

L'astronomie dans le monde

Airglow martien

Basé sur un communiqué ESA

Une équipe internationale conduite par le Liégeois Jean-Claude Gérard a utilisé l'orbiteur ExoMars de l'ESA pour détecter la lueur verte de l'oxygène dans l'atmosphère de Mars. C'est la première fois que cette émission est observée autour d'une autre planète que la Terre.

Sur Terre, cette émission est produite particulièrement lors des aurores polaires, lorsque des électrons énergétiques provenant de l'espace interplanétaire frappent la haute atmosphère. Mais les atmosphères ne s'illuminent pas qu'avec les aurores. Elles rayonnent de jour comme de nuit, car la lumière du Soleil interagit avec les atomes et les molécules de gaz. Les lueurs diurnes et nocturnes sont causées par des mécanismes légèrement différents : l'émission nocturne se produit lorsque des molécules brisées se recombinent, tandis

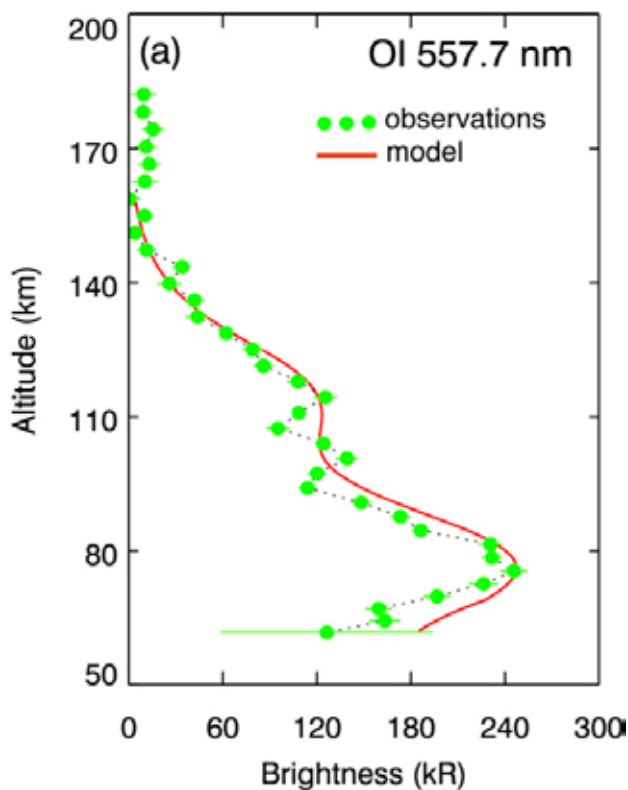
que la lueur diurne se produit lorsque la lumière du Soleil excite directement des atomes et des molécules tels que l'azote et l'oxygène.

Sur Terre, la lueur verte nocturne est assez faible, et on la voit le mieux de profil depuis l'espace comme le montrent les nombreuses images spectaculaires prises à bord de la Station spatiale internationale (ISS). La faiblesse de l'émission du limbe atmosphérique est un problème lorsqu'on la recherche autour d'autres planètes, car elle est noyée dans la lumière réfléchiée par la surface.

Cette lueur verte a maintenant été détectée pour la première fois sur Mars par l'ExoMars Trace Gas Orbiter (TGO), qui est en orbite autour de Mars depuis octobre 2016. Cette émission, prédite depuis environ 40 ans, a pu être repérée grâce à un mode d'observation spécial de TGO avec l'instrument NOMAD (Nadir and Occultation for Mars Discovery) comprenant le spectromètre ultraviolet et visible (UVIS). Cet instrument

L'airglow de l'atmosphère terrestre observé depuis la Station spatiale internationale en 2011. La lueur est produite lorsque le rayonnement solaire interagit avec les atomes et les molécules de l'atmosphère. En surface, on peut voir certaines parties de l'Afrique du Nord, avec des éclairages nocturnes le long du Nil et de son delta. (NASA)



