



STAR TREK™

SCIENCE *ou* FICTION ?

ETHAN SIEGEL, PHD

B

STAR TREK

SCIENCE ou FICTION ?

ETHAN SIEGEL, PHD

B

Pour toute information sur notre fonds et les nouveautés dans votre domaine
de spécialisation, consultez notre site web :

www.deboecksuperieur.com

™ & © 2017 CBS Studios Inc. STAR TREK, les marques et logos en rapport sont des marques déposées par CBS Studios Inc. Tous droits réservés.

Ethan SIEGEL, PhD, *Star Trek*™. Treknology. The Science of Star Trek from Tricorders to Warp drive, © 2017. Publié pour la première fois en 2017 par Voyageur Press, imprimé par The Quarto Group, 401 Second Avenue North, Suite 310, Minneapolis, MN 55401 USA. T (612) 344-8100 F (612) 344-8692 www.quartoknows.com

Publié en français par De Boeck Supérieur © 2020, Rue Du Bosquet, 7, B-1348 Louvain-la-Neuve.

Dans cet ouvrage, les séries *Star Trek The Original Series*, *Star Trek : La Nouvelle Génération*, *Star Trek : Deep Space Nine*, *Star Trek : Voyager* et *Star Trek : Enterprise* servent de références lexicales et approuvées par CBS/Paramount France ainsi que la communauté francophone *Star Trek*. Les traductions sont donc fidèles à l'ensemble des séries de la franchise, s'appuyant sur les termes techniques également disponibles sur les encyclopédies comme Memory Alpha (français et anglais).

Tous droits réservés. Aucune partie de cet ouvrage ne peut être reproduite sous toutes formes que ce soient sans l'autorisation écrite des détenteurs du copyright. Toutes les images de ce livre ont été reproduites avec l'accord et le consentement des artistes concernés, les diffuseurs, éditeurs ou imprimeurs ne sont pas tenus pour responsables de toute violation des copyrights du contenu de cet ouvrage. Beaucoup se sont investis pour assurer une protection des crédits en regard aux informations fournies. Nous nous excusons pour toute incohérence qui pourraient apparaître et nous résoudrons ces incohérences et informations manquantes en réimprimant une autre version par la suite.

ISBN : 978-2-8073-3137-2

Dépôt légal :

Bibliothèque nationale, Paris : octobre 2020

Bibliothèque royale de Belgique, Bruxelles : 2020/13647/101

Éditeur : Madeleine Vasaly

Responsable projet : Alyssa Lochner

Directeur artistique : James Kegley

Maquettiste de Première de couverture et pages : Amelia LeBarron

Conception : Kim Winscher

Imprimé en Chine

Logo FSC ici,
12 mm de haut

SOMMAIRE

4 · Introduction:
L'ultime frontière

8 / TECHNOLOGIES DES VAISSEAUX

10 · Distorsion
17 · Rayons tracteurs
24 · Téléporteurs
30 · Moteurs à impulsion
37 · Aluminium transparent
43 · Stockage de l'antimatière

50 / ARMEMENT ET LA DÉFENSE

52 · Dispositif d'occultation
60 · Boucliers défecteurs
68 · Phaseurs
77 · Torpilles à photons

84 / COMMUNICATIONS

86 · Communications subspatiales
94 · Communicateurs
99 · Traducteurs universels

106 / L'INFORMATIQUE

108 · Puces isolinéaires
114 · Holodecks et hologrammes
121 · Ordinateur de bord
127 · PADD
132 · Androïdes

138 / TECHNOLOGIES CIVILES

140 · Synthétiseurs
146 · Synthéol
152 · Portes à ouverture automatique
158 · Gravité artificielle

166 / MÉDECINE ET BIOLOGIE

168 · Hologramme Médical
d'urgence
175 · Implants cybernétiques
184 · Extension de la vie humaine
192 · VISOR
198 · Seringues hypodermiques
203 · Tricorders

209 · Conclusion:

En avant toute

214 · Index

216 · À propos de l'auteur

& crédits d'image

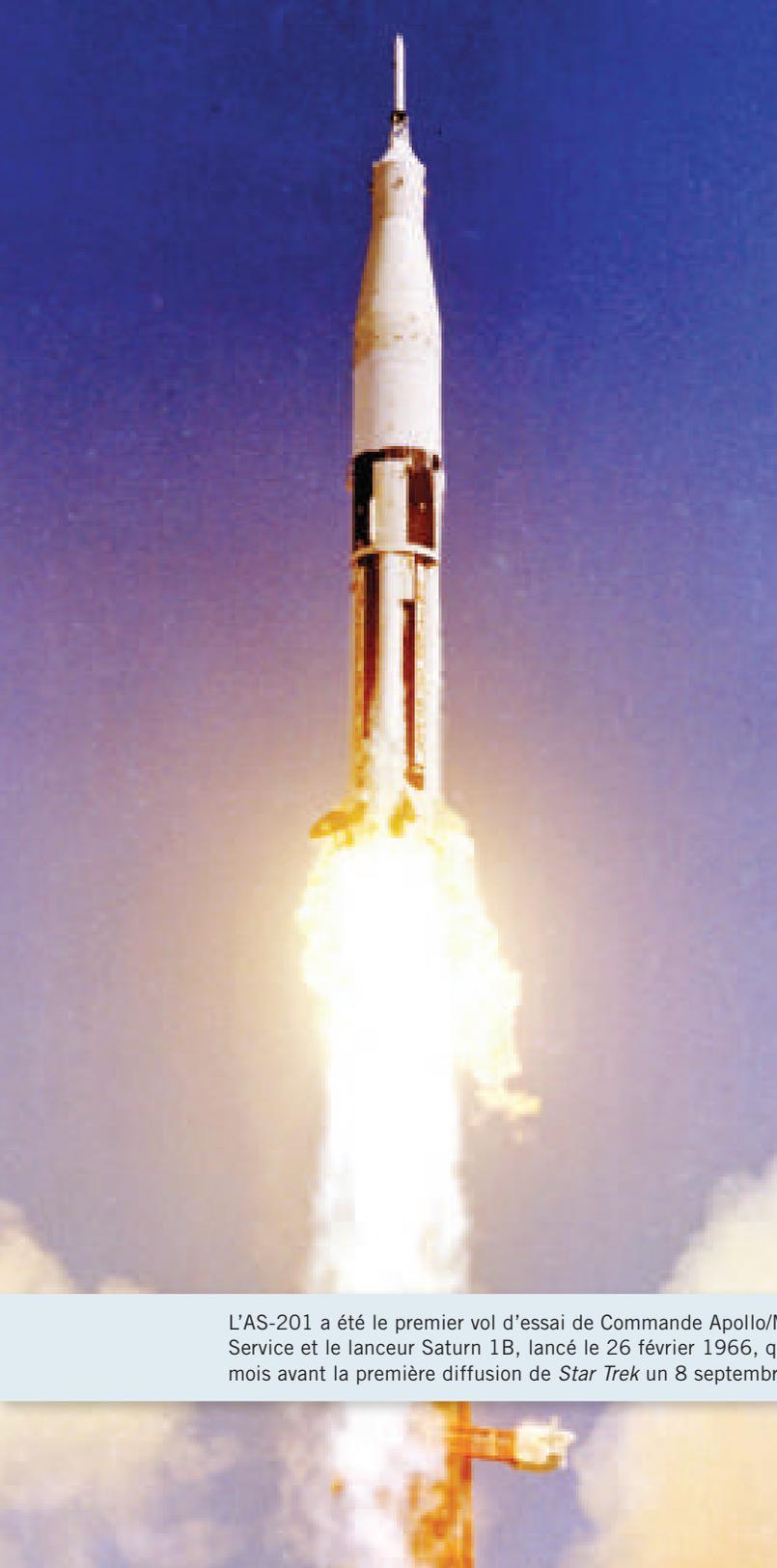
INTRODUCTION: L'ULTIME FRONTIÈRE

Lorsque vous étiez enfant, à quoi rêviez-vous quand vous imaginiez le futur ? Que signifiait l'inconnu à vos yeux ? Dépasser les frontières et les limites de notre savoir ? Découvrir de nouveaux mondes, de nouvelles formes de vie, voire même des civilisations toutes entières ? D'une certaine manière, les instincts humains les plus curieux sont des esprits pionniers : ils vont là où nul autre n'est jamais allé. En octobre 1957, tout juste après le lancement de Spoutnik 1, les États-Unis se sont empressés de mettre un satellite en orbite. Le 15 janvier 1958, Explorer 1 est lancé. Deux mois après, la Maison Blanche a officialisé un rapport du Comité consultatif scientifique du bureau présidentiel dans lequel il était écrit :

Le premier facteur est ce besoin fondamental qui incite l'homme à explorer et découvrir, une poussée de curiosité qui guide les hommes à tenter d'aller là où nul autre n'est jamais allé. Désormais, une grande partie de la surface terrestre a été découverte. Le prochain objectif des hommes est de mettre en marche l'exploration de l'espace.

Durant les années qui suivirent, la NASA fut fondée et les programmes Mercury et Gemini ont propulsé les États-Unis dans la course à l'espace. Le programme Apollo a permis d'amener les hommes sur la Lune. Nos yeux étaient alors tournés vers les étoiles comme jamais auparavant, espérant une réelle et tangible possibilité de devenir une civilisation spatiale.

