

Le premier signe d'une vie intelligente

# EXTRATERRESTRE

AVI LOEB

directeur du département d'astronomie d'Harvard



**“ SI J’AI RAISON,  
C’EST LA PLUS GRANDE  
DÉCOUVERTE DE L’HISTOIRE  
DE L’HUMANITÉ ”**

Seuil

**SORTIE  
MONDIALE**



Le premier signe d'une vie intelligente

# EXTRATERRESTRE



AVI LOEB

Le premier signe d'une vie intelligente

# EXTRATERRESTRE

TRADUIT DE L'AMÉRICAIN  
PAR CHARLES FRANKEL

Éditions du Seuil  
57, rue Gaston-Tessier, Paris XIX<sup>e</sup>

Titre original : *Extraterrestrial*  
© original : 2021, by Abraham Loeb  
All rights reserved

ISBN 978-2-02-144044-7

© Éditions du Seuil, janvier 2021, pour la traduction française.

Le Code de la propriété intellectuelle interdit les copies ou reproductions destinées à une utilisation collective. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite par quelque procédé que ce soit, sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants cause, est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L.335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

[www.seuil.com](http://www.seuil.com)

*À mes trois muses, Ofrit, Klil et Lotem,  
et à tous les autres habitants du cosmos...*



## Introduction

Quand vous en avez l'occasion, sortez de chez vous pour admirer l'univers. Bien sûr, c'est plus facile la nuit. Mais, même de jour, lorsque le seul astre visible est le Soleil, l'univers est toujours là, qui nous attend. Le seul fait de lever les yeux vers le ciel nous aide à changer la perspective.

Ce spectacle au-dessus de nos têtes nous paraît plus majestueux la nuit, mais cette particularité ne relève pas de l'univers ; elle est plutôt humaine. Saturés de préoccupations durant la journée, nous ne nous intéressons guère à ce qui se trouve au-delà de quelques mètres autour de nous, et quand nous regardons le ciel, c'est généralement pour nous inquiéter de la météo. La nuit, en revanche, nos préoccupations tendent à se dissiper, et le spectacle majestueux de la Lune, des étoiles, de la Voie lactée, voire – pour les plus chanceux d'entre nous – d'une comète ou d'un satellite, devient visible dans l'objectif d'un petit télescope, et même à l'œil nu.

Ce que nous voyons lorsque nous prenons la peine de regarder a, depuis la nuit des temps, inspiré l'humanité. On avance même qu'en Europe certaines peintures réalisées dans des grottes il y a quarante mille ans indiqueraient que nos lointains ancêtres suivaient déjà le mouvement

des astres. Poètes et philosophes, théologiens et chercheurs se sont nourris de ce spectacle pour s'émerveiller, agir et faire progresser notre civilisation. C'est, après tout, le développement de l'astronomie qui a conduit Nicolas Copernic, Galilée et Isaac Newton à accomplir leur révolution scientifique et détronner la Terre du centre de l'univers. Ces illustres savants ne furent pas les premiers à envisager pour notre monde une place plus modeste, mais, à l'inverse des philosophes et des théologiens qui les avaient précédés, ils ont étayé leurs hypothèses par des observations – méthode qui a servi depuis aux principales avancées de la civilisation humaine.

J'ai passé l'essentiel de ma carrière scientifique à étudier l'univers avec curiosité et rigueur. Directement ou indirectement, tout ce qui se trouve au-delà de notre atmosphère fait partie de mon métier. À l'heure où j'écris ces lignes, je dirige le département d'astronomie de l'université de Harvard, et son programme consacré aux trous noirs, ainsi que l'Institut de théorie et de calcul du centre d'astrophysique Harvard-Smithsonian, tout en présidant le programme Breakthrough Starshot Initiative et le comité de physique et d'astronomie de l'Académie des sciences des États-Unis. Je suis aussi membre du conseil consultatif de la plateforme numérique Einstein : visualiser l'impossible, à l'Université hébraïque de Jérusalem, et membre du Conseil consultatif des sciences et technologies auprès du président des États-Unis à Washington. J'ai la chance de côtoyer à travers mon travail des chercheurs et des étudiants de grand talent, dans une réflexion commune sur l'univers et ses plus profonds mystères.