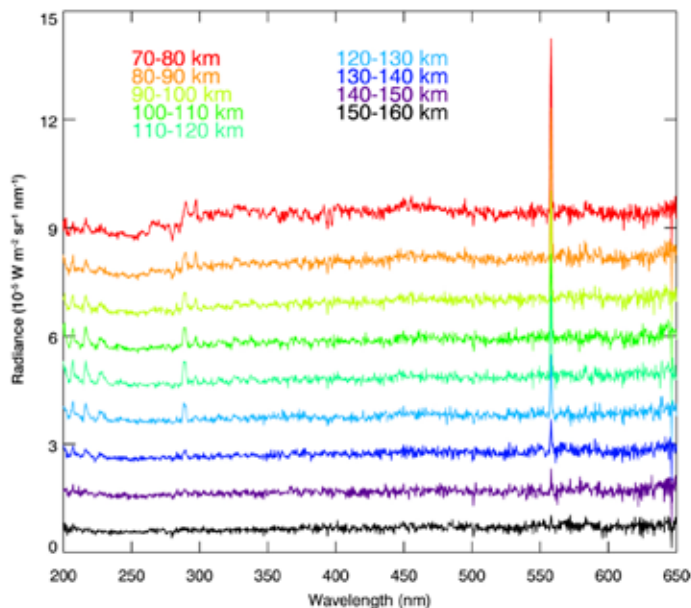


Émission de lueur verte d'oxygène dans l'atmosphère martienne : comparaison entre le modèle et les observations de l'orbiteur de gaz traceur ExoMars. Les observations, obtenues avec l'instrument NOMAD de la TGO à l'aide de son canal UVIS entre avril et décembre 2019, sont représentées par des points verts en fonction de l'altitude, et comparées à un modèle théorique (ligne rouge). La lueur verte d'oxygène semble être la plus brillante à 80 km, atteignant un second pic à environ 120 km, et se dissipant au-dessus de 150 km. (J.-C. Gérard et al, 2020)

peut observer dans différentes configurations, dont l'une pointe directement vers la surface martienne (le canal « nadir »).

En réorientant le canal nadir d'UVIS vers le limbe atmosphérique, comme sur les images de la Terre prises depuis l'ISS, les astronomes ont pu scanner des altitudes allant de 20 à 400 kilomètres de la surface martienne, deux fois par orbite. Lorsqu'ils ont analysé ces ensembles de données, ils ont trouvé l'émission verte de l'oxygène dans chacun d'eux. L'émission était la plus forte à une altitude d'environ 80 kilomètres et variait en fonction de la distance entre Mars et le Soleil.

L'étude de cette émission des atmosphères planétaires peut fournir une foule d'informations sur leur composition et leur dynamique et révéler comment l'énergie est déposée à la fois par la lumière du Soleil et le vent solaire – le flux de particules chargées émanant de notre étoile. Les modélisations indiquent que l'émission est principalement produite lorsque le dioxyde de carbone, ou CO_2 , se décompose en ses éléments constitutifs, le monoxyde de carbone et l'oxygène. Les atomes d'oxygène rayonnent dans le visible et l'ultraviolet, l'intensité dans le visible étant 16,5 fois plus intense que dans l'ultraviolet.



Évolution avec l'altitude de l'émission de l'oxygène au limbe diurne martien, observée avec l'instrument NOMAD/UVIS de l'orbiteur ExoMars. On voit croître l'intensité à la longueur d'onde de 558 nm en fonction de l'altitude. (J.-C. Gérard et al, 2020)

Les observations faites sur Mars concordent avec les modèles théoriques précédents, mais pas avec les émissions observées autour de la Terre qui sont beaucoup plus faibles dans le domaine visible. Cela suggère que nous avons encore beaucoup à apprendre sur le comportement des atomes d'oxygène, ce qui est extrêmement important pour notre compréhension de la physique atomique et quantique.

Cette compréhension est essentielle à la caractérisation des atmosphères planétaires et des phénomènes connexes – tels que les aurores. En déchiffrant la structure et le comportement de cette couche verte et brillante de l'atmosphère de Mars, les scientifiques peuvent explorer toute une gamme d'altitudes encore mal connues et surveiller son comportement à mesure que l'activité du Soleil varie et que Mars se déplace le long de son orbite.

La compréhension des propriétés de l'atmosphère de Mars n'est pas seulement intéressante sur le plan scientifique, mais elle est également essentielle pour mener à bien les missions que nous envoyons sur la Planète rouge. La densité atmosphérique, par exemple, affecte directement la traînée subie par les satellites en orbite et par les parachutes utilisés pour acheminer les sondes à la surface martienne.

