

AVI LOEB

EXTRATERRESTRE

Le premier signe d'une vie intelligente

*Traduit de l'anglais (États-Unis)
par Charles Frankel*

1. L'éclaireur

Bien avant que nous prenions conscience de son existence, l'objet voyageait vers nous depuis la direction approximative de Vega, une étoile située à seulement vingt-cinq années-lumière du Soleil. Il a croisé l'écliptique – le plan dans lequel toutes les planètes du Système solaire orbitent autour du Soleil – le 6 septembre 2017. Mais sa trajectoire nettement hyperbolique indiquait qu'il ne ferait que passer, sans s'attarder.

Le 9 septembre 2017, le visiteur a atteint son périhélie : le point de sa trajectoire le plus proche du Soleil. Il a ensuite abordé sa phase de sortie du Système solaire, à la vitesse approximative de 180 000 km/h, bien suffisante pour qu'il échappe à la gravité du Soleil. Il a atteint la distance orbitale de Vénus vers le 29 septembre et celle de la Terre vers le 7 octobre, prenant la direction de la constellation Pégase.

Alors que l'objet s'en retournait dans l'espace inter-sidéral, les Terriens ne s'étaient pas encore rendu compte de sa visite. Il ne possédait même pas de nom. Si jamais il en avait un, attribué par d'autres que nous, nous n'en aurons jamais connaissance.

Ce n'est que lorsqu'il quitta notre système solaire que les astronomes le détectèrent finalement. Nous lui avons attribué plusieurs dénominations officielles, avant de nous mettre d'accord sur le matricule 1I/2017 U1. Mais tant les astronomes que le grand public apprendront à le connaître sous le nom de 'Oumuamua – un nom hawaïen en hommage à l'observatoire qui l'a découvert.

Les îles Hawaï sont l'un des joyaux de l'océan Pacifique, qui attirent les touristes du monde entier. Mais, pour les astronomes, elles possèdent un attrait tout particulier : elles abritent certains des télescopes les plus sophistiqués de la planète, témoignages de nos plus grandes avancées technologiques.

Parmi ces télescopes d'avant-garde figurent ceux qui constituent le Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System (Pan-STARRS, télescope de relevé panoramique et système de réponse rapide) : un réseau de télescopes équipés de caméras à haute résolution, juchés au sommet du volcan éteint Haléakala, dans l'île de Maui. L'un de ces télescopes en particulier, Pan-STARRS1, est doté de la caméra qui possède la plus haute résolution au monde. Depuis sa mise en service, ce réseau découvre la majorité des astéroïdes et des comètes qui croisent au large de la Terre. C'est aussi lui qui a enregistré les données nous signalant l'existence de 'Oumuamua.

C'est le 19 octobre qu'à l'observatoire d'Haléakala l'astronome Robert Weryk repéra 'Oumuamua parmi les données recueillies par le télescope Pan-STARRS : des images qui montraient l'objet sous la forme d'un point lumineux filant à travers le ciel, à trop grande vitesse pour être captif de la gravité du Soleil. Ce paramètre

inhabituel conduisit rapidement la communauté des astronomes à convenir que Weryk avait, pour la première fois, détecté un objet interstellaire dans notre système solaire. Le temps qu'on lui trouve un nom, celui-ci se trouvait déjà à plus de trente millions de kilomètres de la Terre, soit quatre-vingt-cinq fois plus loin que la Lune, et s'éloignait à grande vitesse.

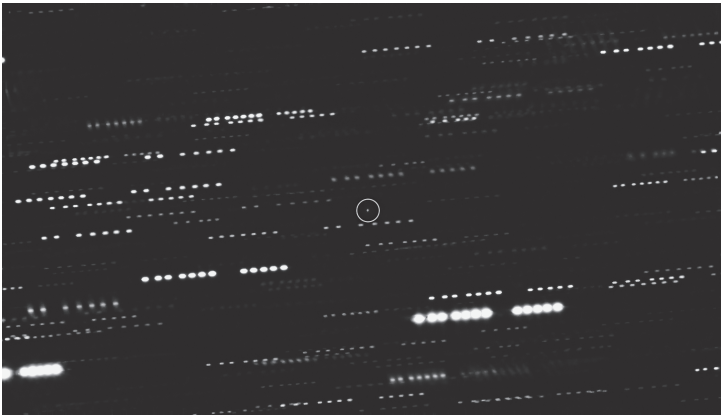


Fig. 1.1 : Combinaison d'images télescopiques montrant le premier objet interstellaire, 'Oumuamua : le point, entouré d'un cercle, au centre. On distingue les étoiles à l'arrière-plan sous la forme de petits points alignés générés par les poses multiples de la caméra qui a suivi le déplacement de l'objet. (Crédit : ESO/K. Meech *et al.*)

S'il avait pénétré notre système solaire en parfait inconnu, il en ressortait non seulement doté d'un nom, mais surtout en laissant dans son sillage une foule de questions qui allaient captiver les chercheurs et frapper l'imagination du public.

