

La comète C/2020 F3 (NEOWISE)

Basé sur des communiqués NASA et NOIRLab

C'est la mission NEOWISE (Near-Earth Object Wide-field Infrared Survey Explorer) de la NASA qui a permis la découverte de la comète C/2020 F3 en mars 2020.

Lorsque cette comète a traversé le Système solaire interne au milieu de l'année 2020, les astronomes et le grand public ont regardé avec émerveillement cette « boule de neige sale » déverser du gaz et de la poussière dans l'espace, produisant un spectacle saisissant visible à l'œil nu.

La comète NEOWISE est considérée comme la comète la plus brillante vue de l'hémisphère nord depuis la célèbre Hale-Bopp en 1997. Elle se dirige maintenant vers le Système solaire externe et ne reviendra pas près du Soleil avant 7 000 ans.

Des images de la comète NEOWISE ont été prises par le télescope spatial Hubble de la NASA le 8 août, plus d'un mois après son passage au périhélie. C'est la première fois que Hubble a photographié une comète aussi brillante à une telle résolution. Les

comètes se brisent souvent en s'approchant du Soleil par suite des contraintes thermiques et gravitationnelles, mais le cliché de Hubble montre que le noyau solide de NEOWISE est resté intact.

Hubble a une bien meilleure résolution que celle que nous pouvons obtenir avec n'importe quel autre télescope. Cette résolution est cruciale pour distinguer des détails très proches du noyau. Elle nous permet de voir les changements dans la poussière juste après qu'elle a été expulsée du noyau par la chaleur solaire.

Le cœur de la comète, son noyau glacé, est trop petit pour être vu par Hubble. La boule de glace ne doit pas dépasser 4,8 kilomètres de diamètre. La coma, ce vaste nuage de gaz et de poussière qui enveloppe le noyau, mesure environ 18 000 kilomètres de diamètre sur cette photo. Hubble résout une paire de jets du noyau qui s'élancent dans des directions opposées. Ils émergent du noyau sous la forme de cônes de poussière et de gaz, puis ils se courbent en éventail sous l'effet de la rotation du noyau. Les jets sont le résultat de la sublimation de la glace sous la surface, la poussière et le gaz qui en résultent étant expulsés à grande vitesse.



La comète C/2020 F3 (NEOWISE) photographiée depuis le sol le 16 juillet 2020. En médaillon, l'image prise par le télescope spatial Hubble le 8 août 2020 révèle un gros plan de la comète après son passage au périhélie. (NASA, ESA, STScI, Q. Zhang/Caltech ; Zoltan G. Levay).



La rotation de la comète C/2020 F3 (NEOWISE) est mise en évidence sur ces images prises à trois heures d'intervalle, le 8 août 2020, par le télescope spatial Hubble. On y distingue deux jets émergeant du noyau. (NASA, ESA, A. Pagan /STScI, Q. Zhang/Caltech)

Les photos de Hubble pourraient révéler comment la couleur des poussières change lorsque la comète s'éloigne du Soleil. Cela permettrait de comprendre comment la chaleur solaire affecte la composition et la structure de la poussière dans la coma, le but ultime étant d'en apprendre plus sur les conditions du Système solaire primitif dans lequel la comète s'est formée.

Hubble n'était cependant pas le seul grand observatoire à traquer la comète. Tout au long de l'été, les observateurs de l'hémisphère nord ont pu observer la course céleste de l'astre chevelu. Des observations rapprochées ont été menées à l'observatoire international Gemini, sur le volcan Maunakea d'Hawaii, dans le cadre d'un programme du NOIRLab de la NSF, pour observer les matériaux s'échappant de la comète au fil du temps. Une série d'observations, obtenues le 1^{er} août 2020, montrent une spirale de gaz moléculaire qui révèle la rotation du noyau de la comète. La séquence chronologique, présentée dans l'image de la page 492 représente environ un cinquième de la période de rotation de la comète, qui est d'environ 7,5 heures.

Les observations, visant à explorer la dynamique de rotation de la comète, se sont déroulées sur plusieurs soirées, et ont

été limitées par la proximité relative de la comète avec le Soleil et les courtes fenêtres d'observation qui en résultent. Les observations de Gemini ont permis aux chercheurs de déterminer la rotation de la comète avec une excellente précision et de rechercher les changements dans le taux de rotation.

Les comètes sont constituées de glaces, de roches et de poussières provenant de la formation du Système solaire. Certaines comètes suivent des orbites très allongées qui les envoient près du Soleil où elles se réchauffent et provoquent la vaporisation des gaz gelés, libérant ainsi des molécules et des débris dans l'espace. On pense que la plupart des comètes expulsent des gaz par des geysers et c'est bien ce que semblent montrer les images de Gemini. Lorsque la matière vaporisée sort de la comète, sa rotation fait apparaître une spirale vers l'extérieur, un peu comme l'eau d'un arroseur rotatif de jardin.

Le même matériau a un impact sur la rotation de la comète. Il exerce un effet fusée de réaction, ce qui peut accélérer ou ralentir la rotation du noyau. Pour la plupart des comètes, l'effet est trop faible pour être détecté. Pour d'autres il peut conduire à une rotation si rapide qu'elle conduit à la destruction du noyau.