Le Cosmos est un lieu naturel où reposent à la fois nos rêves et nos peurs pour l'avenir. Les histoires d'invasions extraterrestres ont dominé la science-fiction au cours du vingtième siècle. Ainsi, en 1965, la série *Lost in Space* s'est focalisée sur des aspects humains tels que la paresse, l'égoïsme et le nationalisme dus à la Guerre Froide. Cependant, lorsque les premiers épisodes de *Star Trek* ont été diffusés à la télévision, la série a montré un point de vue bien plus différent que les autres programmes auparavant. Plutôt que combattre une présence alien malfaisante et continuer nos insignifiantes querelles matérialistes dans un cadre différent, nous sommes devenus une espèce pacifique. Nous nous sommes engagés dans une alliance exploratrice, partageant le savoir et secourant mutuellement les espèces d'autres mondes dans la Fédération des Planètes Unies. Et plutôt que d'accentuer cette peur apocalyptique que nous avons des nouvelles technologies, plus particulièrement avec la menace d'une guerre nucléaire comme une épée de Damoclès au-dessus de nos têtes, *Star Trek* nous a apporté un univers dans lequel la technologie



avancée a été utilisée pour apporter le bien formel dans la galaxie.

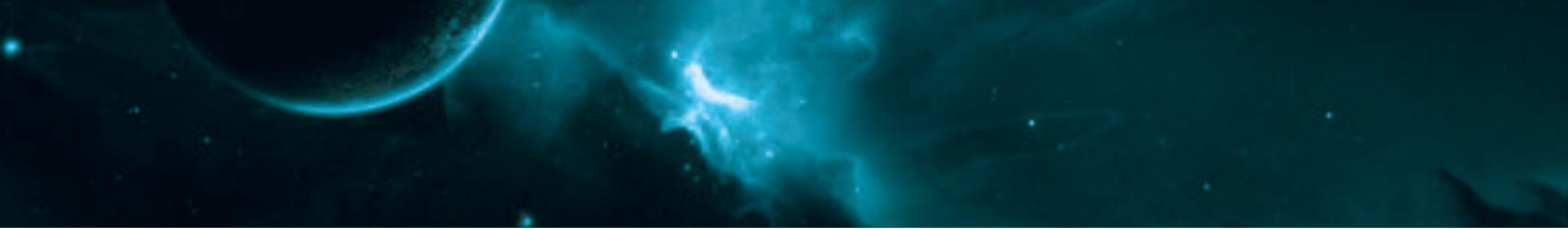
Le rêve futuriste de ce qu'un investissement accru et une valorisation de la science et de la technologie pourraient apporter au monde s'est confirmé ces cinq dernières décennies. On imaginait les ordinateurs comme étant capables de tenir une conversation, d'exécuter et accepter des commandes vocales et communiquant en réseau avec les autres vaisseaux et bases stellaires, même à des années-lumière de distance. Au lancement de *Star Trek*, ils étaient à peine assez puissants pour calculer des trajectoires astronomiques et ils étaient tellement imposants qu'ils occupaient une pièce entière. Les appareils portables, des phaseurs aux communicateurs, en passant par les tablettes électroniques, prévoyaient une augmentation de la technologie courante que l'on se transporte comme des clés. Les appareils médicaux peuvent scanner, diagnostiquer et même traiter les personnes malades ou blessées sans même toucher leur peau, annonçant ainsi la plupart des avancées actuelles. Les technologies civiles comme les synthétiseurs et les portes coulissantes sont apparues grâce aux développements innovants comme les imprimantes 3D, qui seraient perçus comme magiques aux yeux des gens des années 1960 plongés dans notre monde actuel.

L'AS-201 a été le premier vol d'essai de Commande Apollo/Module de Service et le lanceur Saturn 1B, lancé le 26 février 1966, quelques mois avant la première diffusion de *Star Trek* un 8 septembre.

Star Trek n'avait pas peur de rêver en conséquence. Les technologies qui semblaient défier les lois de la physique étaient omniprésentes dans la vision de *Star Trek*, comme la distorsion qui propulse les vaisseaux plus vite que la lumière, des téléporteurs qui peuvent vous dématérialiser et vous rematérialiser en un lieu différent ou encore des dispositifs d'occultation qui peuvent même camoufler intégralement un navire, un futur qui nous sera réservé dans des siècles. Quand *Star Trek: La Nouvelle Génération* a fait sa première diffusion dans les années 1980, le futur était pensé pour apparaître encore plus abouti par rapport à la série originale, notamment avec l'apparition de technologies aux conceptions plus élégantes et ambitieuses. Il est intéressant de noter que nous avons fait de grands bons en avant pour s'en rapprocher, une bonne partie semblait inatteignable autrefois et désormais nous nous rapprochons de plus en plus de la réalité, et ce des yeux artificiels aux hologrammes et jusqu'aux androïdes qui commencent à être utilisés partout sur le globe.

Mais la raison pour laquelle *Star Trek* a eu un tel impact culturel ne se résume pas qu'aux technologies futuristes de la saga, cela vient également de toutes les questions éthiques et morales qui nous sont posées. Ces questions ne sont pas si omniprésentes de nos jours, elles sont même souvent liées à la technologie elle-même. Puisque les recherches dans l'intelligence artificielle continuent de se peaufiner à un rythme exponentiel, à quel moment donnerons-nous des droits aux machines ? Puisque les connaissances deviennent de plus en plus libres et à l'échelle mondiale, qu'est-ce que cela signifie quant à notre droit à la vie privée, avons-nous le droit à l'erreur ? Si nous pouvons modifier l'apparence génétique de nos enfants à naître, ou bien la nôtre rétroactivement, quelles en seraient les conséquences bioéthiques ? Si nous pouvons réaliser des procédures médicales ou installer des implants afin de restaurer ou améliorer les fonctions biologiques du patient, devrions-nous le faire même si nous sommes conscients des potentiels risques de piratage de son propre corps ? Et si vous pouviez téléporter avec brio un individu d'un point à un autre, comment pouvez-vous affirmer que la personne en question est la même que celle qui a été téléportée et qu'il ne s'agit pas d'une copie identique qui remplace l'individu désormais décédé ?

Plus de cinquante ans après le lancement de *Star Trek*, son héritage continue de captiver notre imagination collective. Notre désir de dépasser les frontières de la connaissance, de l'invention et de l'accomplissement est le point central et fondamental de *Star Trek*, tout en n'oubliant pas l'importance de rester fidèle à ce qui fait de nous des humains. La plupart des technologies imaginées en rêve il y a des décennies sont déjà devenues réalité tandis que d'autres sont sur le point de le devenir. En envisageant la science et la technologie du monde réel en regard des grandes avancées anticipées par *Star Trek*, il est important de se souvenir que le message d'espoir est le plus grand héritage de la saga. À l'inverse de notre passé et de notre présent, le futur peut être plus radieux et meilleur encore. C'est de notre devoir qu'il en soit ainsi.



Peu importe où l'on se trouve dans la galaxie, même en voyageant loin de notre monde, la combinaison de technologies et d'esprit d'inventivité et d'ingéniosité nous donne toutes les raisons d'espérer que nous pouvons évidemment accomplir les objectifs les plus impossibles.

TECHNOLOGIES DES



VAISSEAUX SPATIAUX

« **L**'espace, l'ultime frontière, vers lequel voyage le vaisseau *Enterprise*. »

Depuis que l'humanité a dirigé ses yeux vers les étoiles, son rêve n'était pas uniquement de découvrir ce qui se trouvait au-delà de notre monde, mais d'explorer. Ces cent dernières années, nous avons découvert qu'il y avait des centaines de milliards d'étoiles dans notre galaxie, la plupart possédant des planètes, rocheuses pour beaucoup, à bonne distance pour que leur surface soit couverte d'eau liquide et probablement fourmillante de vie. Le reste de l'Univers nous attend, avec de nombreuses diversités, voire même plus encore, au-delà de ce que les écrivains et créateurs les plus imaginatifs de *Star Trek* n'aient jamais imaginés. Mais pour y arriver, il nous faut plus que de l'imagination, nous avons besoin d'une technologie indispensable pour que les vaisseaux spatiaux soient capables de transporter des êtres humains avec sécurité sur de très longues distances interstellaires si nous voulons découvrir de nouvelles formes de vies et de nouvelles civilisations.

Afin de transporter en toute sécurité un équipage, de l'équipement ou un vaisseau d'une région de l'espace à une autre, une multitude de technologies sont nécessaires : de la propulsion à courte-portée pour des déplacements de précision autour d'un système planétaire, des moteurs de longue-portée pour voyager plus ou moins à la vitesse de la lumière, un moyen plus sûr de stocker du carburant très puissant, mais aussi des moyens de téléporter l'équipage ou de l'équipement du vaisseau à la surface. Sans le développement de ces technologies clés, voyager et explorer un système stellaire au-delà du nôtre serait impossible pour une vie humaine.

Cependant, *Star Trek* n'a jamais succombé aux limites de la technologie humaine, mais a insisté pour les dépasser afin de faire de l'impossible du possible. Les lois de la physique sont contournées plus subtilement si elles ne peuvent pas être enfreintes et l'ingéniosité humaine a rendu possible l'imagination d'un futur dans lequel la technologie a conduit à un paradis virtuel. Alors que la nature humaine garantit qu'il y aura toujours des vices comme la cupidité, de la cruauté, de l'égoïsme et de la violence, le futur de *Star Trek* est également un panier rempli de générosité, d'altruisme, de gentillesse et de paix. C'est un futur fait d'exploration et de collaboration, mais pas de conquête et de rivalité. C'est un futur qui semble toujours loin de nos jours, mais possible. Plus de cinquante ans après la première diffusion de *Star Trek*, nos rêves de voyages stellaires sont plus proches que jamais de se réaliser.