Le terme hawaïen de '*oumuamua*, qui se prononce « oh-mou-a-mou-a », peut se traduire par « éclaireur »

en français. Lors de l'annonce de l'appellation officielle de l'objet, l'Union astronomique internationale (UAI) en donna une traduction plus précise : « messager venu de loin et arrivé premier¹ ». Ce nom implique clairement que l'objet peut être le premier d'une série.

Les médias ont qualifié 'Oumuamua de « bizarre », « mystérieux », « étrange ». Mais par rapport à quoi ? En fait, cet éclairer était bizarre, mystérieux, étrange lorsqu'on le comparait à tous les astéroïdes et comètes découverts jusqu'alors.

En vérité, les chercheurs ne pouvaient même pas établir avec certitude que cet éclairer entraînait dans la catégorie des comètes ou des astéroïdes.

Ce n'est pas comme si on manquait de points de comparaison. On découvre tous les ans plusieurs milliers d'astéroïdes – blocs rocheux qui sillonnent l'espace –, et les comètes glacées qui parcourent notre système solaire sont si nombreuses que nos instruments ne pourront jamais les détecter toutes.

Les visiteurs interstellaires, quant à eux, sont bien plus rares que les astéroïdes et les comètes. En fait, avant le passage de 'Oumuamua, on n'avait jamais surpris traversant le Système solaire un objet venant de l'extérieur de celui-ci.

Ce caractère exclusif ne dura pas. Un deuxième objet interstellaire fut repéré peu après 'Oumuamua, et la liste risque de s'allonger à l'avenir, avec la mise en service de l'observatoire Vera C. Rubin, ou Grand Télescope d'étude synoptique du ciel (Legacy Survey of Space and Time, LSST). Au demeurant, les astronomes s'attendaient à repérer de tels objets bien avant les premières découvertes. Le calcul des probabilités prévoit certes que le nombre de visiteurs interstellaires doit être de plusieurs ordres de

grandeur inférieur à celui des objets du Système solaire, mais cela ne les rend pas extraordinaires pour autant. On peut s'émerveiller de ces rencontres, mais celles-ci n'ont rien de mystérieux. D'ailleurs, les premiers paramètres de l'objet 'Oumuamua recueillis par les astronomes n'étaient pas particulièrement surprenants : peu après l'annonce de sa découverte par l'Institut d'astronomie de l'université de Hawaï, le 26 octobre 2017, et sur la base des premières données, les chercheurs du monde entier tombèrent d'accord sur les caractéristiques principales de 'Oumuamua, à savoir sa trajectoire, sa vitesse et sa taille approximative (un peu moins de quatre cents mètres de diamètre). Rien ne suggérait une quelconque particularité de l'objet, hormis son origine en dehors du Système solaire.

À mesure que les données s'accumulaient, les chercheurs révélèrent toutefois quelques spécificités : des détails qui allaient remettre en question la nature du visiteur, supposé jusque-là entrer dans la catégorie banale, quoique interstellaire, des astéroïdes et des comètes. À la mi-novembre 2017, quelques semaines à peine après la découverte de l'objet, l'Union astronomique internationale – qui a pour charge, entre autres, de nommer les nouveaux objets célestes – changeait en effet pour la troisième et la dernière fois la dénomination de 'Oumuamua. Au départ, l'UAI l'avait enregistré sous le matricule C/2017 U1, la lettre « C » désignant une *comète*. Puis elle avait opté pour A/2017 U1, « A » désignant un *astéroïde*. Mais c'est finalement, nous l'avons dit, la désignation 1I/2017 U1 qui fut retenue, la lettre « I » signifiant *interstellaire*. Car, à ce stade, le fait que 'Oumuamua venait de l'extérieur du Système solaire restait une des rares choses sur lesquelles les chercheurs s'entendaient.

Comme le dit le vieil adage, un chercheur doit se diriger là où les indices le mènent. C'est faire preuve d'humilité, et cela permet d'échapper aux idées préconçues qui brouillent observations et perceptions des choses. On pourrait dire la même chose de l'âge adulte : « le stade à partir duquel vous avez amassé assez d'expérience pour que votre modèle du monde ait de fortes chances de prévoir la réalité ». Ce n'est peut-être pas la définition que vous présenteriez à vos enfants, mais elle me plaît.

En pratique, cela veut simplement dire qu'on a le droit de tâtonner. Qu'on doit laisser tomber ses préjugés et brandir le rasoir d'Ockham : retenir l'explication la plus simple. Il faut savoir abandonner les modèles qui échouent, ce qui arrive à de nombreux modèles lorsqu'ils sont confrontés aux faits et aux lois de la nature.

