

nous. Malheureusement, la pandémie de Covid-19 a déjoué mes plans.

Que s'est-il passé ?

Pour protéger les équipes et lutter contre la propagation du virus, la plupart des grands observatoires dans le monde ont fermé. Le VLT a cessé ses opérations le 24 mars 2020. Par chance, j'ai eu du temps d'observation juste trois jours avant la fermeture. En revanche, *Alma* a fermé le 19 mars et je n'ai pas pu réaliser la mesure que j'espérais.

Cette décision était évidemment la bonne. Mais pour Bételgeuse, le temps était compté. Si le phénomène était dû à un nuage de poussière, celui-ci allait finir par sortir de la ligne de visée et, en grossissant, il allait se diluer et devenir quasi invisible pour nos instruments. Il me restait donc à travailler sur la modélisation du nuage.

En quoi consiste-t-elle ?

Il s'agit d'une simulation du transfert radiatif de la poussière. Le nuage est chauffé par le rayonnement de l'étoile, et diffuse alors la lumière vers la Terre. En modélisant l'astre et le nuage, on reconstruit l'image qu'on aurait en les observant depuis la Terre et on compare aux données. La difficulté vient du nombre de paramètres : la position du nuage, sa taille, sa composition, la taille des grains de poussière, etc. J'ai ainsi évalué des milliers de scénarios, chacun prenant une heure de temps de calcul dans le centre informatique de mon laboratoire de l'époque, l'institut d'astronomie de la KU Leuven, en Belgique. J'ai aussi simulé le cas d'une tache froide localisée à la surface de l'étoile, sans poussière, comme le suggérerait l'étude de Thavisha Dharmawardena, de l'institut Max-Planck d'astronomie, à Heidelberg, en Allemagne, et ses collègues. Mais le nuage de poussière semble mieux rendre compte des observations.

Le nuage, sphérique, aurait un rayon compris entre 675 et 900 millions de kilomètres (soit à peu près le rayon de Bételgeuse), une masse de poussière de l'ordre de $3 \text{ à } 13 \times 10^{-10}$ masse solaire et 200 fois plus de gaz. L'énigme de Bételgeuse est ainsi probablement résolue. Mais dans l'espoir de confirmer ce scénario, de nouvelles observations sont en cours (et d'autres, en préparation) pour voir s'il est encore possible d'apercevoir la trace de ce nuage de poussière. Mais sa non-détection ne permettra pas pour autant de disqualifier cette explication.

Que nous apprend cet épisode exceptionnel sur les supergéantes rouges ?

C'était un événement incroyable pour comprendre la perte de masse de ces étoiles. Nous savons qu'elles évacuent de la matière en continu grâce au vent stellaire. Et nous nous doutions qu'elles pouvaient aussi expulser de

façon épisodique de grandes quantités de gaz et de poussière, comme cela serait le cas ici. Le nuage de la modélisation représente entre 35% et 128% de la perte moyenne annuelle de Bételgeuse. Dans mon programme d'observation de janvier 2019, un de mes objectifs était justement de voir des expulsions radiales de nuages de poussière. D'en avoir eu une quasiment dans la ligne de visée est un événement inespéré. Quelles étaient les chances d'assister à un tel phénomène ?



Un nuage de poussière expulsé par l'astre aurait occulté une fraction de sa surface

La courbe de luminosité de Bételgeuse signalerait-elle une prochaine surprise ?

Après la grande baisse de 2019-2020, la luminosité est remontée très vite et a atteint un maximum beaucoup plus tôt que ne le prévoit le cycle de 400 jours. Attendu pour octobre-novembre, le maximum s'est produit en juillet ! Il était donc important de continuer d'examiner Bételgeuse. Problème : quand le Soleil se retrouve sur la ligne de visée en juin et juillet, nous ne pouvons plus voir Bételgeuse.

Pour pallier cette interruption dans le suivi, des collègues ont tenté d'utiliser le rover martien *Curiosity*, mais cela n'a pas fonctionné. Andrea Dupree, du centre d'astrophysique Harvard-Smithsonian, a utilisé l'un des satellites *Stereo*. Ceux-ci étudient les interactions Soleil-Terre avec l'un situé en avance et l'autre en retard sur l'orbite terrestre. Ils offrent ainsi un point de vue différent pour observer Bételgeuse. Les mesures de luminosité de Bételgeuse obtenues par *Stereo* ont montré un nouveau décrochage rapide. Quand le suivi a repris depuis les instruments sur Terre, la courbe de luminosité était assez erratique, même si l'on a l'impression qu'un retour à la normale se profile (voir la figure page 36). Il est encore trop tôt pour interpréter ce comportement. Est-il lié à la grande baisse qui a précédé ? Mes collègues et moi y travaillons déjà !

