

Marques d'intelligence

Communiquons avec les extraterrestres en décelant l'intelligence de leurs messages dans le bruit de fond des signaux du ciel, et tentons de les intéresser à nous. Hélas, s'ils existent, ils sont si loin que nous aurons le temps de changer de civilisation avant qu'ils répondent.

Les savants décèlent sur Mars des signaux lumineux. On va répondre aux Martiens. On étale au Sahara une immense feuille de papier et avec beaucoup d'encre on écrit : « Plait-il ? » Les Martiens répondent : « Rien ». Étonnés, les savants agrandissent leur feuille de papier et s'enquièreent : « Alors pourquoi nous faites-vous des signes ? » À quoi les Martiens répondent : « Ce n'est pas à vous que nous parlons, c'est à des gens de la planète Vénus ».

Tristan Bernard, *Contes de Pantruche et d'ailleurs*, 1897.

Comment établir un échange avec quelqu'un qu'on ne connaît pas, qui ne parle pas la même langue que vous, qui est sans doute très différent de vous, et qui vit dans un monde dont vous ne pouvez presque rien savoir ? Le problème est aussi difficile que passionnant pour tout amateur de spéculations et de défis logiques.

De grands noms de la science s'y sont intéressés : on prétend qu'en 1820, Carl Friedrich Gauss aurait proposé d'utiliser les immenses étendues boisées de Sibérie pour communiquer avec d'hypothétiques Sélénites (habitants de la Lune) regardant vers la Terre. En bon mathématicien, Gauss souhaitait dessiner de grands triangles rectangles aux côtés entiers – par exemple 3 - 4 - 5 –, en remplaçant certaines surfaces boisées par des champs de blé pour effectuer les tracés. Cela aurait montré aux Sélénites que des êtres intelligents (qui connaissaient les merveilles de la géométrie et de l'arithmétique) habitaient la Terre. Des messages en retour, lus quelque temps après à la surface de la Lune, étaient espérés. L'ingénieuse expérience ne fut jamais tentée, car on comprit que la Lune n'avait pas d'atmosphère et qu'il était donc peu probable qu'elle abrite une vie comparable à la nôtre, fait confirmé par les petites promenades américaines à la surface de notre satellite naturel.

Joseph von Littrow (1781-1840), directeur de l'Observatoire de Vienne, suggéra un peu plus tard de creuser un grand canal circulaire dans le désert du Sahara, de le remplir de pétrole et d'y mettre le feu pour que Sélénites et Martiens (il était plus ambitieux) sachent – là encore grâce à la géométrie – qu'une intelligence vaquait sur terre. L'idée de Gauss était meilleure que celle de Littrow, car le cercle, même dessiné avec

une grande précision, est un objet que l'on trouve dans la nature : lorsque les nuages s'écartent, nous pouvons voir un disque lumineux très précis dans le ciel ! Les cercles ne constituent donc pas de bons marqueurs de présence intelligente, à l'opposé des triangles rectangles aux côtés entiers, improbables sans présence intelligente. Nous reviendrons sur les preuves minimales de présence intelligente.

Ces premières propositions de communication vers l'inconnu s'étaient naturellement tournées vers les mathématiques pour composer les messages destinés aux êtres intelligents qu'elles espéraient toucher. Ce recours aux mathématiques a depuis fréquemment été repris et approfondi par les amateurs de ce qu'on peut appeler (selon la proposition de Brian McConnell) l'*anti-cryptographie* : l'art de concevoir des messages qui sans convention préalable d'aucune



sorte doivent être compris par tout être intelligent qui en a connaissance. Nous distinguerons deux types d'*anti-cryptographie* : celle dont le but est simplement d'apporter la preuve au receveur que le message provient d'un être intelligent, nous la dénommerons l'*anti-cryptographie d'identification*, et celle, plus ambitieuse, dont le projet est de communiquer une série d'informations après avoir convenu progressivement d'un langage d'échange à partir de rien, nous la dénommons *anti-cryptographie de communication*.

Chacune des deux anti-cryptographies est à envisager dans deux sens. Soit de nous vers eux, nous tentons de nous faire reconnaître comme intelligents, puis de transmettre des informations, soit d'eux vers nous, nous cherchons des preuves que des êtres intelligents existent, et, si nous en trouvons, nous tentons de déchiffrer ces traces pour savoir ce qu'elles disent.

Rendez-vous cosmiques

Plus modeste que le projet de communiquer avec des extraterrestres (soit en les entendant, soit en leur parlant, les distances et la vitesse maximum imposées à tout signal par la relativité d'Einstein interdisant de faire les deux à la fois), l'objectif de se faire reconnaître comme être intelligent ou reconnaître une marque d'intelligence n'est cependant pas évident.

Le projet SETI (*Search for Extraterrestrial Intelligence*) est né d'un article de 1959 publié par les physiciens Giuseppe Cocconi, alors à l'Université Cornell, et Philip Morrison, du MIT. Dans

cet article intitulé *Searching for Interstellar Communication* (*Nature*, vol. 184, 844, 19 septembre 1959), ils formulaient l'idée que si des êtres intelligents voulaient communiquer avec nous, ils tenteraient sans doute de le faire à l'aide de signaux radio sur la raie de l'hydrogène neutre de 21 centimètres de longueur d'onde correspondant à la fréquence 1 420 mégahertz.