C'est une évidence : la vie existe dans l'univers. Nous en sommes la preuve. Et ce premier exemple que constitue l'humanité nous procure un vaste ensemble de données, parfois captivantes, parfois décevantes, à considérer lorsqu'on tente d'imaginer les actions et les intentions de tout autre forme d'intelligence pouvant exister – ou pouvant avoir existé – dans l'univers. Comme seule forme de vie consciente étudiée par nous en détail, l'espèce humaine peut vraisemblablement nous éclairer sur le comportement d'autres formes de vie consciente dans le cosmos, passées, présentes ou futures.

En tant que physicien, je suis frappé par l'omniprésence des lois physiques qui gouvernent notre propre existence sur notre petite planète. Et je suis impressionné, quand j'étudie l'univers, par l'ordre qui y règne, par le fait que les lois de la nature que nous observons sur Terre semblent s'y appliquer partout. Depuis longtemps, bien avant l'arrivée de 'Oumuamua, j'en ai tiré une réflexion

corollaire : l'omniprésence de ces lois naturelles suggère que, si la vie intelligente existe ailleurs que sur Terre, elle compte certainement des êtres qui reconnaissent ces lois universelles et sont désireux de les décortiquer, d'échafauder des théories, de recueillir des données, de tester leurs hypothèses, de les affiner, de les tester à nouveau ; et finalement, tout comme l'espèce humaine, de voyager.

Notre civilisation a mis au point cinq sondes spatiales qu'elle a lancées dans l'espace interstellaire : Pioneer 10 et Pioneer 11, Voyager 1 et Voyager 2, et New Horizons. Ce fait démontre à lui seul notre capacité à explorer l'espace lointain. De même que l'a démontrée le comportement de nos lointains ancêtres. Des millénaires durant, les humains ont sillonné la planète, cherchant de meilleures conditions de vie, ou simplement des vies différentes, ignorant ce qu'ils allaient trouver ou s'ils pourraient même revenir un jour à leur point de départ. Cette incertitude diminue avec le temps – les astronautes ont réussi à gagner la Lune et en sont revenus en 1969 – mais le risque demeure. Ce ne sont pas seulement les parois du module lunaire, guère plus épaisses que du papier d'aluminium, qui ont garanti la survie des astronautes, mais la science et la technologie ayant présidé à leur élaboration.

Si d'autres civilisations sont nées autour d'autres étoiles, n'ont-elles pas ressenti la même envie d'explorer, de voyager au-delà des frontières du monde connu, en quête de découvertes ? À la lumière de notre propre expérience, cela n'aurait rien d'étonnant. Peut-être même se sentent-elles à ce point à l'aise avec le voyage interstellaire qu'elles le pratiquent avec autant d'insouciance que lorsque les êtres humains sillonnent la Terre. Nos ancêtres parlaient d'exploration et de découverte ; aujourd'hui nous partons simplement en vacances.

En juillet 2017, avec mon épouse Ofrit et nos deux filles, Klil et Lotem, nous avons visité une impressionnante panoplie de télescopes installés dans les îles Hawaï. En tant que directeur du département d'astronomie de l'université de Harvard, j'avais été invité à donner une conférence publique dans la Grande Île d'Hawaï afin de présenter les découvertes enthousiasmantes que permet l'astronomie, alors qu'au sein de la population certains protestaient contre la construction d'un télescope supplémentaire au sommet du volcan éteint Mauna Kea. J'avais accepté cette invitation avec plaisir, profitant de l'opportunité pour visiter les autres îles de l'archipel, y compris Maui, qui accueille d'autres télescopes à la pointe de la technologie moderne.

Ma conférence avait pour sujet l'habitabilité de l'univers, et la probabilité de découvrir, au cours des prochaines décennies, les preuves d'une vie extraterrestre. Cette découverte conduirait l'humanité à comprendre qu'elle n'a rien d'exceptionnel. Le journal local, revenant le lendemain sur ma conférence, résuma le concept en un joli titre : « Terriens, soyez humbles. »

J'avais donné cette conférence un peu moins d'un mois avant que 'Oumuamua, toujours à l'insu des Terriens, ne croise l'orbite de Mars, et à quelques kilomètres seulement de Pan-STARRS1, l'un des télescopes que j'avais admirés lors de mon séjour et dont les instruments de mesure étaient particulièrement sophistiqués. Trois mois plus tard, les données recueillies par Pan-STARRS mèneraient à la découverte de 'Oumuamua.

