

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

Miguel Montargès



Laboratoire d'Études Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique



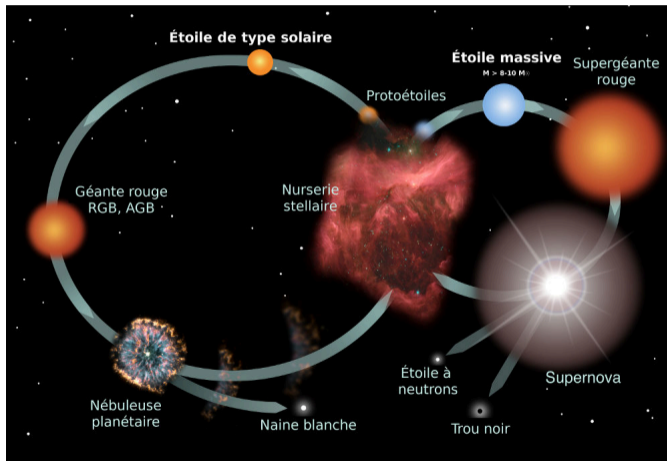
Briefing SAF - Paris
28 octobre 2023

Derrick Lim
APOD 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.

Le cycle d'évolution des étoiles

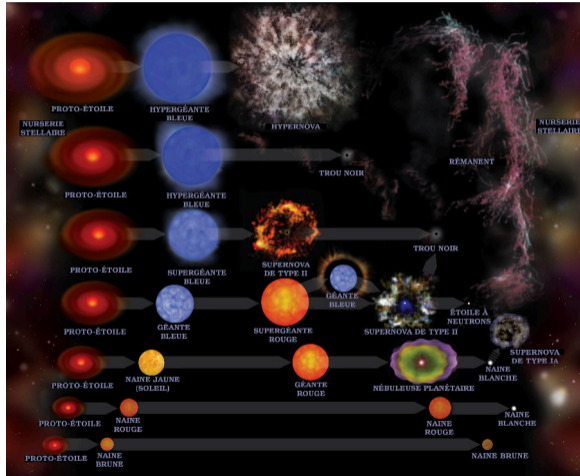
Branche
asymptotique
des géantes
(AGB, $M_{\text{init}} \lesssim 8 M_{\odot}$)



Supergéantes
rouges (RSG,
 $M_{\text{init}} \gtrsim 8 M_{\odot}$)

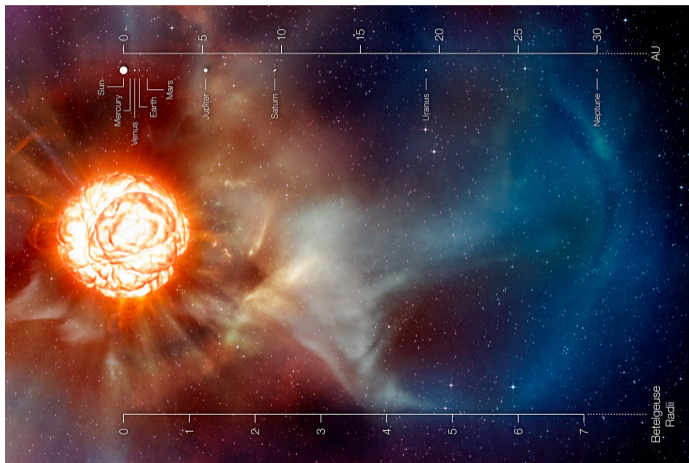
Crédits : NASA and the Night Sky Network

Le cycle d'évolution des étoiles



Credits : NASA/Chandra

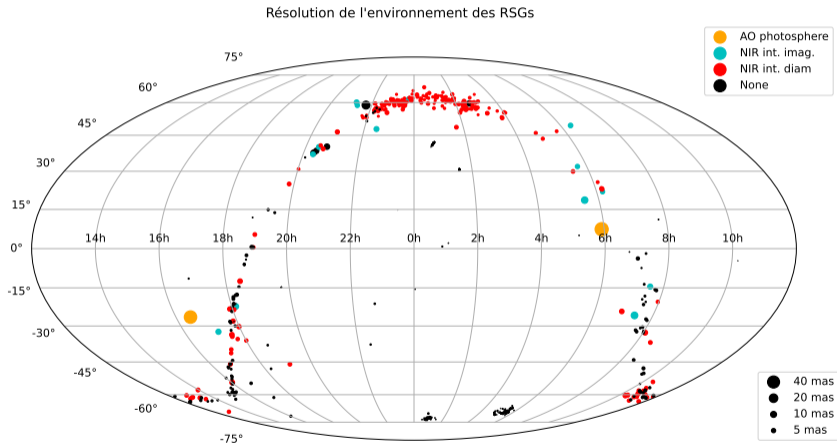
La perte de masse des supergéantes rouges