Le Quadrant Alpha et le Quadrant Delta sont connectés par un vortex stable, un exemple d'un défaut topologique, dans *Star Trek: Deep Space Nine*.

LA DISTORSION

« Pilote, distorsion 1, exécution ! » Les nacelles de distorsion s'activent et la vitesse de la lumière ne signifie plus grand-chose pour l'*Enterprise*. Que les besoins soient urgents, comme échapper d'une supernova ou fuir un ennemi bien plus puissant, ou moins urgents comme voyager vers une destination lointaine, la distorsion permet aux voyageurs de l'espace de franchir la vitesse de la lumière à plusieurs ordres de grandeur. L'équipage peut alors réduire le temps de voyage entre les étoiles en années à quelques jours, voire quelques heures.

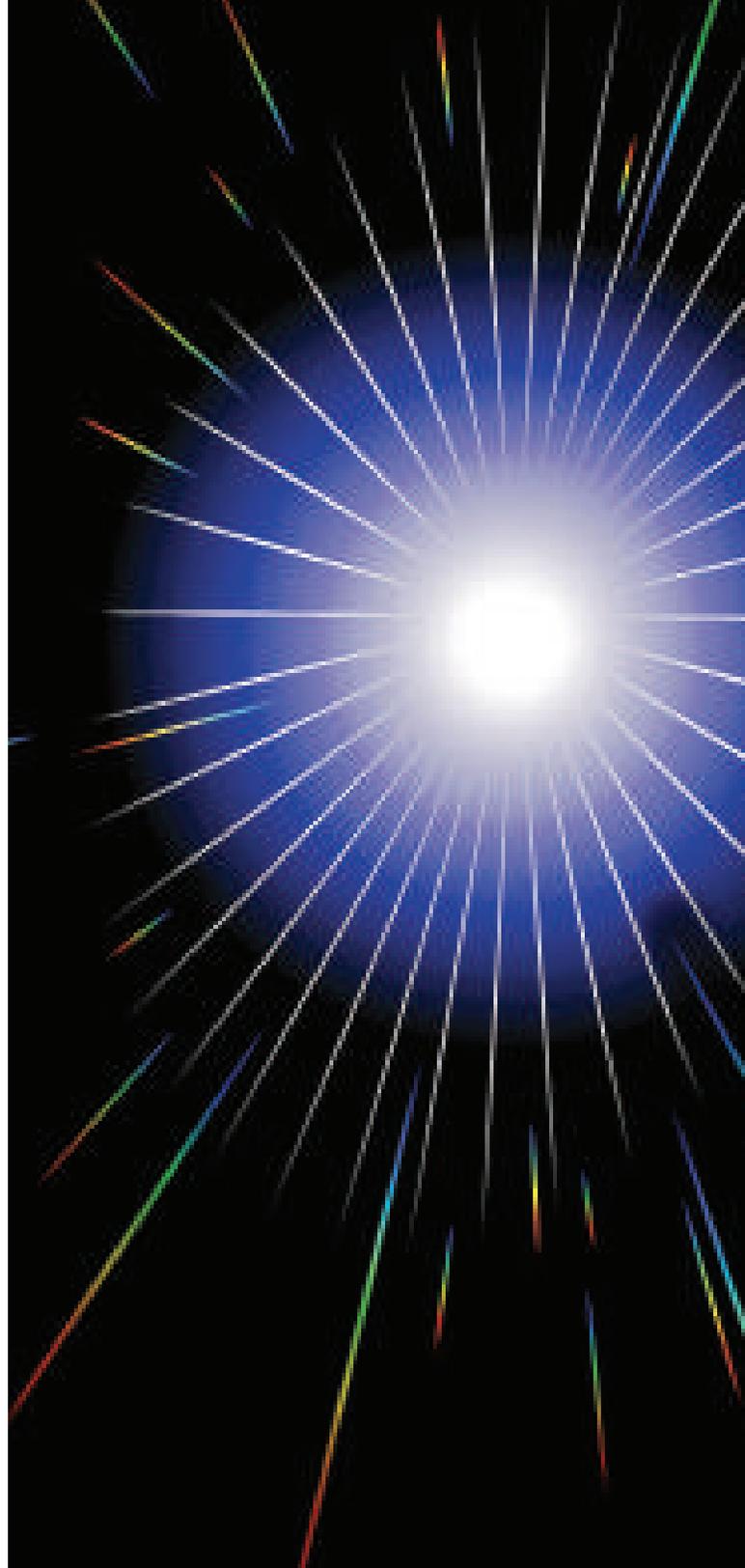
Le premier vol en distorsion de Zefram Cochrane en 2063 a conduit au contact direct avec les Vulcains. Les avancées ultérieures sur des vitesses de distorsion plus élevées et les réductions du temps de voyage sont devenues possibles avec le temps, à l'image de la distorsion 1 n'excédant à peine la vitesse de la lumière jusqu'à la distorsion 10 correspondant aux vitesses infinies. L'*Enterprise* du Capitaine Archer pouvait atteindre la vitesse de distorsion 5.2, celui de Kirk atteignait aisément la distorsion 8, celui de Picard pouvait voyager à une distorsion 9.8 à hauts risques et le *Voyager de classe Intrepid* de Janeway atteindrait la distorsion 9.975. En effet, pour un voyage de 75 ans à une distance de 70 000 années-lumière de la Terre, le *Voyager* pourrait filer à environ un millier de fois la vitesse de la lumière de façon continue.

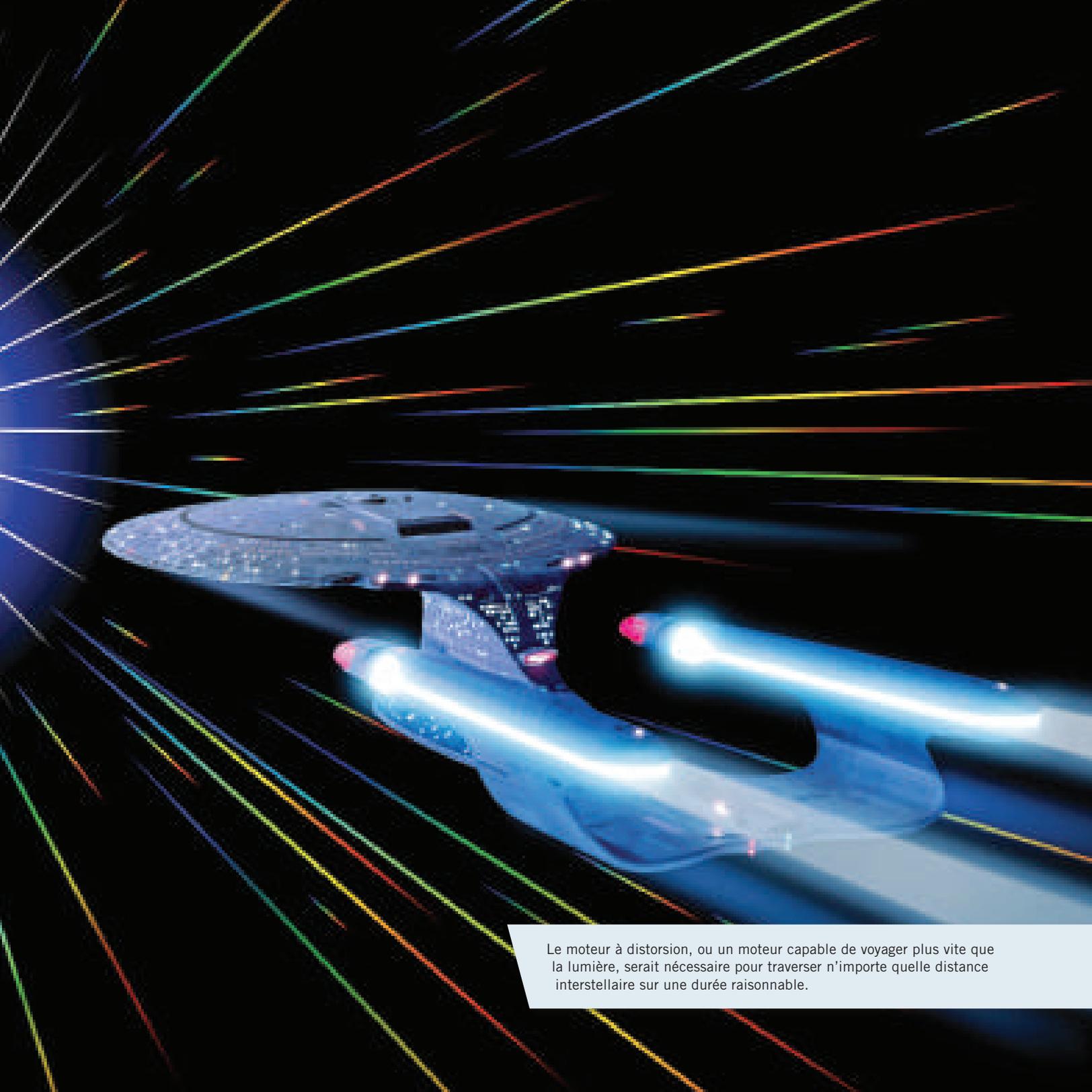
Avant même le lancement de *Star Trek*, trouver un moyen de vaincre la vitesse de la lumière semblait être nécessaire pour l'exploration spatiale. Étant donné que l'étoile la plus proche de notre Soleil est à un peu plus de 4 années-lumière, peu importe où que l'on aille, cela prendra des années pour revenir sur Terre et ce même si un vaisseau prendrait l'avantage sur la relativité pour raccourcir le voyage de l'équipage. Selon la théorie de la relativité d'Einstein, quand vous voyagez à une vitesse proche de celle de la lumière, les distances dans la direction où vous allez apparaissent plus courtes (contraction de longueur) et le temps semble également se ralentir (dilatation temporelle), ces deux conséquences confirmées défient toute logique et, pourtant, sont les plus étudiées de la relativité restreinte. Si tel était le cas en voyageant à travers tout l'Univers, les membres d'équipage filant à une vitesse proche de celle de la lumière resteraient à un âge relativement jeune, tandis que le temps resterait identique dans les systèmes stellaires d'origine et de destination. Mis à part vers les étoiles les plus proches, des générations se succèderaient pendant le voyage interstellaire.