Ce type d'observation par télédétection, associé à des mesures in situ à des altitudes plus élevées, nous aide à prévoir comment l'atmosphère martienne réagira aux changements saisonniers et aux variations de l'activité solaire. Prévoir les changements de la densité atmosphérique est particulièrement important pour les prochaines missions, notamment la mission ExoMars 2022 qui enverra un rover et une sonde de surface explorer la Planète rouge.

Taches géantes

Basé sur un communiqué ESO

Les astronomes utilisant les télescopes de l'ESO ont découvert des taches géantes à la surface d'étoiles extrêmement chaudes cachées dans des amas stellaires.

Les étoiles en question appartiennent à la « branche horizontale extrême » – des objets ayant environ la moitié de la masse du Soleil mais qui sont quatre à cinq fois plus chauds que lui. Ces étoiles chaudes, mais petites, sont spéciales parce qu'elles ne passent pas par l'une des phases finales de la vie d'une étoile typique et qu'elles meurent prématurément. Dans notre galaxie, ces objets chauds particuliers sont généralement associés à un compagnon. Cependant la grande majorité des étoiles de la branche horizontale extrême, lorsqu'elles sont observées au sein d'amas globulaires, ne semblent pas en posséder.

En examinant trois amas globulaires différents, les astronomes ont découvert que de nombreuses étoiles de la branche horizontale extrême présentaient des changements réguliers de luminosité sur des périodes allant de seulement quelques jours à plusieurs semaines. Après avoir éliminé tous les autres scénarios, il ne restait qu'une seule possibilité pour expliquer les variations de luminosité observées : ces étoiles doivent être parsemées de taches !

Les taches des étoiles de la branche horizontale extrême semblent être très différentes des taches sombres que l'on voit sur le Soleil, mais dans les deux cas elles sont causées par des champs magnétiques. Contrairement au Soleil où les taches sont plus froides que le reste de la photosphère, les taches de ces étoiles sont plus brillantes et plus chaudes que la surface stellaire environnante. Elles sont également beaucoup plus grandes que les taches solaires, couvrant jusqu'au quart de la surface de l'étoile. Ces taches sont incroyablement persistantes et durent des décennies, tandis que les taches solaires sont temporaires et disparaissent après quelques jours ou quelques mois. Au fur et à mesure que les étoiles chaudes tournent, les taches à la surface



Représentation artistique d'une étoile avec une brillante tache géante.

(ESO/L. Calçada, INAF-Padua/S. Zaggia)

vont et viennent, provoquant des changements visibles de leur luminosité.

Au-delà des variations de luminosité dues aux taches, l'équipe a également découvert quelques étoiles de la branche horizontale extrême qui présentaient de violentes explosions, signes de la présence d'un champ magnétique. Ces éruptions ressemblent à celles du Soleil, mais sont dix millions de fois plus énergétiques. Un tel comportement n'était certainement pas attendu et souligne l'importance des champs magnétiques pour expliquer les propriétés de ces étoiles.

Après six décennies d'efforts pour comprendre les étoiles de la branche horizontale extrême, les astronomes en ont maintenant une représentation plus complète. De plus, cette découverte pourrait aider à expliquer l'origine des puissants champs magnétiques de nombreuses naines blanches, objets qui représentent le stade final de la vie des étoiles semblables au Soleil et présentent des similitudes avec les étoiles de la branche horizontale extrême. L'idée générale est que les changements de luminosité de toutes les étoiles chaudes – des jeunes étoiles semblables au Soleil aux vieilles étoiles de la branche horizontale extrême et aux naines blanches mortes depuis longtemps – pourraient tous être liés. Ces objets peuvent donc être compris comme souffrant collectivement de taches magnétiques à leur surface.

Comète C/2020 F3 (NEOWISE)

L'objet a été découvert par une équipe utilisant le télescope spatial NEOWISE le 27 mars 2020.

La comète est passée au périhélie le 3 juillet 2020 à 0,29 UA du Soleil, soit un peu plus près que Mercure. Elle était entrée dans le champ de l'instrument LASCO C3 de la sonde solaire SOHO le 22 juin alors qu'elle était déjà de troisième magnitude. L'échauffement intense a favorisé l'éjection de gaz et de poussières, sans toutefois conduire à la désintégration du noyau – une fin qui guette les comètes qui visitent de trop près l'astre du jour et qui est à l'origine de nombreuses désillusions chez les astronomes amateurs.

