2	-0.7	-0.7

December 30, 2023

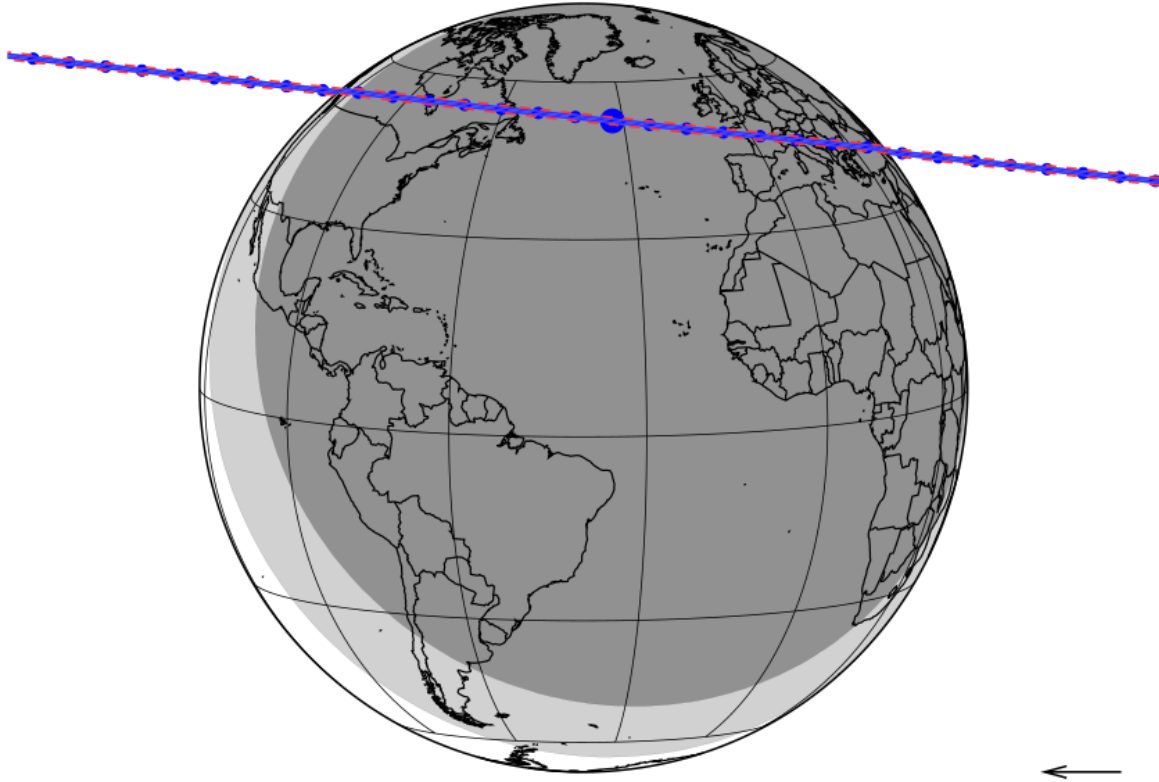
[occultation of star GDR3 3333617417448917888](#) G mag: 14



yyyy mm dd hh:mm:ss.s	RA_star_J2000	DE_star_J2000	C/A	P/A	vel	Delta	G*	RP*	H*
2023-12-30 19:14:17.5	05 40 29.5079	+07 20 05.078	2.834	6.13	-10.11	1.8410	13.9	13.3	12.0