$1 M_{\odot} / 500\,000$ ans

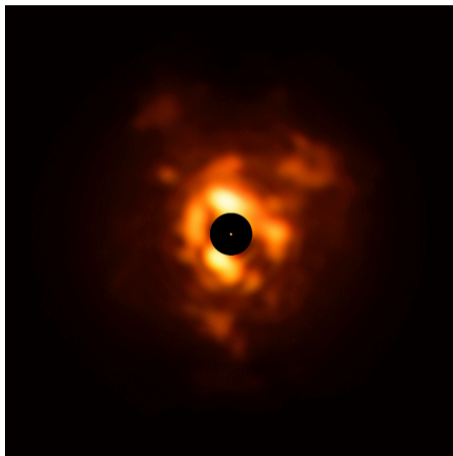
Crédits : ESO/L. Calçada / Vidéo st35gm04b0n002_l3brm_1

Les RSGs vues depuis la Terre

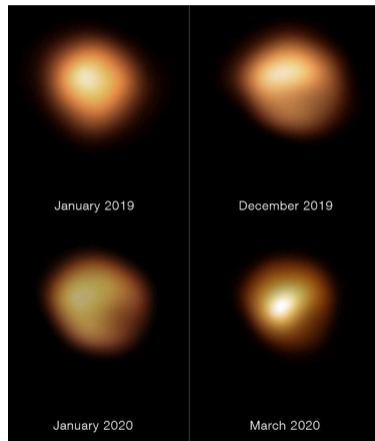


Credits : M. Montargès

Bételgeuse à haute résolution angulaire



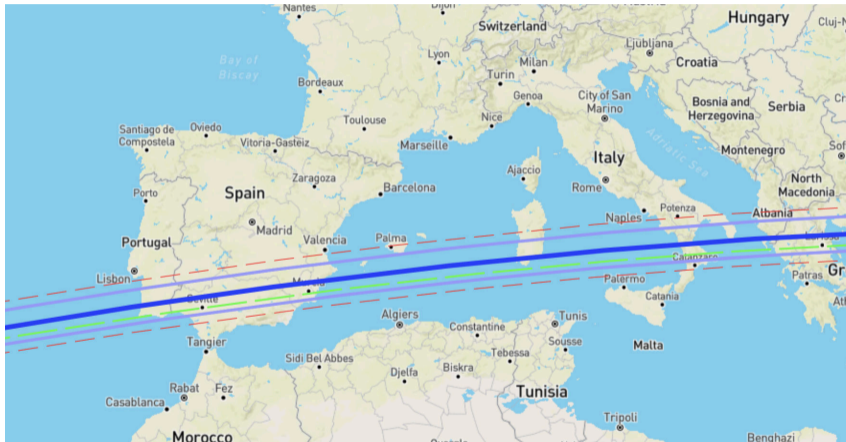
VLT/VISIR à $10\mu\text{m}$ - FoV : $5.63''$



VLT/SPHERE à 645nm - FoV : $0.100''$

(Montargès et al. 2021, *Nature*)

La zone d'occultation



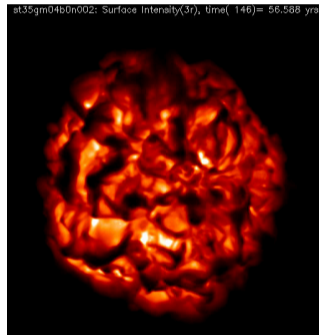
Les infos sur <https://lesia.obspm.fr/lucky-star/occ.php?p=124370>

Pas une occultation mais une éclipse annulaire



Vue d'artiste de l'astéroïde Steins

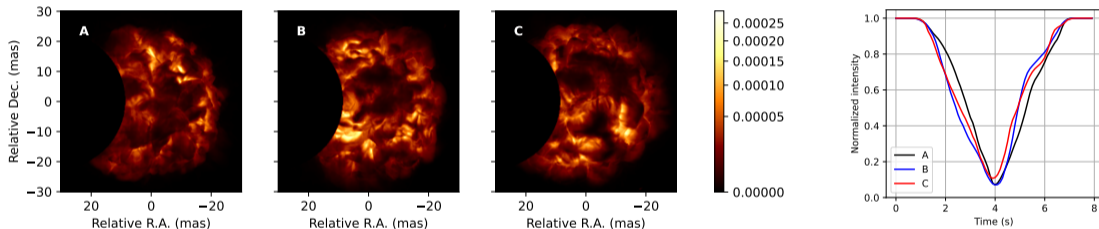
Diamètre angulaire estimé de Leona ~ 45-50 mas