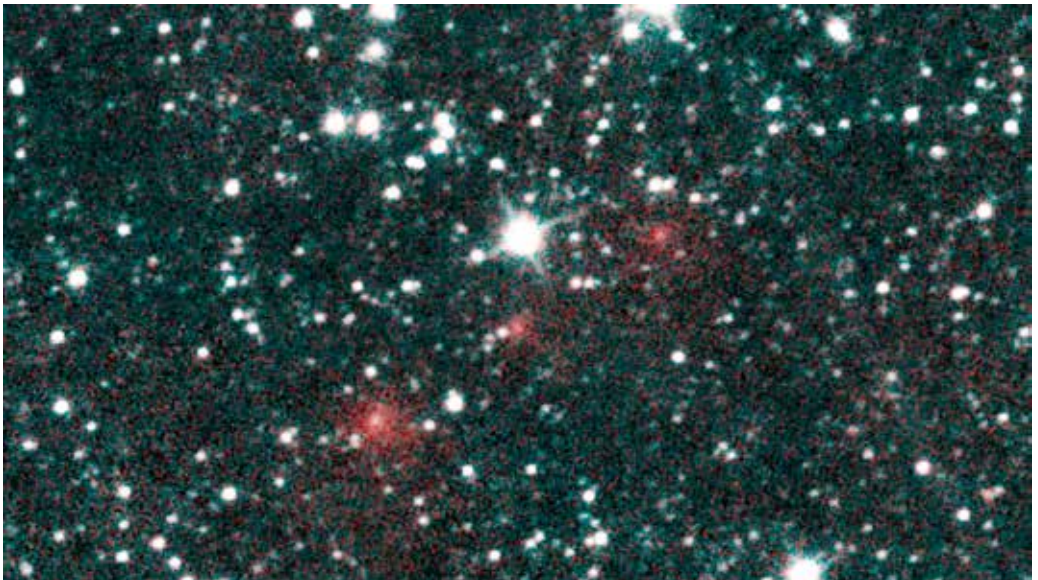
Début juillet la comète était d'abord un astre du matin. Un horizon dégagé permettait d'embrasser d'un seul coup d'œil la comète, Vénus près d'Aldébaran, la Lune, Mars, Saturne et Jupiter.

NEOWISE s'est approchée à 0,69 UA de la Terre le 23 juillet. Les conditions de visibilité depuis nos latitudes étaient alors meilleures, mais la comète perdait déjà beaucoup de son éclat.

L'orbite de la comète est très excentrique. Sa période de 4 500 ans a été portée à environ 6 800 par suite de son aventure au cœur du Système solaire. Les mesures infrarouges conduisent à estimer la taille du noyau à environ 5 kilomètres, une valeur assez importante qui explique qu'elle a pu résister aux feux du Soleil.