La relativité générale offre pourtant une échappatoire possible à cette constante, grâce à la malléabilité de l'espace-temps. Nous serions incapables de voyager dans l'espace à plus de 299 792 458 mètres par

seconde, mais si l'on pouvait réduire ces distances entre les deux points (ou évènements), alors nous pourrions y arriver rapidement, non seulement selon le point de vue des membres d'équipage, mais également selon celui de l'observateur à l'origine et à destination. Deux solutions différentes de la théorie d'Einstein s'offrent à ceux qui voudraient voyager sur de longues distances sans la contrainte de l'espace-temps imposée par le voyage conventionnel à travers l'espace interstellaire (ou intergalactique) : en connectant deux points, sinon déconnectés, à travers un défaut topologique ou alors en déformant (rétrécissant) l'espace dans le sens du déplacement du vaisseau spatial.

L'idée d'un trou de ver est de connecter deux points distants à travers un « raccourci » cosmique, ou bien d'établir un pont sur le tissu spatial entre les deux localisations. Physiquement, cela demande une importante courbure sur l'espace lui-même, ce qui pourrait être réalisé par la création de trous noirs ou d'autres singularités cosmiques. Alors que l'idée est de connecter deux trous noirs (ou alors un trou noir et un trou blanc) par un pont spatial, théoriquement possible dans la relativité générale, plus connue sous le nom de pont Einstein-Rosen, dans un document théorique co-écrit en 1935, cela demeure instable et impossible à traverser à moins que ne soient utilisées des données physiques au-delà de l'acceptable. Le trou de ver aurait besoin d'un champ scalaire additionnel (modifiant et élargissant les lois de la physique gravitationnelle), des formes de matières exotiques (l'énergie négative par exemple) ou





Le moteur à distorsion, ou un moteur capable de voyager plus vite que la lumière, serait nécessaire pour traverser n'importe quelle distance interstellaire sur une durée raisonnable.

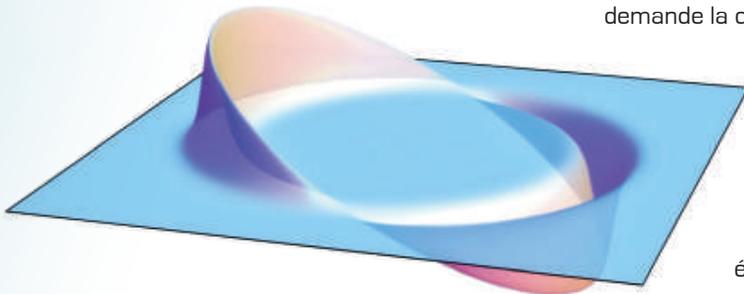
l'existence de dimensions supplémentaires accessibles. Même si ces entités existaient, les trous de ver existeraient tout simplement entre deux points fixes dans l'espace (comme le vortex Bajoran dans *Star Trek: Deep Space Nine*) ce qui n'autoriserait pas pour autant le voyage à la vitesse de la lumière entre l'un des deux sites à volonté.

Mais l'option alternative, c'est-à-dire déformant l'espace dans le sens du déplacement (à l'avant) du vaisseau, c'est exactement ce que prétend l'idée du champ de distorsion dans *Star Trek*. Devenu un phénomène de mode chez les scénaristes et écrivains de science-fiction dans les années 1960, la distorsion pourrait effectivement accélérer le voyage à travers les étoiles de façon arbitraire, uniquement limitée par la façon dont on pourrait considérablement réduire l'espace devant nous. En 1994, il a été démontré que cela pouvait être possible, lorsque le physicien mexicain Miguel Alcubierre a remanié avec succès une solution dans la théorie de la relativité générale en recréant exactement ce type d'espace-temps. En raccourcissant l'espace devant soi et en l'allongeant par derrière proportionnellement, tout en créant une « bulle » spatiale stable à l'intérieur de laquelle se trouve le vaisseau, la physique dont découle le voyage en distorsion est passée du stade de science-fiction à un fait scientifique plausible et est désormais appelée la théorie d'Alcubierre.

Cependant, il y a de très nombreux obstacles qui vont devoir être franchis, à la fois de manière hypothétique et pragmatique, pour que la théorie d'Alcubierre puisse se réaliser. Certains, parmi les plus conservateurs estiment que l'énergie requise pour déformer de cette façon une région de l'espace non vide est équivalente à au moins 20 000 mégatonnes de TNT, ou la tonne d'une masse convertie en pure

énergie, selon la formule $E=mc^2$ d'Einstein. Pour d'autres, la théorie d'Alcubierre demande la création d'une région de l'espace avec de l'énergie

ne dépassant même pas l'énergie du point zéro de l'espace lui-même, nécessitant l'existence d'une masse négative (ou énergie négative) sous une certaine forme. Bien que cette contrainte semble insurmontable, puisque l'existence des énergies et masses positives soient les seules connues dans notre Univers, un paramètre similaire à l'effet Casimir, dans lequel des plaques conductrices parallèles peuvent réduire l'efficacité de l'énergie du point



Une projection en deux dimensions de l'espace-temps d'Alcubierre, dans lequel l'espace est raccourci à l'avant du vaisseau (sur la droite) et allongé à l'arrière (sur la gauche).



Contacter d'autres civilisations intelligentes de l'espace marquerait pour beaucoup la réalisation du rêve ultime de *Star Trek*. Zefram Cochrane, l'inventeur de la distorsion, a été le premier humain enregistré à voyager au-delà de la vitesse de la lumière et qui a conduit au premier contact officiel avec les Vulcains.

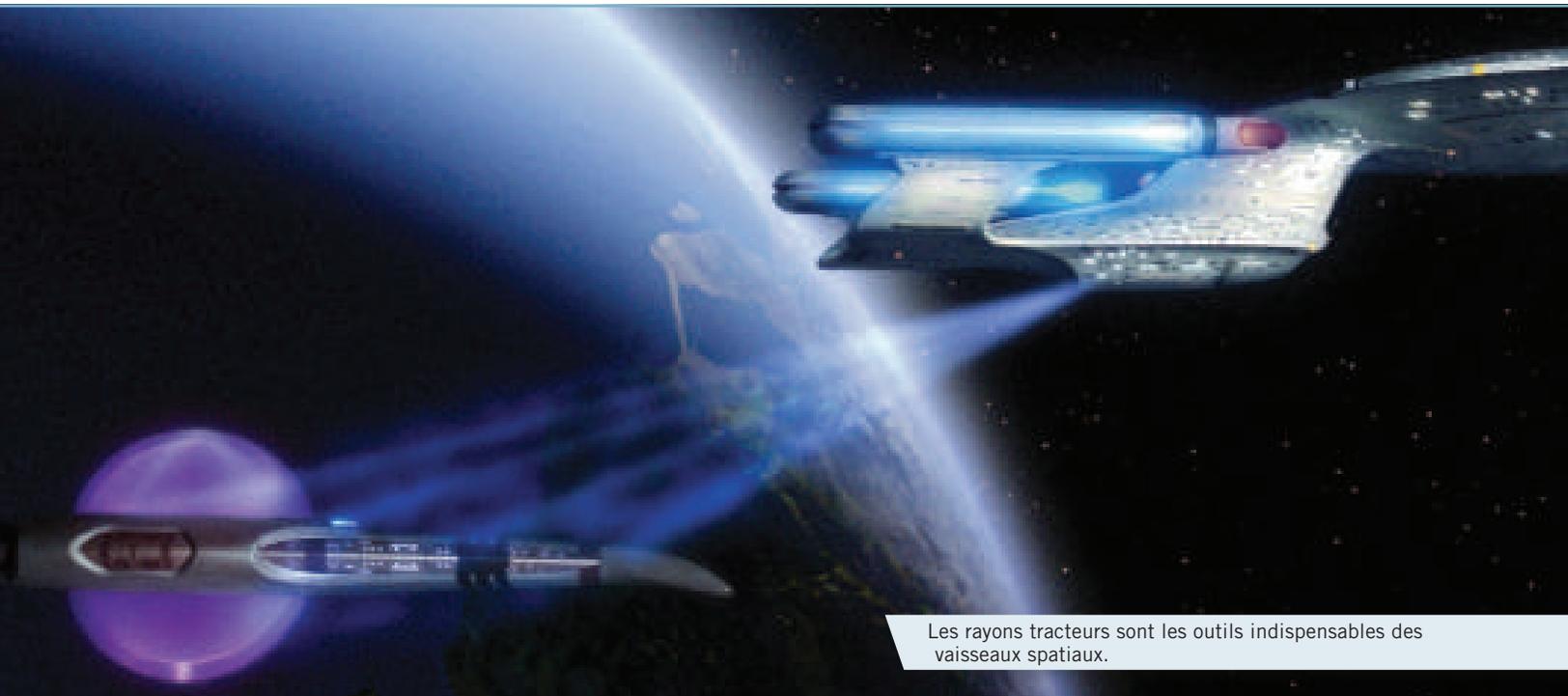
zéro à l'intérieur de l'espace lui-même, peut fournir les conditions énergétiques requises, c'est une solution possible suggérée par Alcubierre lui-même. Enfin, il n'y a pas de méthode connue pour à la fois démarrer le voyage à distorsion ou pour l'arrêter une fois parti. À l'évidence, l'habileté à contrôler votre vaisseau a besoin des deux ! Et d'un point de vue pragmatique, à moins que les énormes forces de marée de part et d'autre du champ de distorsion ne soient évitées, le navire serait éventré, causant de multiples brèches dans la coque. Cependant, si vous étiez suffisamment éloignés des bords du champs de distorsion, vous voyageriez à travers l'espace avec le reste du champ à des vitesses dépassant de loin la vitesse de la lumière, expérimentant le voyage comme si vous étiez simplement en chute libre gravitationnelle.