Ce livre explore l'une de ces questions fondamentales, sans doute celle qui prête le plus à conséquence : sommes-nous seuls ? Cette question a été formulée

de nombreuses manières au cours de l'histoire. Dans l'univers, la vie existe-t-elle uniquement sur Terre ? Les êtres humains sont-ils les seules intelligences conscientes apparues dans l'immensité de l'espace et du temps ? En d'autres termes, pour poser la question de façon plus pointue et plus précise, à travers l'étendue du cosmos et tout au long de son histoire, y a-t-il eu – et y a-t-il actuellement – d'autres civilisations conscientes qui, à l'instar de la nôtre, ont exploré l'espace interstellaire et laissé des témoignages de leurs entreprises ?

J'ai la conviction qu'en 2017 un tel témoignage a traversé notre système solaire, nourrissant l'hypothèse qu'il faut répondre par l'affirmative à cette question. Dans ce livre, je passe en revue les faits, teste l'hypothèse qui s'y rapporte et interroge les conséquences qui pourraient en être tirées si les chercheurs lui accordaient du crédit – ainsi qu'ils le font pour la supersymétrie, les dimensions supplémentaires de l'espace-temps, la nature de la matière noire ou les multivers.

Ce livre pose aussi une autre question, plus difficile encore sans doute. Qu'il s'agisse des chercheurs ou du grand public, sommes-nous prêts ? Notre civilisation est-elle disposée à affronter ce qui découlerait de l'acceptation de cette conclusion – résultant d'une hypothèse étayée par des preuves – que la vie sur Terre n'est pas unique, ni même remarquable ? J'ai peur qu'il faille répondre par la négative à cette question, et cette fermeture d'esprit est un problème.

Comme de nombreuses professions, la communauté scientifique réagit souvent à l'inconnu avec conservatisme, privilégiant les courants de pensée les plus en vogue. Ce conservatisme est parfois louable, la méthode scientifique imposant elle-même des règles de prudence. Toute

hypothèse, pour être évaluée, doit être confrontée à des observations qui la modifieront ou appelleront de nouvelles observations. Toutefois, les courants de pensée dominants peuvent conduire à ignorer certaines hypothèses, comme le carriérisme peut concentrer l'attention des chercheurs et leurs ressources vers certains sujets, au détriment d'autres.

La culture populaire n'a guère facilité les choses. Livres et films de science-fiction représentent souvent les extraterrestres d'une manière que la plupart des chercheurs jugent grotesque. Les *aliens* pulvérisent les villes, enlèvent les êtres humains, ou tentent de communiquer avec nous par des voies obscures. Bienveillants comme malveillants, ils sont souvent doués d'une intelligence surhumaine, et leur maîtrise des lois de la physique leur permet de manipuler l'espace-temps et sillonner l'univers – voire les multivers – dans tous les sens et en un clin d'œil. Grâce à leur technologie, ils fréquentent d'autres planètes autour d'autres étoiles, et jusqu'aux cafés et boîtes de nuit terrestres. Au fil des années, j'en suis arrivé à la conclusion qu'il existe seulement deux endroits où les lois de la physique ne sont pas respectées : les singularités et les plateaux de cinéma.

D'un point de vue personnel, je n'aime pas les films de science-fiction qui enfreignent les lois de la physique. J'aime la science et j'aime la fiction, mais uniquement lorsqu'elles restent honnêtes et modestes. D'un point de vue professionnel, j'ai bien peur que les représentations sensationnelles d'extraterrestres aient accouché d'une culture, tant populaire que scientifique, où ce sujet est rarement pris au sérieux, même lorsque des indices montrent qu'il mérite d'être débattu.