Simulation de la photosphère de Bételgeuse (Freytag/Chiavassa)

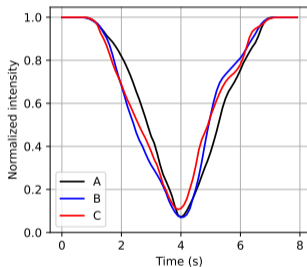
Diamètre angulaire de Bételgeuse ~ 50-55 mas

La courbe de lumière



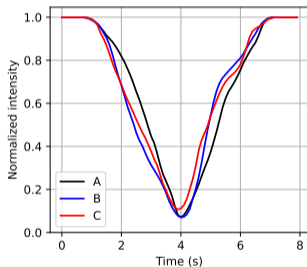
Crédits : M. Montargès

La photométrie



- Avoir des temps d'intégration courts ~ 10 -50 ms pour avoir les phases d'entrée et de sortie
- Plusieurs cordes pour explorer la surface de l'étoile
- Time-box !

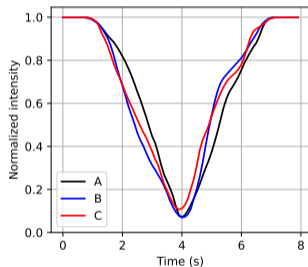
La photométrie



- Avoir des temps d'intégration courts ~ 10-50 ms pour avoir les phases d'entrée et de sortie
- Plusieurs cordes pour explorer la surface de l'étoile
- Time-box !

- Priorité 0 : filtre R (réf) et V (bandes de TiO)
- Priorité 1 : filtre R (réf) et B (chromosphère)
- Priorité 2 : filtre R (réf) et H α (atmosphère étendue)

La photométrie

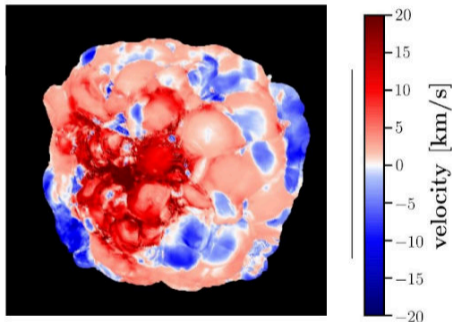


- Avoir des temps d'intégration courts ~ 10-50 ms pour avoir les phases d'entrée et de sortie
- Plusieurs cordes pour explorer la surface de l'étoile
- Time-box !

- Priorité 0 : filtre R (réf) et V (bandes de TiO)
- Priorité 1 : filtre R (réf) et B (chromosphère)
- Priorité 2 : filtre R (réf) et H α (atmosphère étendue)

Caractérisation de la convection à des longueurs d'ondes inaccessibles aux interféromètres

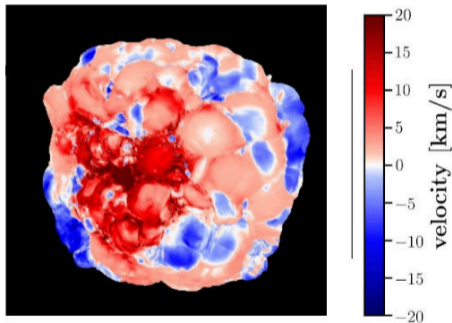
La spectroscopie



Kravchenko et al. 2019

- Avoir l'évolution de la largeur / position de raies dans le visible/IR au cours de l'occultation
 - Priorité 0 : 635 ± 25 nm \rightarrow V, Cr, Ti et $H\alpha$
 - Priorité 1 : 860 ± 25 nm \rightarrow Ca
 - $R \sim 40\,000 \rightarrow$ Star'Ex VHR
- Contact : C. Buil

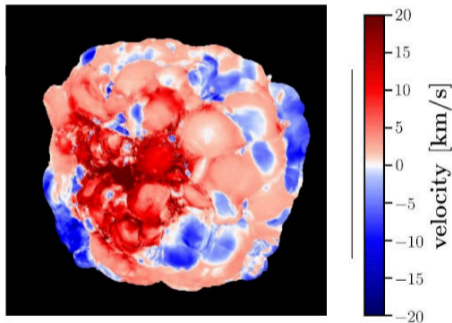
La spectroscopie



Kravchenko et al. 2019

- Avoir l'évolution de la largeur / position de raies dans le visible/IR au cours de l'occultation
 - Priorité 0 : 635 ± 25 nm \rightarrow V, Cr, Ti et $H\alpha$
 - Priorité 1 : 860 ± 25 nm \rightarrow Ca
 - $R \sim 40\,000 \rightarrow$ Star'Ex VHR
- Contact : C. Buil
- \rightarrow Placer la fente le long de l'axe horaire et laisser dériver en une seule pose