**PROPOS RECUEILLIS
PAR SEAN BAILLY**

BIBLIOGRAPHIE

M. Montargès et al., **A dusty veil shading Betelgeuse during its great dimming**, *Nature*, en ligne le 17 juin 2021.

A. Dupree et al., **Spatially resolved ultraviolet spectroscopy of the great dimming of Betelgeuse**, *The Astrophysical Journal*, vol. 899, article 68, 2020.

T. E. Dharmawardena et al., **Betelgeuse fainter in the submillimeter too : an analysis of JCMT and APEX monitoring during the recent optical minimum**, *The Astrophysical Journal Letters*, vol. 897, article L9, 2020.

G. M. Harper et al., **An updated 2017 astrometric solution for Betelgeuse**, *The Astronomical Journal*, vol. 154, article 11, 2017.

Préparer la mobilité électrique

La croissance du nombre de véhicules électriques sur les routes nécessite d'anticiper le développement de nouveaux équipements, comme les bornes de recharge rapide à haute puissance, et les profils de consommation liés à ces nouveaux usages. Pour cela, Enedis mise sur la simulation, l'expérimentation et l'étude du comportement des usagers.

Trouver une prise. Si cet impératif reste encore étranger à bon nombre d'automobilistes, il devrait s'imposer dans les années à venir. En 2020, malgré la crise de l'industrie automobile suite au Covid-19, la vente de véhicules électriques a progressé de 180% par rapport à 2019. Ce qui représente près de 194 000 nouveaux véhicules électriques ou hybrides rechargeables sur les routes. Selon certains scénarios établis par la Commission de régulation de l'énergie, ils seront 15 millions en 2035... Pour les gestionnaires du réseau d'électricité, il s'agit de faire face.

«L'augmentation de la consommation due à la mobilité électrique ne devrait pas excéder 10% en 2035, par rapport à aujourd'hui», selon Mona Mahmoud, cheffe de projet mobilité électrique au sein d'Enedis. Cela ne fera donc pas s'effondrer le réseau. Pourtant, il est impératif d'accompagner ce changement: en tant que principal distributeur d'électricité (95% du territoire), nous jouons

un rôle clé dans le déploiement des infrastructures de recharge en assurant leur raccordement et leur alimentation continue. Notre objectif est donc de prévoir, grâce notamment à notre R&D, les renforcements du réseau là où ils sont nécessaires de manière à ne pas risquer de freiner, mais au contraire être un facilitateur et accélérateur de la mobilité électrique.»

MULTIPLES PRISES

Le défi est d'autant plus complexe que les modalités de ce déploiement comportent de nombreux paramètres: ajouter quelques bornes de recharge rapide ici et là ne suffira pas! Déjà, il existe plusieurs types de prises. À domicile, où interviennent 80% des recharges des particuliers, il est possible de se brancher sur une prise classique (1,8 kW – 8 A) à condition de pouvoir attendre au moins huit heures pour récupérer 80% d'autonomie. C'est ce que font 43% des utilisateurs aujourd'hui. L'autre solution consiste à recourir à une prise

renforcée (3,7 kW – 16 A), voire à une borne de recharge dite «wallbox» (7,4 kW – 32 A), qui permet de diviser le temps de charge par deux ou par quatre. Sur autoroute, la problématique est différente. La vitesse de recharge est prépondérante, les automobilistes n'étant pas disposés à rester branchés durant des heures. Il faut ainsi nécessairement installer des bornes de recharge rapide.

Préparer la mobilité signifie donc qu'il faut anticiper la pose de ces nouvelles bornes aux caractéristiques variées ainsi que leur consommation, en respectant la règle de base du système électrique: la production doit toujours s'ajuster à la demande. Pour Régis Le Drezen, chef de département à la direction du développement, de l'innovation et du numérique d'Enedis, «c'est une révolution comparable à ce que l'on a vécu dans les années 1980 avec l'arrivée du ballon d'eau chaude, un équipement très gourmand en électricité. Les