Sommes-nous la seule forme de vie intelligente dans l'univers ? La science-fiction nous a au moins préparés à

l'éventualité d'une réponse négative, et au fait que nous le découvrirons d'un coup. Le discours scientifique tend quant à lui à éluder la question. Du coup, les humains sont très mal préparés à une rencontre avec leurs homologues extraterrestres. Au sortir d'un film de science-fiction, lorsque nous quittons la salle de cinéma et levons les yeux vers le ciel, le contraste est saisissant : nous ne voyons que l'immense étendue du cosmos, apparemment vide de vie. Mais les apparences peuvent être trompeuses et, dans notre propre intérêt, nous devons cesser de nous leurrer.

Dans son poème *The Hollow Men* (*Les Hommes creux*), une méditation sur l'Europe au sortir de la Première Guerre mondiale, T. S. Eliot écrit que le monde finira sur un murmure, non sur une explosion, comme cela a été le cas de ce dernier conflit – à l'époque le plus meurtrier de l'histoire de l'humanité. Est-ce parce que la philosophie fut à l'université ma première discipline de cœur ? Je perçois autre chose que du désespoir dans cette image de T. S. Eliot. J'y vois aussi un choix éthique.

Notre monde aura une fin, évidemment, et celle-ci interviendra assurément d'un coup, sur une explosion : notre soleil, âgé aujourd'hui de 4,6 milliards d'années, se transformera dans 7 milliards d'années environ en étoile géante rouge, mettant un terme à toute forme de vie sur Terre. Il n'y a aucun doute là-dessus, et cela ne relève pas d'une question éthique.

La question éthique que je décèle dans *Les Hommes creux* de T. S. Eliot ne concerne pas la fin de la Terre, une certitude scientifique, mais l'extinction beaucoup moins certaine de la civilisation humaine – et peut-être, en effet, de toute vie terrestre.

Notre planète s'achemine aujourd'hui vers une catastrophe. La dégradation de l'environnement, le changement

climatique, les pandémies et le risque toujours réel d'une guerre nucléaire ne constituent que les menaces les plus visibles auxquelles nous sommes confrontés. Nous avons multiplié les voies de notre propre perte. Celle-ci pourrait intervenir sur une explosion ou sur un murmure, ou les deux à la fois, ou aucun des deux. Toutes les options restent ouvertes.

Quelle voie allons-nous choisir ? Là réside la question éthique du poème d'Eliot.

Et si cette métaphore sur le choix d'une fin s'appliquait aussi à certains commencements ? Si la réponse à la question « Sommes-nous seuls ? » se présentait à nous de façon subtile, évanescence, ambiguë ? S'il fallait pour la saisir user de tous nos pouvoirs d'observation et de déduction ? Et si la réponse à cette question contenait la clef de la précédente : notre civilisation ainsi que la vie sur Terre vont-elles prendre fin, et comment ?

Dans les pages qui suivent, j'explore l'hypothèse qu'une telle réponse a justement été livrée à l'humanité le 19 octobre 2017. Je prends au sérieux non seulement cette hypothèse, mais aussi les messages pour l'humanité qu'elle comporte, les leçons que l'on peut en tirer, et certaines conséquences qui découleraient de nos réactions, ou de notre absence de réaction, à ces leçons.

Si chercher les réponses à de telles questions scientifiques – des origines de la vie à l'origine même de l'univers – peut paraître arrogant, la quête elle-même relève de l'humilité. Quelle que soit la façon de la mesurer, chaque vie humaine est insignifiante ; nos apports individuels ne prennent force qu'inclus dans un corpus constitué par une multitude de générations. Nous sommes juchés sur les épaules de tous ceux qui nous ont précédés, et nos épaules serviront à leur tour de support à ceux qui

suiront. Ne pas en tenir compte est dangereux, pour nous comme pour nos descendants.