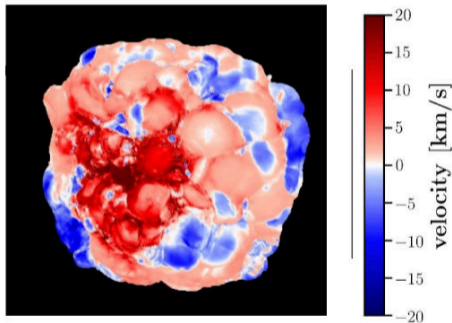
La spectroscopie



Kravchenko et al. 2019

- Avoir l'évolution de la largeur / position de raies dans le visible/IR au cours de l'occultation
 - Priorité 0 : 635 ± 25 nm \rightarrow V, Cr, Ti et $H\alpha$
 - Priorité 1 : 860 ± 25 nm \rightarrow Ca
 - $R \sim 40\,000 \rightarrow$ Star'Ex VHR
- Contact : C. Buil
- \rightarrow Placer la fente le long de l'axe horaire et laisser dériver en une seule pose
 - \Rightarrow Reconstitution du champ de vitesse à la surface de l'étoile

La spectroscopie



Kravchenko et al. 2019

- Avoir l'évolution de la largeur / position de raies dans le visible/IR au cours de l'occultation
 - Priorité 0 : 635 ± 25 nm \rightarrow V, Cr, Ti et H α
 - Priorité 1 : 860 ± 25 nm \rightarrow Ca
 - $R \sim 40\,000 \rightarrow$ Star'Ex VHR
- Contact : C. Buil
- \rightarrow Placer la fente le long de l'axe horaire et laisser dériver en une seule pose
 - \Rightarrow Reconstitution du champ de vitesse à la surface de l'étoile

Mesures inédites !

Avoir la forme de Leona serait un plus !

Autres occultations prévues, classiques celles-là :

- 13 septembre
- 29 octobre
- 30 et 31 décembre 2023 (désolé)

Heures / emplacements à vérifier

L'occultation du 13 septembre

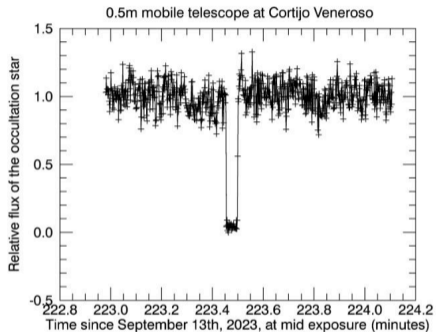


Fig. 3: Light curve derived from the observations carried out at Cortijo Veneroso.

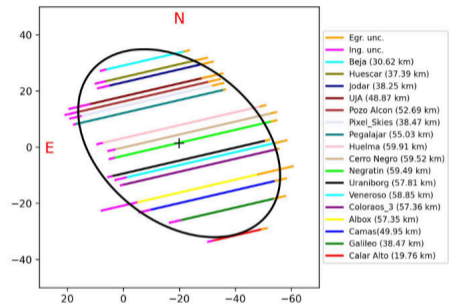


Fig. 4: Chords of the stellar occultation and an elliptical fit to the extremities. The ingress uncertainties are shown with pink color and the egress uncertainties in clear brown. The values in parenthesis are the chords lengths. The scale is in km. The chords were built using the JPL#69 ephemeris.

Ortiz et al. 2023, arXiv 2309.12272

17 observations positives, posté le 21 septembre !

Conclusion

- 12 décembre : une éclipse annulaire plutôt qu'une occultation
- L'entrée et la sortie seront les moments les plus importants : **chance unique d'étudier la convection des RSG**
- Forme de Leona nécessaire (à partir des autres occultations)
- Photométrie :
 - Temps d'intégration courts (→ s'entraîner en amont sur d'autres étoiles de magnitude 0 à 10)
- Spectroscopie :
 - $R \sim 40\,000$
 - Une seule acquisition sans suivi (A.D. || fente)
 - Entraînement obligatoire

Inscription/Coordination

<http://betelgeuse.proam-gemini.fr/>