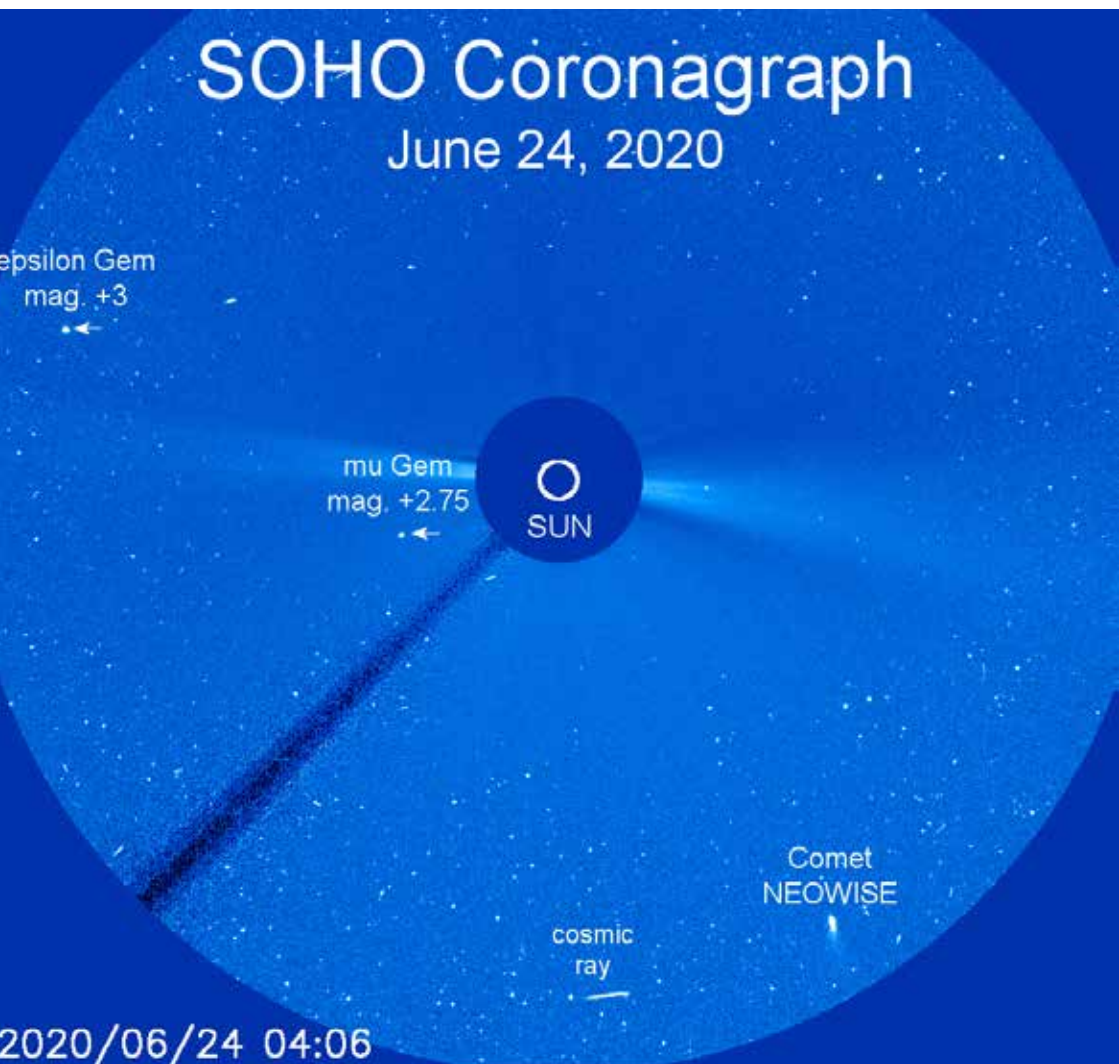
La comète NEOWISE se distingue sur les meilleures photos par ses queues. La plus fine est faite de gaz et d'ions. Droite, bleue avec une composante orangée due au sodium, elle est nettement distincte de la queue de poussières, large et courbée en cimeterre. La différence d'aspect est due à l'influence relative plus forte de la pression de radiation du Soleil sur les plus petites particules.

***La comète C/2020 F3 NEOWISE apparaît comme une série de taches rouges sur cette image composite créée avec les clichés de découverte pris le 27 mars par le télescope spatial infrarouge WISE – rebaptisé NEOWISE (Near-Earth Object Wide-field Infrared Survey Explorer) après l'épuisement de l'hydrogène solide qui le maintenait au froid.
(NASA/JPL-Caltech)***





*(Trajet de C/2020 F3
(NEOWISE) dans le ciel.
Les boucles sont dues
à la parallaxe annuelle
et se resserrent jusqu'à
l'aphélie situé à des
dizaines de milliards
de kilomètres dans le
Centaure.
(Tomruen ; Wikimedia)*



*La comète C/2020 F3 (NEOWISE) photographiée le 24 juin 2020 dans le champ du coronographe C3 du satellite SOHO. Le Soleil est masqué par le disque bleu foncé au centre et est indiqué par le cercle blanc. Les étoiles brillantes sont indiquées pour donner une échelle de luminosité par rapport à celle de la comète située en bas du champ.
(ESA/NASA/SOHO)*



La comète NEOWISE photographiée le 5 juillet par l'instrument WISPR à bord de la sonde de la NASA Parker Solar Probe.

La queue d'ions, droite et fine, se distingue à gauche de la queue de poussières étalée en éventail.

*(NASA/Johns Hopkins APL/Naval Research Lab/
Parker Solar Probe/Brendan Gallagher; Jason Major)*



La comète NEOWISE vue depuis la station spatiale ISS le 5 juillet avant le lever du Soleil au-dessus de l'Iran. (NASA)