Il y a aussi une certaine humilité à reconnaître, lorsque nous nous efforçons de comprendre l'univers, que la faille réside dans notre mécanisme de compréhension, pas dans les faits ni dans les lois de la nature. Je l'ai découvert très tôt, lorsque je voulais devenir philosophe ; j'en ai pris conscience une seconde fois lorsque j'ai commencé mes études de physique, et plus encore quand je me suis tourné vers l'astrophysique. Dans ma jeunesse, j'ai été particulièrement marqué par les existentialistes, et leur approche de l'homme confronté à un monde apparemment absurde. Aujourd'hui, comme astrophysicien, je sais parfaitement évaluer ma vie – et toute vie – à l'échelle immense de l'univers. J'en suis arrivé à la conclusion que, lorsqu'on les aborde avec humilité, tant la philosophie que l'univers inspirent l'espoir que l'on peut progresser. Cela demande une bonne collaboration scientifique entre tous les pays et une approche réellement mondiale – mais nous pouvons nous améliorer.

Je crois aussi que l'humanité a besoin d'un coup de pouce.

Si la preuve d'une vie extraterrestre se manifestait dans notre système solaire, s'en apercevrait-on même ? Si nous nous attendons à voir paraître à l'horizon des vaisseaux spatiaux défiant les lois de la gravitation, ne risquons-nous pas de négliger des apparitions plus discrètes ? Et si la preuve était inerte, prenant la forme d'un objet technologique « éteint » – une sorte d'épave, vieille d'un milliard d'années ?

C'est le genre d'expérience mentale que je propose à Harvard à mes étudiants de première année. Un vaisseau extraterrestre se pose dans la cour de l'université et ses passagers font savoir qu'ils sont pacifiques. Ils visitent les

lieux, prennent des selfies sur les marches de la bibliothèque, touchent la statue du fondateur John Harvard, comme le font tant de touristes terrestres. Puis ils se tournent vers leurs hôtes et les invitent à bord de leur vaisseau pour un voyage sans retour vers leur planète natale. Ils admettent qu'un risque existe, mais quelle aventure n'en recèle pas ?

Accepteriez-vous leur offre ? Feriez-vous le voyage ?

Presque tous mes étudiants répondent par l'affirmative. Puis je modifie les données du problème. Les extraterrestres sont toujours sympathiques, mais ils informent cette fois leurs amis humains que, plutôt que retourner chez eux, ils vont mettre le cap sur un trou noir et pénétrer son redoutable *horizon des événements*. La proposition, là encore, est risquée, mais les extraterrestres ont suffisamment confiance dans l'analyse théorique de ce qui les attend pour tenter l'aventure. Ils vous posent donc la question : êtes-vous prêts ? Voulez-vous les accompagner ?

Presque tous mes étudiants répondent par la négative.

Pourtant, les deux voyages sont sans retour. Tous deux comportent des inconnues et des risques. Alors, pourquoi des réponses différentes ?

L'explication la plus souvent invoquée est que dans le premier cas mes étudiants pourraient utiliser leurs téléphones portables pour partager leur aventure avec leurs amis et leur famille restés sur Terre : même si le signal prenait plusieurs années, à la vitesse de la lumière, pour traverser l'espace, il arriverait finalement à destination. En revanche, franchir l'horizon d'un trou noir est la garantie qu'aucun selfie, aucun message, aucune information – aussi merveilleuse soit-elle – n'en sortira. Le premier voyage garantit des *likes* sur Facebook et sur Twitter ; le second ne les permet pas.

À ce stade, je rappelle à mes étudiants le bon mot de Galilée, au sujet des découvertes permises par sa lunette astronomique : les observations se moquent d'être approuvées. Cela est vrai de toutes les observations, qu'elles soient effectuées sur une planète distante ou de l'autre côté de l'horizon d'un trou noir. La valeur d'une information ne réside pas dans les éloges qu'elle reçoit mais dans l'usage qu'on en fait.

Je pose alors à mes étudiants de Harvard une question à laquelle ils pensent pouvoir répondre facilement : les êtres humains sont-ils les créatures les plus intelligentes qui existent ? Et, sans attendre, je m'empresse d'ajouter : regardez vers le ciel et prenez conscience que votre réponse va largement dépendre d'une autre de mes questions favorites : sommes-nous seuls ?