Si une telle technologie pouvait être exploitée, l'humanité ferait de grandes avancées sur de nombreux fronts. Pour certains, nous pourrions transporter n'importe quoi, des biens aux ressources pour des personnes, sur des distances arbitraires et pour une durée moindre proportionnellement. Des informations sur de potentielles catastrophes à venir pourraient être délivrés avant même qu'un signal lumineux ne soit reçu, et violer nos notions traditionnelles de causalité deviendrait un jeu d'enfant (voir page 86 pour en apprendre plus sur les communications spatiales). Mais surtout, le développement de cette technologie pourrait permettre aux humains de traverser la galaxie, découvrir de nouvelles étoiles, d'autres planètes, voire d'autres civilisations. Sur plusieurs aspects, c'est la plus importante avancée que l'humanité pourrait chercher à atteindre afin de réaliser les rêves de *Star Trek*.

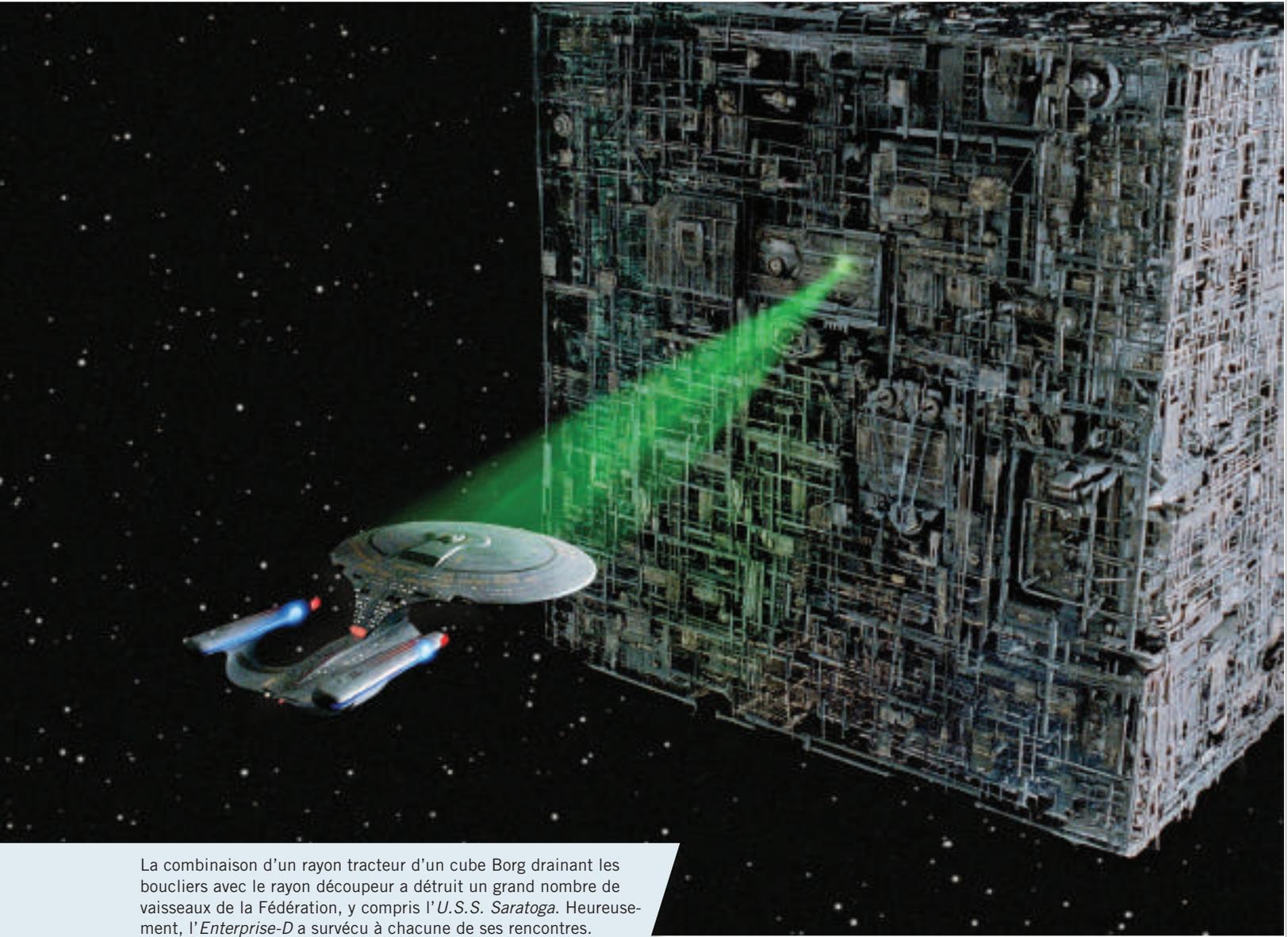
Bien que nos rêves soient sans limite, notre progrès technologique sur ce point est minime. Alors que de grands scientifiques et ingénieurs (et on peut le comprendre !) sont excités à l'idée de faire des recherches sur la possible existence de la distorsion, en réalité même les essais les plus avancés et ingénieux que l'homme soit capable de réaliser sont insuffisants pour créer la distorsion, ils ne permettent pas de déterminer si cette solution mathématique est physiquement possible dans notre Univers. Même si des équipes à l'Eagleworks de la NASA et ailleurs y travaillent, aucun essai important qui conforte ou réfute la possibilité de la distorsion n'a été rapporté à ce jour. En découvrant que la distorsion concordait avec la relativité générale en 1994, un énorme bond en avant a été fait, basculant cette technologie totalement spéculative dans la catégorie « théoriquement plausible ». Toutefois, pour passer à l'étape suivante, il faudrait des technologies et des énergies au-delà de l'imagination des physiciens du début du vingt-et-unième siècle. Et qui sait ? Lorsque nous comprendrons enfin, nous pourrions finir par aller plus loin et plus vite que là où notre vaste imagination nous a emmenés.

RAYONS TRACTEURS

« Un rayon tracteur, Capitaine. Quelque chose nous a capturé. » En un clin d'œil, le vaisseau ne peut plus contrôler sa propre trajectoire. Qu'il s'agisse d'une manœuvre de combat au cours de laquelle un vaisseau de la Fédération est immobilisé par une espèce dont la technologie est supérieure comme les Borgs, ou plus sympathiques, d'un rayon tractant légèrement de l'équipement ou un navire désemparé, un rayon tracteur ne vous lâchera pas. Pour arrêter et remplacer la précision des cordes, des câbles ou d'autres appareils à grappins, un rayon tracteur de *Star Trek* bénéficie d'un rayon de gravitons pour attirer,



Les rayons tracteurs sont les outils indispensables des vaisseaux spatiaux.



La combinaison d'un rayon tracteur d'un cube Borg drainant les boucliers avec le rayon découpeur a détruit un grand nombre de vaisseaux de la Fédération, y compris l'*U.S.S. Saratoga*. Heureusement, l'*Enterprise-D* a survécu à chacune de ses rencontres.

repousser ou tenir un autre objet massif fixe. Plus spectaculairement, il peut immobiliser un vaisseau tentant la Manœuvre de Picard, l'agrippant et l'empêchant d'effectuer un saut en distorsion vers un lieu stratégiquement plus avantageux.