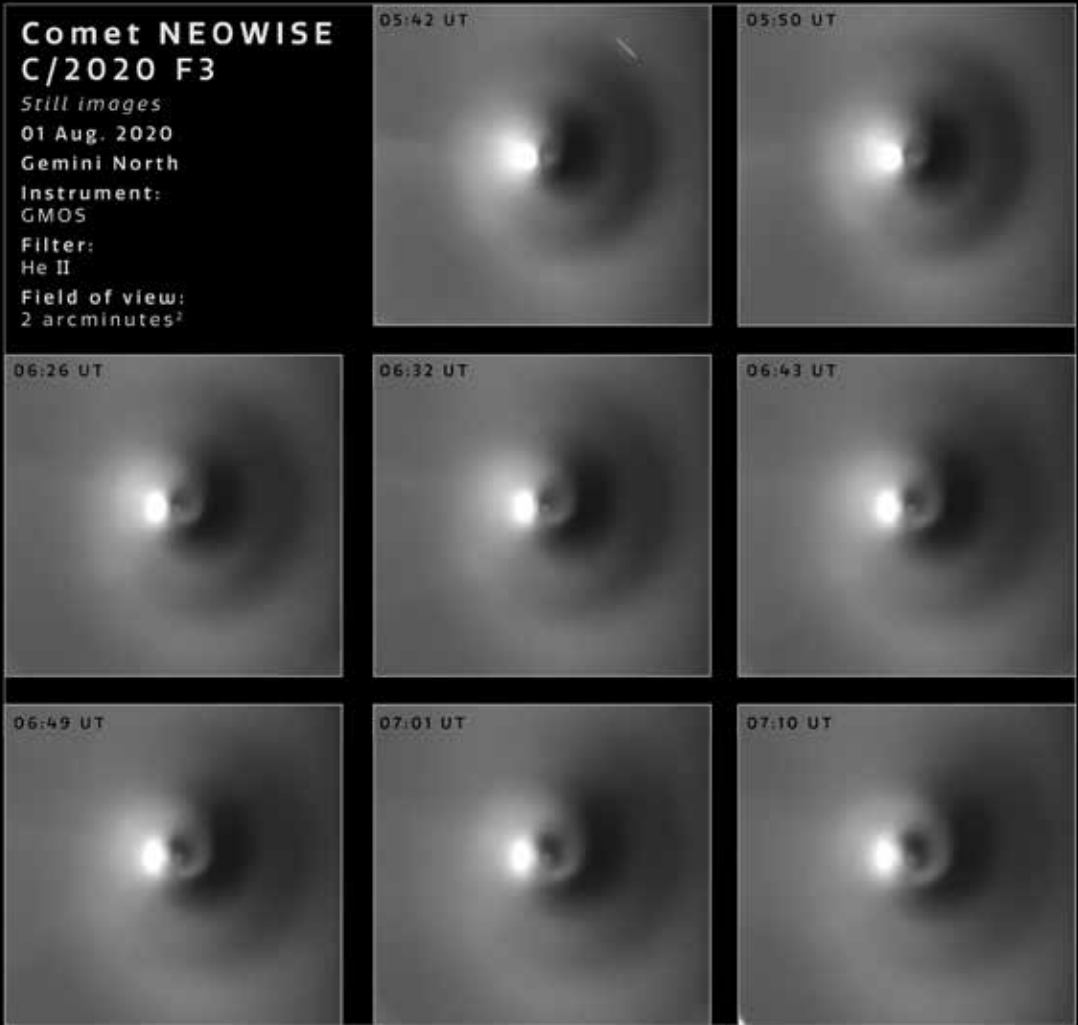
Le filtre rotationnel

L'un des outils préférés pour le traitement des images du cœur d'une comète est l'algorithme du gradient rotationnel de Larson et Sekanina (cf. Sekanina Z. et Larson S. M., *Astronomical Journal* (1984), 89, 571). Il est présent dans nombre de logiciels.

Ce filtre permet de mettre en évidence de légères asymétries correspondant souvent à l'éjection de jets de gaz. Le principe est de soustraire de l'image la moyenne de cette même image tournée d'un certain angle dans les deux sens. On peut y ajouter un décalage radial. En coordonnées polaires, si ρ est la distance au noyau, ϑ l'angle du rayon vecteur, et B la brillance, on écrira pour la valeur après filtrage B' :

$$B'(\rho, \vartheta) = B(\rho, \vartheta) - 0,5 [B(\rho - \Delta\rho, \vartheta + \Delta\vartheta) + B(\rho - \Delta\rho, \vartheta - \Delta\vartheta)]$$

Avec un peu d'expérience, en jouant sur $\Delta\rho$ et $\Delta\vartheta$, on peut atteindre des structures diverses, plus ou moins discrètes.



*Images de la comète NEOWISE obtenues avec le télescope Gemini North du Maunakea (Hawaï) dans la nuit du 1^{er} août 2020. Cette séquence a été prise à la longueur d'onde de 468 nm et traitée numériquement pour faire apparaître la structure en spirale.
(International Gemini Observatory/NOIRLab/NSF/AURA/M. Drahus/P. Guzik)*