Contempler l'univers nous enseigne l'humilité. L'espace et le temps s'y déploient sur des échelles gigantesques. Il existe dans le volume observable de l'univers plus de mille milliards de milliards d'étoiles semblables au Soleil, et, en termes de durée de vie, les plus chanceux d'entre nous n'atteindront pas le cent millionième de celle du Soleil. Mais l'humilité ne nous interdit pas d'apprendre à mieux connaître notre univers. Au contraire, elle devrait nous encourager à élever nos ambitions, à poser des questions difficiles qui remettent en question nos idées reçues, et à chercher avec rigueur des indices et des preuves, plutôt que des *likes*.

Une grande partie des indices discutés dans ce livre ont été récoltés sur une période de onze jours, à partir du 19 octobre 2017. C'est le temps dont nous avons disposé pour observer notre premier visiteur interstellaire. L'analyse de ces données, combinée à quelques observations supplémentaires, nous a servi de base pour

tirer des déductions sur la nature de cet objet insolite. Onze jours, cela semble peu, et je ne connais aucun chercheur qui n'aurait pas aimé avoir plus de temps pour récolter davantage de données ; mais celles dont nous disposons sont déjà importantes, et nous pouvons en tirer un grand nombre de leçons, que je passe en revue dans ce livre. Une déduction en particulier est partagée par tous les chercheurs qui ont analysé les données : ce visiteur, lorsqu'on le compare à tous les types d'objets connus des astronomes, est décidément exotique. Et toutes les hypothèses avancées pour expliquer l'ensemble des caractéristiques de cet objet sont pareillement exotiques.

Je suis d'avis que l'explication la plus simple à ces caractéristiques insolites est que l'objet en question a été créé par une civilisation intelligente, ailleurs que sur Terre.

Il ne s'agit bien sûr que d'une hypothèse, mais une hypothèse rigoureusement scientifique. Les conclusions que l'on peut en tirer, en revanche, dépassent le cadre de la science, tout comme les décisions que l'on pourrait prendre à la lumière de ces conclusions. En effet, mon hypothèse ouvre sur certaines questions parmi les plus fondamentales posées à l'humanité, questions abordées à travers le prisme de la religion, de la philosophie ou de la méthode scientifique. Elles touchent à tout ce qui se rattache à la civilisation humaine comme à la vie, quelle que soit sa forme, dans l'univers.

Dans un esprit de transparence, sachez que certains chercheurs considèrent que mon hypothèse n'est pas dans l'air du temps, en marge de la science officielle, voire dangereusement mal conçue. Mais l'erreur la plus certaine, à mon sens, serait de ne pas prendre cette hypothèse au sérieux.

Laissez-moi vous expliquer.

## 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-stellaire, 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, témoins 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.

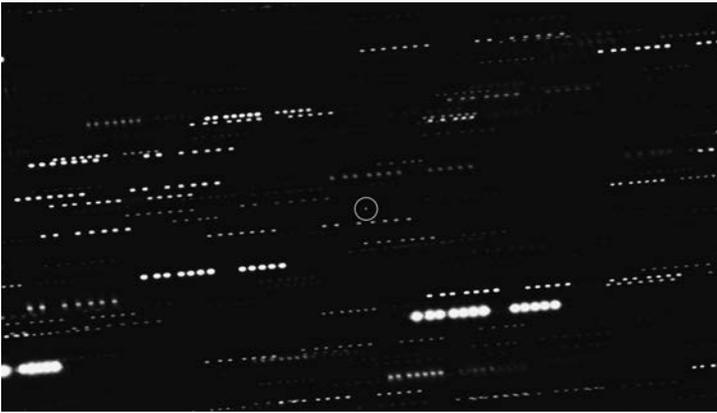


Fig. 1.1 : Combinaison d'images télescopiques montrant le premier objet interstellaire, 'Oumuamua : le point, entouré d'un cercle, au centre. On distingue les étoiles à l'arrière-plan sous la forme de petits points alignés générés par les poses multiples de la caméra qui a suivi le déplacement de l'objet. (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 : « messenger venu de loin et arrivé premier<sup>1</sup> ». 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 entrerait 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

# 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