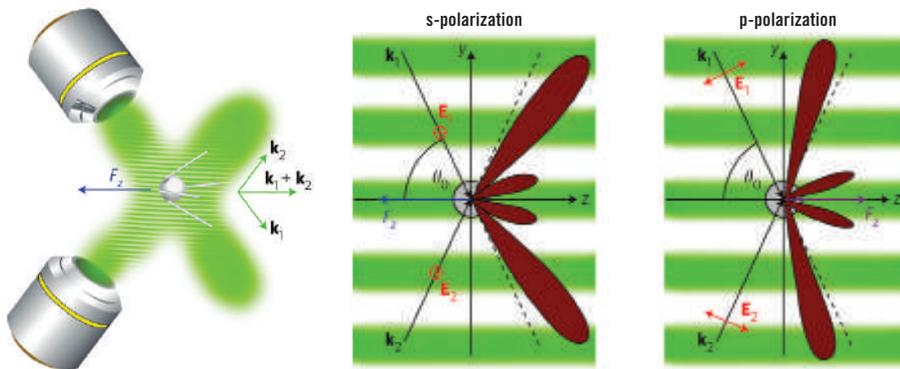
Les rayons tracteurs n'étaient pas encore disponibles pour les vaisseaux de la Terre à la mi-2100 et l'*Enterprise NX-01* a été forcé d'utiliser des grappins maintenus par des fermetures magnétiques. Mais à l'orée 2200, la Fédération et la plupart de ses adversaires possédaient le rayon tracteur, capables de tracter des vaisseaux sur des périodes prolongées. Alors que des vaisseaux comme l'*Enterprise NCC-1701* pouvait le faire à des vitesses subluminiques, d'autres civilisations (comme la Première Fédération) pouvaient tracter des vaisseaux à vitesse de distorsion sans appliquer une grosse tension à la coque des deux vaisseaux. Dans les années 2300, les rayons tracteurs de Starfleet pouvaient être utilisés afin de sortir des navires de la distorsion.

Les Borgs, néanmoins, possédaient le rayon tracteur le plus avancé de tous : il attrape n'importe quel vaisseau quel que soit ses boucliers. Le rayon peut ensuite drainer les boucliers, rendre le navire sans défense face au mortel rayon Borg qui découpe sa coque.

Alors que les rayons tracteurs seraient une énorme bénédiction pour la vie moderne, révolutionnant l'ensemble des transports de fret ou d'hommes jusqu'à la fabrication et assemblage de précision, la science a un long voyage à faire. Non seulement les rayons de gravitons n'ont pas encore été développés, mais les gravitons eux-mêmes n'existent probablement pas physiquement. L'existence des gravitons a été prédite selon l'idée que la gravité est une force quantique inhérente, que les ondes gravitationnelles sont



Depuis les années 1960, les lasers électromagnétiques ont été créés et utilisés, alors que des concepts théoriques sont posés depuis plus de cinquante ans, aucun progrès n'a été fait sur les lasers gravitationnels (gaser), les probables précurseurs des véritables rayons tracteurs.



La première démonstration fonctionnelle d'un « rayon tracteur » optique n'a pas seulement poussé les particules contre la direction du flux de photons, mais a été capable de contrôler leur déplacement en deux dimensions et pourrait les trier dans le sens du mouvement.

faites de particules, appelées gravitons, tout comme les ondes lumineuses sont faites de photons, ce qu'aucune expérience, observation ou mesure n'a encore établi. En supposant que les gravitons sont des particules porteuses de force de l'interaction gravitationnelle,

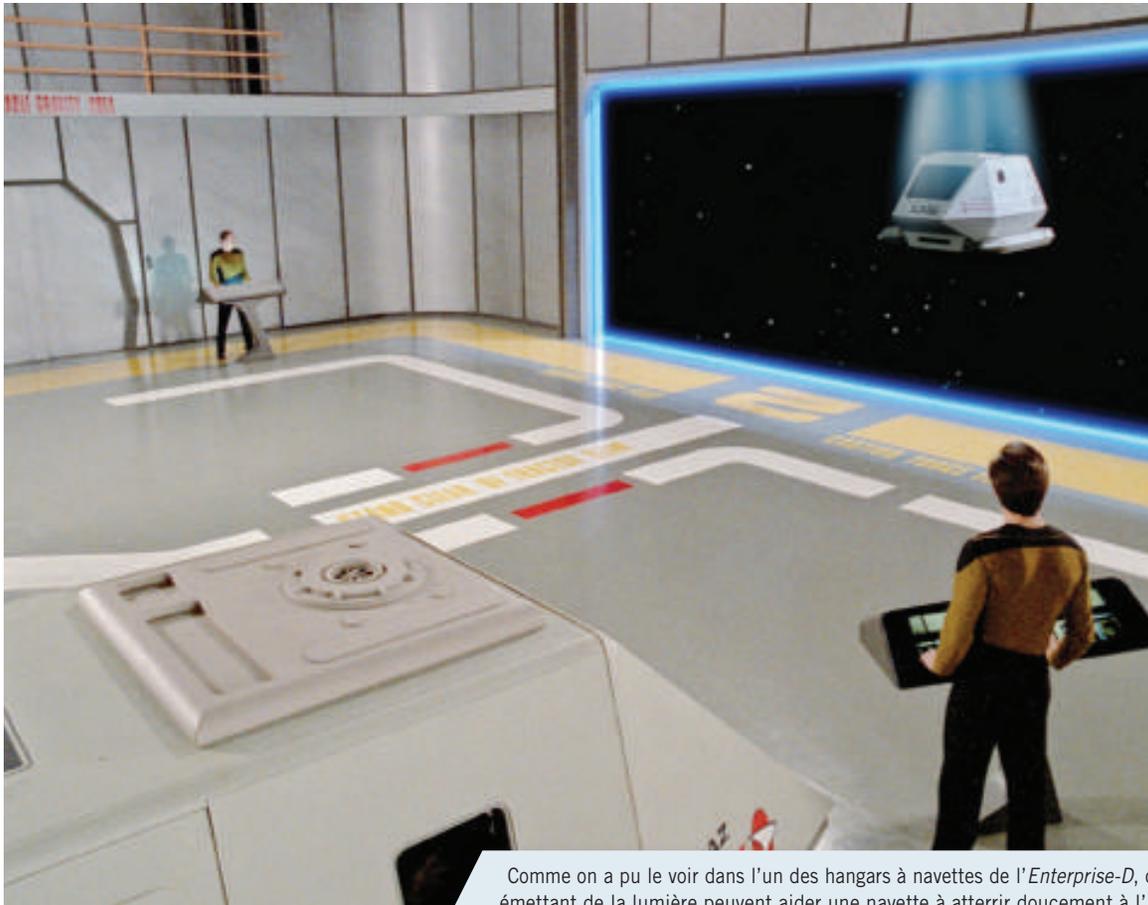
vous n'irez pas plus loin : la seule chose qu'un vaisseau pourrait faire serait d'émettre des gravitons qui auraient une masse, ce qui n'aide pas beaucoup.

Malgré de nombreuses tentatives au début du vingtième siècle de créer un rayon d'impulsions à gravité, aucune trace n'a été décelée, reproduite ou publiée dans un journal validé par d'autres scientifiques. En 2010, le lien a été fait par un article théorique de 1964 montrant que des émissions induites et résonnantes de gravitons étaient possibles et pourraient créer une version gravitationnelle du laser.

Cependant, les années 2010 ont apporté des développements qui peuvent conduire à des méthodes pour un rayon tracteur fonctionnel en se basant sur la physique des lasers. Les premières études se sont concentrées sur un rayon laser en forme de cylindre avec un cœur creux et sombre. Puisque le rayon chauffe l'air autour d'une cible à particules, l'augmentation de la température bloque les particules, alors que le cœur creux les refroidit. Le phénomène est connu comme étant la photophorèse et a été identifié dans la première moitié du vingtième siècle, mais l'idée de le transformer en rayon tracteur était entièrement nouvelle. Si l'on compare cet appareil au rayon tracteur de *Star Trek*, ses défauts critiques se résument à un dysfonctionnement dans le vide spatial, il ouvre cependant la voie vers des technologies qui le pourront. Des rayons tracteurs soniques ont également été développés, mais ils souffrent des mêmes limites, incapables de fonctionner dans l'espace.

Normalement, si une particule est frappée par une quelconque source lumineuse, elle est « poussée » en avant, ce qui veut dire qu'elle se déplace dans la même direction que le photon qui est entré en collision

avec elle. Mais en 2011, une équipe de scientifiques a montré qu'il était également possible de « pousser » une particule dans la direction de la source lumineuse grâce à la combinaison de lasers lumineux résonnants et d'un piège magnétique incliné. Ce mécanisme en « pince à épiler optique » enferme les particules dans un rayon de lumière qui suit l'intensité lumineuse graduelle, ce qui veut dire que les particules atteignent toujours un point précis où elles seront épinglées de manière stable, de toute évidence c'est exactement l'utilité souhaitée d'un rayon tracteur. En 2013, une équipe basée à l'Université de Saint



Comme on a pu le voir dans l'un des hangars à navettes de l'*Enterprise-D*, des rayons tracteurs émettant de la lumière peuvent aider une navette à atterrir doucement à l'intérieur du navire.

Andrews est presque arrivée à développer un rayon tracteur fonctionnel : elle a prouvé qu'il était possible d'utiliser un laser à tir en avant pour collimater et attirer des particules microscopiques à volonté. En utilisant plusieurs lasers simultanément et en contrôlant avec précaution leurs polarisations rotationnelles, en orientant les champs magnétiques créés par la lumière d'une manière cohérente, ils ont expérimenté un rayon tracteur fonctionnant dans le vide pour la première fois. D'autres études sont en cours et anticipent sa construction selon cet incroyable développement.

