

> que des astronomes qui surveillent le ciel à la recherche de comètes et d'astéroïdes redécouvrent parfois des fusées abandonnées flottant dans l'espace, en orbite autour du Soleil. Ainsi, l'objet 2000 SG344, repéré en 2000, est peut-être un débris du programme *Apollo*. Mais 'Oumuamua a une orbite trop extrême pour être une fusée des années 1960. Pourrait-il s'agir d'une fusée d'une civilisation extraterrestre? Aussi incroyable que cette idée puisse paraître, les astronomes n'ont pas assez d'éléments pour exclure cette possibilité.

De façon surprenante, une autre observation a alimenté cette hypothèse. En juin 2018, l'astronome italien Marco Micheli, de l'Agence spatiale européenne, et ses collègues ont analysé la trajectoire de 'Oumuamua. Ce dernier semblait subir l'action d'une force, comparable à une poussée de fusée, en plus des forces gravitationnelles exercées par le Soleil et ses planètes.

De telles forces non gravitationnelles sont bien connues dans le cas des comètes. Elles naissent du fait d'une poussée asymétrique liée à la sublimation de la glace sur la seule face du noyau cométaire éclairée par le Soleil. Mais 'Oumuamua n'est pas une comète et il ne montre aucun signe de perte de masse. L'objet émettrait-il du gaz, plus difficile à détecter que de la poussière cométaire? Le cas serait unique: les astronomes ne connaissent aucun exemple de corps qui émet uniquement du gaz, sans glace ou poussière.

En novembre 2018, Shmuel Bialy et Avi Loeb, du centre d'astrophysique Harvard et Smithsonian, ont proposé que cette force non gravitationnelle résulterait de la pression de radiation exercée par la lumière du Soleil. Mais pour que l'effet soit assez important pour être mesurable, il faudrait que 'Oumuamua soit très fin, comme du mylar (le film plastique aluminisé utilisé pour les ballons à hélium), ou de très faible densité. Les deux chercheurs ont ainsi suggéré que l'objet était peut-être une voile solaire, un vaisseau spatial construit par une autre civilisation et conçu pour être propulsé à travers l'espace par la lumière des étoiles.

Cette idée est considérée comme trop farfelue par la plupart des astronomes, lesquels privilégient une origine naturelle. En février 2019, l'une de nous, Amaya Moro-Martín, a calculé que 'Oumuamua devrait être cent fois moins dense que l'air pour être propulsé par la lumière du Soleil. Ce «mouton de poussière» cosmique serait un agrégat glacé formé dans les régions reculées d'un disque protoplanétaire. Celui-ci aurait une structure poreuse avec une géométrie fractale (la masse volumique ne suivrait pas une relation en r^3 mais en r^D , où D est un nombre – la dimension fractale – compris entre 2 et 3, r étant le rayon d'un élément de volume sphérique de l'agrégat).

Jane Luu, Eirik Flekkøy, de l'université d'Oslo, en Norvège, et Renaud Toussaint, de l'université de Strasbourg, ont proposé que 'Oumuamua serait né de l'agglomération de particules de poussière dans la chevelure d'une comète active, et se serait ensuite échappé de son hôte. De telles structures, de tailles inférieures au centimètre, ont effectivement été observées dans la chevelure de la comète Tchouri par exemple. Les trois chercheurs ont montré que de tels agrégats pouvaient atteindre la taille de 'Oumuamua, survivre dans le vide du milieu interstellaire et résister aux contraintes mécaniques de leur rotation et aux forces de marée lors de leur passage dans le Système solaire. En revanche, sur Terre, ces structures fractales ne supporteraient pas la pesanteur et s'effondreraient. Ces structures pourraient aussi piéger un peu de glace d'eau lors de la formation (ou en traversant des zones extérieures et froides de systèmes stellaires), mais la glace se sublimerait rapidement à l'approche d'une étoile. Cela expliquerait pourquoi 'Oumuamua n'avait pas d'attributs cométaires au moment de sa détection.

DES MILLIERS D'OBJETS SIMILAIRES?

Malgré toutes les bizarreries de 'Oumuamua, le plus étonnant est que de tels objets pourraient être assez nombreux dans le Système solaire. On sait que cet objet de petite taille a été détecté parce qu'il est passé assez près de la Terre et parce que nous disposons depuis quelques années d'instruments assez puissants pour l'observer. Le programme *Pan-Starrs* a démarré ses observations en 2010, mais n'a atteint sa pleine capacité que récemment. Avec un raisonnement probabiliste à partir de ces deux faits, les chercheurs ont estimé que le nombre de visiteurs interstellaires s'élevait peut-être à un corps pour un volume de 10 unités astronomiques au cube (une unité astronomique correspond à la distance Terre-Soleil). Ainsi, si l'on considère un volume sphérique centré sur le Soleil et s'étendant jusqu'à l'orbite de Neptune, il y aurait environ 10 000 objets similaires à 'Oumuamua. Et si l'on considère que ces voyageurs venus de loin mettent dix ans à traverser cette région, il devrait en arriver environ trois par jour!

Si l'on se fie à cette analyse statistique, que peut-on conclure quant à l'origine de 'Oumuamua? Si l'on reprend l'idée d'extraterrestres envoyant des restes de fusées ou de voiles solaires et que l'on extrapole à toute la Voie lactée, on arrive à un nombre vertigineux de 10^{24} à 10^{25} objets similaires dans la Galaxie. Difficile d'imaginer qu'une civilisation ait les capacités de produire autant de débris dans l'espace. Ces arguments plaident plutôt pour une origine naturelle. Dès lors, la grande majorité des astronomes pensent que 'Oumuamua