Ce premier télescope du réseau Pan-STARRS fut mis en service en 2008, cinquante ans après la construction du premier télescope au sommet du volcan Haléakala, en 1958, dont l'objectif n'était pas d'observer les astres

mais de suivre la trajectoire des satellites soviétiques – une menace à l'époque pour les États-Unis. L'objectif de Pan-STARRS était quant à lui de détecter les comètes et les astéroïdes menaçant de percuter la Terre. Depuis le début des opérations en 2008, le système est devenu très sophistiqué. D'autres télescopes ont été ajoutés, notamment Pan-STARRS2, devenu opérationnel en 2014. La panoplie complète, appelée globalement Pan-STARRS, cartographie le ciel avec une précision sans cesse accrue, découvrant comètes, astéroïdes, étoiles en cours d'explosion et bien d'autres merveilles encore.

En résumé, la guerre froide de jadis a jeté les bases d'un observatoire d'une telle complexité et d'une telle richesse technologique, au sommet d'un volcan éteint sous une atmosphère à ce point limpide, que, quelques décennies plus tard, c'est l'un de ses instruments sophistiqués qui a permis de détecter 'Oumuamua lorsque l'objet céleste est passé dans le champ de son télescope, dix ans à peine après sa mise en service.

Parfois, les coïncidences prennent un sens, et cela nous étonne. Longtemps, les êtres humains se sont tournés, pour le comprendre, vers des explications mystiques ou religieuses. Mais j'aime à penser que, même durant son enfance et son adolescence, l'humanité a amassé assez d'expérience pour permettre à ses modèles de toujours mieux prévoir la réalité. En d'autres termes, l'humanité est entrée progressivement dans son âge adulte.

Car, en vérité, la plupart des événements qui surviennent dans notre vie sont le résultat de causes multiples. Cela est vrai dans le cas de situations anodines (manger une soupe qui se trouve dans un bol grâce à une cuillère qui se trouve à côté) comme dans celui de circonstances extraordinaires (ainsi l'origine... d'à peu près

tout). L'événement peut être personnel (par exemple une rencontre qui mène à un mariage qui donne naissance à deux filles qui passent des vacances à Hawaï) aussi bien que global (comme la possibilité, devenue réalité, que durant onze jours en octobre de cette même année un télescope à Hawaï suive un objet venu de l'extérieur du Système solaire).

Ma famille et moi avons retrouvé, à notre retour de vacances, notre vieille demeure à la périphérie de Boston, dans le Massachusetts. Elle est à de nombreux égards très différente de la ferme où j'ai grandi en Israël. Mais elle lui ressemble dans la mesure où elle nourrit mon amour de la nature, mon besoin de me trouver au milieu des choses qui poussent et vivent autour de nous.

Un soir, lors d'une marche dans les bois près de la maison, j'ai été témoin de la chute d'un grand arbre. J'ai d'abord entendu les craquements, puis je l'ai vu céder et s'abattre. J'ai constaté que son tronc était creux. Une large partie de l'arbre était morte depuis longtemps, mais c'est ce jour-là et à ce moment précis qu'il a succombé sous la pression du vent. Le hasard a voulu que je me trouve là, à cet instant, pour assister à sa chute, témoin d'un moment dans une chaîne de causalités sur laquelle je n'avais aucune prise.

En revanche, dans des circonstances plus favorables, nos actions peuvent faire la différence. Il y a une dizaine d'années, lorsque ma famille a emménagé à Lexington, j'ai découvert une branche à moitié cassée sur un jeune arbre de notre jardin. Un jardinier m'a recommandé de couper cette branche qui tenait à peine. En y regardant de plus près, j'ai constaté que des fibres vivantes la liaient encore à l'arbre. J'ai choisi de ligaturer la branche avec un ruban isolant. Aujourd'hui, cette branche se dresse

1. L'ÉCLAIREUR

fièrement vers le ciel, mais le ruban isolant demeure visible à hauteur d'homme. Je peux voir cet arbre depuis la fenêtre de ma maison. Et je le montre à mes filles pour leur rappeler que des actions modestes peuvent avoir des effets remarquables.

Certaines de nos décisions les plus importantes sont prises dans l'espoir des conséquences qu'elles pourront avoir. Réparer cette branche devant ma maison a été pour moi un véritable acte de foi, que j'ai maintes fois répété par la suite.

Table

Introduction.....	9
1. L'éclaireur	19
2. La ferme.....	31
3. Anomalies	49
4. Les StarChips	75
5. L'hypothèse de la photovoile.....	95
6. Bouées et coquillages.....	107
7. L'exemple des enfants.....	125
8. L'immensité du cosmos.....	151
9. Une histoire de filtres	161
10. L'astro-archéologie	177
11. Le pari de 'Oumuamua	201
12. Planter des graines.....	213
13. Mystérieuses singularités.....	229
Conclusion.....	251
Épilogue.....	259
Notes	261
Remerciements.....	265