Quarante ans après la première apparition publique du rayon tracteur de *Star Trek*, c'est amusant de remarquer que quasiment aucun progrès scientifique n'ait été fait. Cependant, vouloir remplacer l'idée originale d'un rayon tracteur à gravitons sur base d'un rayon laser a apporté son lot d'avancées. Non seulement des particules individuelles peuvent être confinées et attirées, voire repoussées jusqu'à une distance suffisante dans l'air ambiant, mais des particules massives peuvent être attirées en direction de la destination dans le vide. *Star Trek* l'a sans doute anticipé, puisqu'un rayon tracteur est utilisé dans un épisode où l'on voit à la fois un rayon optique visible et également une origine lumineuse.

Toutefois, actuellement les rayons tracteurs de la vie réelle sont en effet limités pour piéger et déplacer des particules microscopiques. Parce qu'être touché par un laser implique nécessairement un transfert d'énergie, tout objet macroscopique s'échaufferait catastrophiquement avant d'être tracté avec succès. Le paramètre actuel semble être probant pour les particules seules, mais il détruirait un navire s'il était boosté avec l'énergie requise. Ceci a également été anticipé par *Star Trek*, depuis que des rayons tracteurs modifiés ont été utilisés comme arme efficace.

Néanmoins, le concept a été validé et un prototype de petite échelle a été développé. Les rayons tracteurs sont déjà considérés pour l'appliquer à échelle microscopique. Peut-être que des applications macroscopiques seront les prochaines, si les scientifiques arrivent à protéger l'objet ciblé de la chaleur du laser ou à éviter que la chaleur ne soit transmise à l'objet d'origine. Ce ne sera peut-être pas comme *Star Trek* l'imaginait, mais la technologie des rayons tracteurs a été démontrée comme étant plausible. La prochaine génération de scientifiques et ingénieurs s'attèleront à la tâche pour les prochaines étapes.

A futuristic spaceship with a saucer section and two nacelles is shown in space. A bright blue tractor beam is emitted from the saucer section, directed towards a large, bright planet in the lower right. The background is a dark starfield.

Au vingt-quatrième siècle, les rayons tracteurs étaient tellement puissants qu'ils pouvaient même, avec les modifications appropriées, être utilisés pour déplacer des objets aussi massifs que des fragments d'un cœur d'étoile.



L'idée que votre téléportation pourrait signifier votre disparition et la nouvelle création d'un être sensible avec vos pensées et vos souvenirs, mais distinct de vous, est celle qui devrait nous donner à tous un moment de doute avant que nous n'entrions dans un tel appareil.

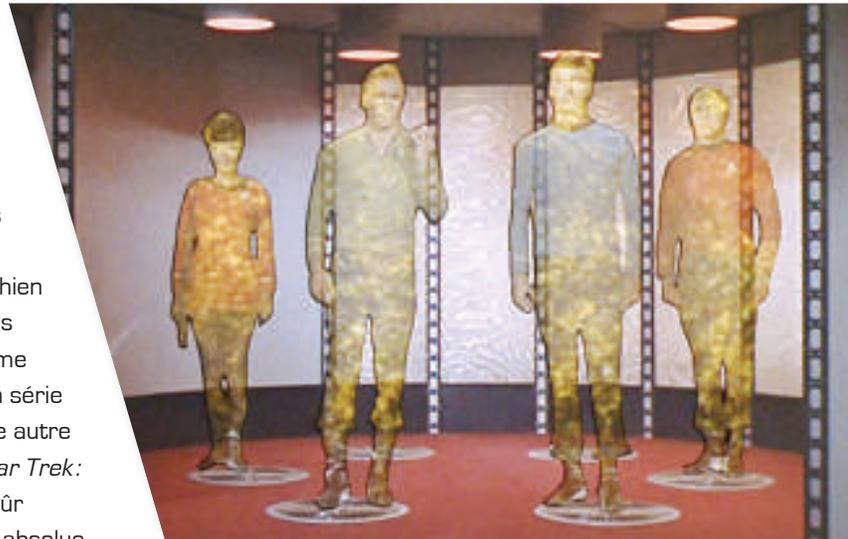
TÉLÉPORTEURS

« Remontez-moi. » ordonne le capitaine Kirk. Depuis la surface de la planète, son corps se défragmente et disparaît, réapparaissant quelques secondes plus tard sur le navire. Non seulement l'intégralité de ses atomes sont intacts et correctement assemblés, mais ses pensées, ses actions, ses mouvements et son état à l'instant t ont été parfaitement maintenus. Alors que l'idée d'être déconstruit atome par atome puis réassemblé à une distance lointaine peut sembler déconcertante, la possibilité d'une téléportation quasi instantanée depuis un point précis vers un autre révolutionnerait toute une batterie de problèmes liés à la téléportation : du transport de marchandise à l'installation précise de composants physiques.

« Messieurs, je suggère que vous me téléportiez à bord. »

La technologie du téléporteur et la confiance dans son utilisation, se sont grandement améliorées à travers l'histoire de *Star Trek*. Depuis l'annonce du Capitaine Archer au vingt-deuxième siècle sur le fait qu'il « ne mettrait même pas son chien dans ce truc » jusqu'à son utilisation quotidienne, les voyages réguliers par téléportation au vingt-troisième siècle par la plupart des membres d'équipage de la série originale les considèrent comme plus sûr que toute autre forme de voyage au vingt-quatrième siècle dans *Star Trek : La Nouvelle Génération* (il y a des exceptions bien sûr comme le refus total du Docteur Pulaski et la peur absolue du téléporteur de l'enseigne Reginald Barclay).

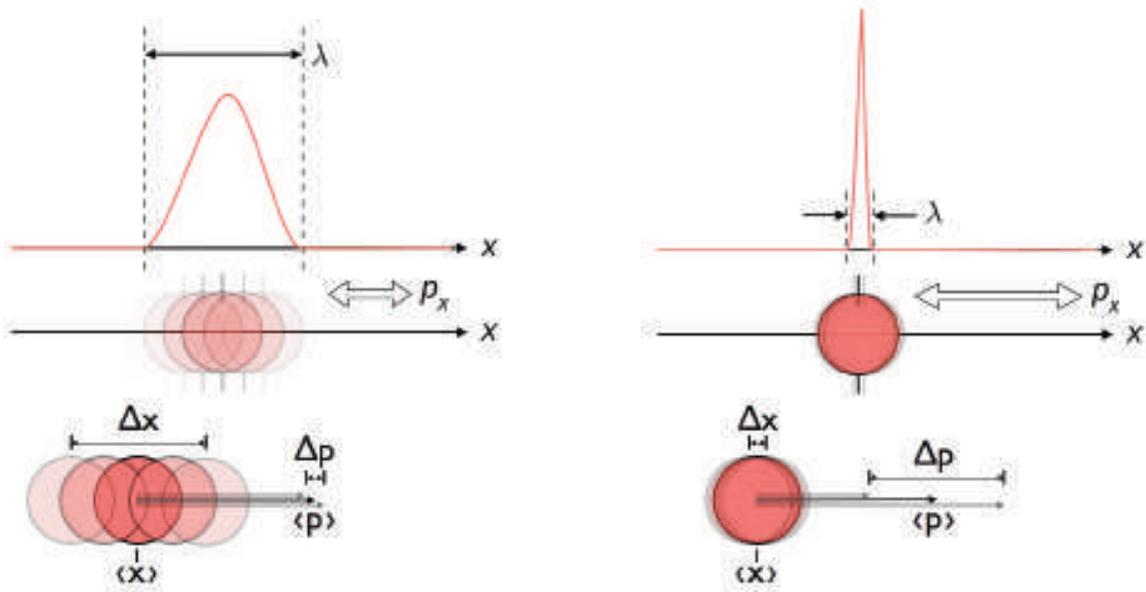
Les accidents de téléporteur sont des événements communs sinon tragiques au vingt-troisième siècle, devenus



Grâce au téléporteur, en l'espace d'une seconde, vous pourriez être désassemblé et réassemblé à deux sites jusqu'à des dizaines de milliers de km de distance.

rare pour les époques ultérieures à tel point que les accidents de téléporteurs qui ont créé Thomas Riker en 2361 et les membres d'équipage rajeunis de l'*Enterprise-D* en 2369 sont les deux seuls incidents connus d'erreur de téléportation sur toute la décennie.

Cependant, si vous craignez la perspective d'être déconstruit particule par particule subatomique, vous n'êtes pas le seul. Cela s'empire dès lors que l'on considère que les atomes qui vous composent à l'origine se distinguent des atomes qui vous composent à l'arrivée après téléportation. L'idée scientifique à l'origine des téléporteurs est de prendre les 10^{28} particules, environ, d'un être humain vivant, lire l'état quantique de toutes les particules et leurs interactions avec toutes les autres particules du système, puis les réassembler dans le même état (avec le même nombre et type de particules) à l'arrivée. La version « à l'arrivée » de vous-même ne connaîtra jamais la différence, car les particules quantiques elle-même ne sont pas aussi spéciales qu'elles le prétendent, n'importe lequel des deux électrons dans le même état



L'image ci-dessus illustre que ni la position ni l'élan ne peuvent jamais être mesurés exactement, mais que les deux sont intrinsèquement incertains, une petite incertitude dans l'un nécessitant une grande incertitude dans l'autre.