December 31, 2023

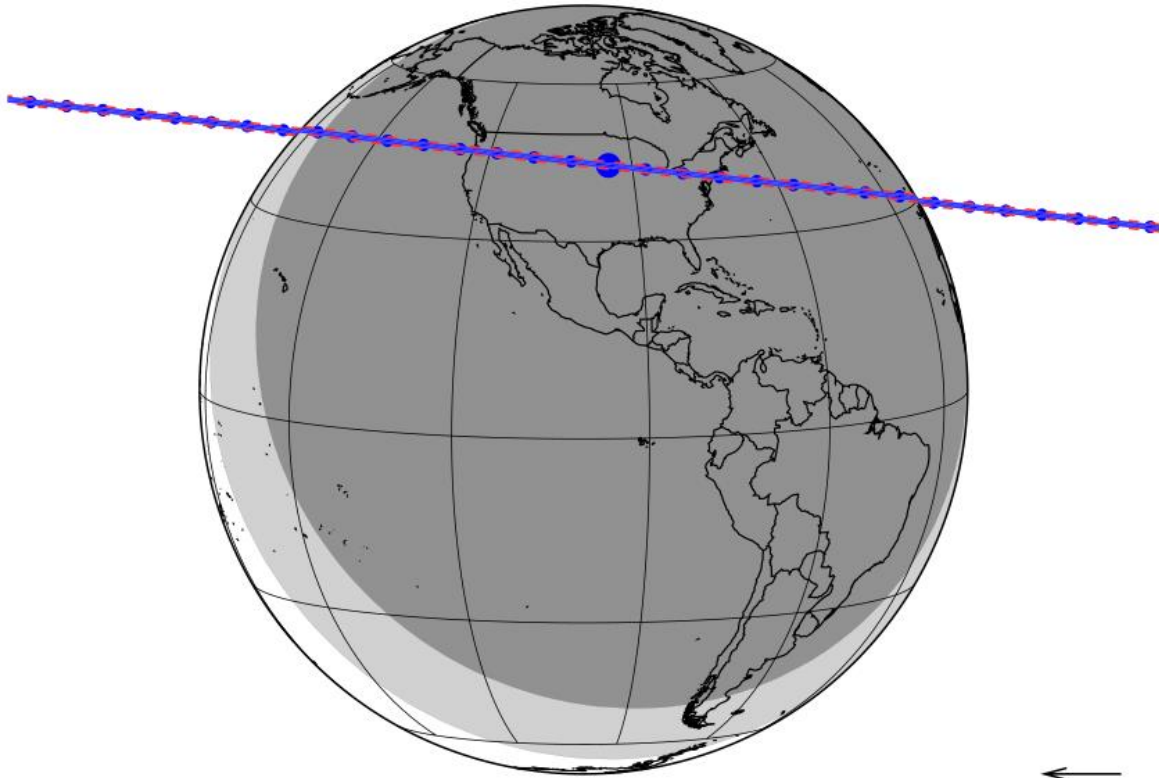
[occultation of star GDR3 3333620303666947200](#) G mag: 13.6



yyyy mm dd hh:mm:ss.s	RA_star_J2000	DE_star_J2000	C/A	P/A	vel	Delta	G*	RP*	H*
2023-12-31 01:41:11.7	05 40 17.7736	+07 20 23.257	3.323	6.34	-10.08	1.8422	13.6	13.2	12.5

December 31, 2023

[occultation of star GDR3 3333619096780667520](#) G mag: 14.1



yyyy mm dd hh:mm:ss.s	RA_star_J2000	DE_star_J2000	C/A	P/A	vel	Delta	G*	RP*	H*
2023-12-31 05:42:09.3	05 40 10.4971	+07 20 35.719	2.790	6.50	-10.06	1.8429	14.1	13.5	12.2

Excerpts from Jiří Kubánek's presentations shown at [ESOP 41](#) in 2022 in Granada.
Originals available [here](#) and [here](#)
Only the pages dealing with (319) Leona are reproduced below.

(319) Leona, comb. 0,5 mag / 11,6 s / drop 2,9 mag - annular occultation

2023 Dec 12, 01:08 UT

319 Leona occults HIP 27989 on 2023 Dec 12 from 1h 8m to 1h 26m UT

Star: (Dia = 48.1 mas)
Mv 0.6; Mb 2.0; Mr -1.8
RA = 5 55 10.3441 (astrometric)
Dec = 7 24 25.652
(of Date: 5 56 23, 7 24 43)
Prediction of 2022 Aug 21.7
Reliable - position from UBSC

Durations: Max = 11.6 secs
1km = 0.19 secs, 1mas = 0.25 secs
Mag Drop: 2.9 [53%]v, 2.9 [53%]r
Sun : Dist = 162°
Moon: Dist = 151°, illum = 1%
Error: 37.1 x 4.0 mas in PA 92°

Asteroid:
Mag = 14.2
Dia = 61 ± 3km, 46 mas
Parallax = 4.86"
Hourly dRA = -1.949s
dDec = -2.36"
JPL#61-2022-Aug-03, Known errors

93% Annular Occn. Expect fades >12 secs (star dia)
Double, in WDS; Variable star



Occult 4_2022_8_18

ESOP XLI, GRANADA, 2022

JÍŘÍ KUBÁNEK, IOTA/ES

3. Other asteroids

C: Occultations by (319) Leona before the event with Betelgeuse
We can get some profiles.

2 events chosen and 8 supplementary.

ESOP XLI, GRANADA, 2022

JÍŘÍ KUBÁNEK, IOTA/ES