La situation de rajeunissement de Picard, Guinan et d'autres n'était que temporaire, car ils ont été à nouveau vieillies avec succès par le téléporteur en tant que remède.

quantique, par exemple, sont complètement identiques entre eux. Il est possible que la version « d'origine » de vous-même cesse d'exister, et que seulement la version dupliquée de vous-même continue à vivre dans l'espace et le temps.

Réaliser ceci nécessiterait de réassembler toutes les particules qui vous composent dans la même configuration et de reproduire à l'identique les mêmes positions dans l'espace et le temps telles qu'avant la

téléportation. Pensez aux différences entre un humain vivant et un macchabé, il n'y a pas forcément des particules différentes, c'est seulement la manière dont elles sont positionnées, dont elles interagissent et bougent dans ce paramètre. Il y a également une incertitude inhérente entre la position et l'instant t , selon le principe d'incertitude d'Heisenberg, qui vous interdit de connaître l'intégralité des informations sur une seule particule simultanément, il y a un indéterminisme inhérent dans la nature elle-même! Mais ce n'est pas, d'un point de vue purement scientifique, nécessairement la fin de l'histoire.

La seule chose que vous avez à faire est de transférer une quantité arbitraire d'information d'un point à un autre grâce à la téléportation quantique. Le terme est un peu inapproprié puisqu'il ne s'agit pas vraiment de téléportation de particules quantiques, mais plutôt celle des informations de l'état quantique des particules. Faites suffisamment de paires de particules intriquées à deux lieux différents, vous pourrez téléporter ces informations d'un point à un autre. Vous pouvez déplacer l'état et l'information d'un objet d'un point A à un point B sans avoir à déplacer l'objet lui-même. Cette découverte faite en 1993 par une équipe de physiciens a prouvé que l'état quantique d'un système entier, y compris les intrications, peuvent être transférés sans échanger de la matière entre les deux lieux. Il est possible qu'en combinant cette technique avec la technologie émergente des ordinateurs quantiques vous puissiez encoder un être humain vivant avec toute l'information nécessaire afin qu'il soit scanné et téléporté d'un lieu à l'autre. Puisque la source de l'information n'a pas besoin d'être détruite avant le transport, vous pourriez même l'utiliser pour cloner une personne dans leur état exact à un moment critique et spécifique!

Cependant, le défi principal du téléporteur est de reconstruire la matière à l'autre bout. Connaître l'état d'information d'un être humain y compris toutes ses particules qui le composent est une chose, mais reconstruire cet être humain en est une toute autre. Malgré le fait que le Russie a lancé un programme de 14 milliards de dollars appelé Initiative de Technologie Nationale (National Technology Initiative), dont l'un des objectifs est de téléporter un humain à l'horizon 2035, il est impossible de dire si cette technologie est possible en l'état actuel de nos connaissances actuelles en physique. Bien que l'effet tunnel quantique soit un phénomène réel, permettant une particule de franchir l'autre côté de la barrière, elle n'a pas assez d'énergie pour la franchir. Les probabilités se sont effacées de façon exponentielle telle que les objets macroscopiques ne peuvent pas parcourir une distance raisonnable dans l'espace en suivant ce processus. Un seul atome d'énergie relative pourrait spontanément se frayer dans un tunnel à travers une fine feuille de papier une ou deux fois sur des millions de tentatives, mais une balle de tennis n'y parviendrait pas.

Il y a plusieurs façons de concevoir les téléporteurs. La façon de *Star Trek* de téléporter l'information et de reconstruire la matière dans les paramètres désirés à destination s'avèrerait probablement et physiquement possible à réaliser. De toutes les énigmes que cette technologie doit résoudre, la téléportation de la suite complète d'informations encodées dans un être humain peut être la première à s'écrouler. En vérité, déterminer l'état quantique de la source d'un être humain désirant être téléporté et reconstruire la matière à l'arrivée pourrait être encore plus difficile. Si vous remplacez un seul de vos atomes par un autre, c'est toujours vous. Et si vous remplacez la moitié d'entre eux ? Trois quarts ? Voire même cent pour cent d'entre eux ? S'assurer que l'être humain qui arrive à destination est le même « vous » que celui que vous avez envoyé par le téléporteur est un problème suffisamment difficile pour que même le génie paranoïaque Reg Barclay ne le traite pas. Bien que cette technologie tombe fermement dans la catégorie spéculative, il y a eu suffisamment de progrès substantiels en physique théorique et expérimentale qui indiquent que cela peut être possible après tout. Mais jusqu'à ce que le problème du « vous » ait une solution claire, nous pourrions limiter notre téléportation à des objets inanimés.



Si vous pouvez déplacer un état quantique et les informations qu'il contient d'un emplacement à un autre, il devrait également être possible de copier cet état, ce qui entraînera une duplication de la téléportation, comme dans le cas de Will et Tom Riker.



Les moteurs à impulsion ont toujours été utilisés pour des manœuvres de précision, depuis le voyage inaugural de l'*Enterprise NX-01* à travers tous les vaisseaux spatiaux du vingt-quatrième siècle.

À PROPOS DE L'AUTEUR

Ethan Siegel est Docteur en astrophysique, écrivain scientifique, auteur, (parfois) professeur de physique et d'astronomie et fan de longue date de *Star Trek*. Il a écrit pour *Forbes*, *Scientific American*, *Space Place* de la NASA et de nombreuses autres publications sur papier et en ligne. Son blog scientifique primé, *Starts with a Bang*, éduque le monde depuis 2008.



CRÉDITS D'IMAGES

Toutes les images sont la propriété de CBS Studios Inc., sauf celles des pages indiquées ci-dessous.

Alamy Stock Photo: 46 (Photo Researchers, Inc), 123 (ClassicStock), 134 (Aflo Co. Ltd.), 144 (Reuters), 171 (Reuters), 173 (ZUMA Press Inc), 181 (imageBROKER); **Bill Connelly**: 148; **CERN**: 49; **Corbis Historical / Getty Images**: 81; **Ethan Siegel**: 26 (basé sur le travail de l'utilisateur de Wikimedia Commons Maschen), 47, 70 (basé sur le travail de l'utilisateur de Wikimedia Commons V1adis1av), 80, 90, 112 (en bas), **Intel Free Press**: 206; **Laboratoire de bioinstrumentation du MIT**: 202; **NASA**: 5, 36, 65 (Steele Hill/NASA/GSFC/SOHO/ESA), 93 (NASA/Laser Interferometer Space Antenna), 145, 161 (à gauche), 163; **Nature Photonics**, 7, 123-127 (2013): 20 (Brzobohaty et al.); **Nature Physics**, 12, 355-360 (2016): 67 (M. Thévenet et al.); **National Institutes of Health (NIH)**: 187; **Otis Historical Archives, Musée national de la santé et de la médecine**: 199 (photo de Roy C. McManus); **Organisation panaméricaine de la santé**: 201; **Université Queen Mary de Londres**: 58 (en bas); **Shutterstock**: 39 (Wojciech Tchorzewsk), 40 (HDesert), 48 (chromatos), 66 (MUYEE TING), 112 (haut) (adziohciek), 130 (cobalt88), 142 (OlegDoroshin), 149 (molekuul_be), 154 (BAHDANOVICH ALENA), 155 (Roongsak), 188 (nobeastsofierce), 179 (Carolina K. Smith MD), 196 (Peter Hermes Furian), 197 (Alexilusmedical); **SpaceX**: 34; **Armée américaine**: 19 (U.S. Air Force), 41 (U.S. Navy/DoD photo by Petty Officer 3rd Class Brian Fleske), 56 (Defence Visual Information Centre/États-Unis. Air Force), 116 (U.S. Army/Sgt. Austin Berner); **Werner Bengner**: 91; **Wikimédia Commons**: 14 (AllenMcC); 58, haut (Physicsch); 73 (Junglectat); **Fondation XPRIZE**: 208

STAR TREK™

SCIENCE ou FICTION ?

Le nom de *Star Trek* évoque des images de vaisseaux spatiaux plus rapides que la lumière, de membres d'équipage holographiques et de phaseurs prêts à paralyser. Certains de ces appareils incroyables ne sont pas à notre portée aujourd'hui, mais d'autres ont fait le saut de la science-fiction à la science, et nous pouvons comprendre la science et l'ingénierie qui les font fonctionner.

Ce livre examine les inventions emblématiques de l'univers de *Star Trek*, que ce soient les séries TV ou les films au cinéma. Ethan Siegel — l'auteur — décrit ces technologies qui font rêver, et explique scientifiquement leur fonctionnement et montre à quel point nous sommes proches de les réaliser dans le monde réel.

Traduction de l'anglais. Sylvain Taisant est diplômé de l'Université de Bourgogne de Dijon en études de Langues Etrangères Appliquées. Il parle couramment l'anglais et l'espagnol. Très grand fan de *Star Trek* depuis son enfance, il est, depuis 2017, un membre de l'association française *Star Trek French Club* et dans laquelle il accède en 2020 aux postes de trésorier et co-administrateur.

TM & © 2017 CBS Studios Inc. STAR TREK et les marques associées sont des marques déposées de CBS Studios Inc. Tous droits réservés.

ISBN : 978-2-8073-3137-2



9 782807 331372