Leur argument, nommé aujourd'hui conjecture de Morrison et Cocconi, est intéressant. D'après eux, il semble vraisemblable que dans toute civilisation technologique, les développements de la radioastronomie (qui a permis sur Terre et dès cette époque, d'écouter une certaine zone du spectre électromagnétique) suivent à peu près le même chemin. C'est donc dans cette zone du spectre qu'il est naturel d'émettre pour être entendu le plus facilement possible. La partie la moins encombrée de bruits parasites est située entre 1 et 100 gigahertz : toute civilisation émettra dans cet intervalle et c'est donc là que nous devons écouter. Dernier élément du raisonnement : dans cet intervalle encore très large, un point particulier est désigné par la physique même, la raie de 1 420 mégahertz, sans doute connue de tout être intelligent capable d'émettre des messages radioastronomiques et qu'il choisira comme un point de rendez-vous.

Cette idée d'un point de rendez-vous cosmique déterminé par le raisonnement assez complexe de la conjecture Morrison/Cocconi est un peu troublante. Est-il vrai que tout être intelligent suivra le même cheminement et arrivera à l'idée qu'il faut émettre et écouter en priorité sur la fréquence 1 420 mégahertz ? À titre d'expérience, considérez la petite histoire suivante. Appelée d'une cabine téléphonique par un inconnu dont vous ne connaissez rien, mais avec lequel il est très important que vous ayez une rencontre, vous lui fixez un rendez-vous à Paris le 1^{er} janvier à midi. Malencontreusement, la communication téléphonique est coupée avant que vous ayez précisé le lieu du rendez-vous et l'inconnu ne vous rappelle pas. Vous décidez de tenter votre chance en allant à un endroit précis de Paris le jour et à l'heure convenue. Quel lieu choisissez-vous ? Posez la question et vous verrez que la réponse la plus fréquente est : le pied de la tour Eiffel. Les rendez-vous cosmiques sont possibles !

L'accord implicite et automatique entre nous et les extraterrestres pour une rencontre sur la fréquence 1 420 mégahertz n'est pas absurde, mais cela ne signifie pas que tout signal sur cette bande doit automatiquement être considéré comme

1. Deux énigmes portant la marque de l'intelligence.

Le disque de Phaïstos (*à gauche*) a été trouvé en Crète en 1908. On le date de 1700 ans avant notre ère. Personne ne l'a déchiffré, mais nul ne doute qu'il est le produit d'une intelligence humaine. Le manuscrit de Voynich (*à droite*) est un texte incompris qui pourrait bien être un canular ou avoir été composé dans un but de tromperie. Pourtant, dans l'hypothèse où le manuscrit ne porte qu'un simulacre d'écriture, il n'en reste pas moins qu'il a été produit par un être intelligent... et humain. Donc certains objets, même quand on ne les comprend pas, portent la marque indubitable qu'ils ont été faits par des êtres intelligents. Quelle est la caractéristique de cette marque ?



2. Complexité et contenu en calcul

(A) Mesure de Levin et objets rares

Tout le problème est de distinguer un objet naturel, comme l'étoile de mer (à gauche), d'un objet produit par une intelligence comme l'Homme de Vitruve de Léonard de Vinci (à droite). La mesure de Levin indique la probabilité qu'un processus de calcul tiré au hasard produise un objet. Si $K(Obj)$ est la complexité de Kolmogorov de Obj , c'est-à-dire la taille du plus petit programme informatique (mesuré par le nombre total de signes composant les instructions) produisant Obj , la mesure M de Levin est $M(Obj) = 1/2^{K(Obj)}$.

La mesure de Levin donne, au moins approximativement, la probabilité que nous avons de rencontrer un objet : plus un objet possède une description courte, plus il est probable de le rencontrer.

D'après cette idée, la suite des 1 000 premiers nombres premiers ou la suite $N_1 - N_{26}$ de l'artefact canonique de Foschini, qui peuvent être obtenus par des programmes relativement courts, ne sont pas vraiment improbables. Ces objets pourraient être produits par des phénomènes naturels sans qu'aucune intelligence ne soit présente.



(B) La profondeur logique de Bennett

La profondeur logique de Bennett d'un objet Obj est le temps de calcul du plus court programme qui produit Obj . Ce nombre $P(Obj)$ est une mesure du contenu en calcul de l'objet Obj : plus il a été nécessaire de mener un long calcul pour produire Obj , plus $P(Obj)$ est grand. Les objets du monde vivant, qui résultent d'un long processus d'évolution (assimilable à un calcul), sont des objets profonds au sens de la profondeur logique de Bennett.

Bien que tout objet profond ne soit pas nécessairement le fait d'un être intelligent (l'évolution naturelle darwinienne a produit des objets profonds avant de produire des êtres intelligents), si nous trouvons un message radioastronomique dont nous réussissons à montrer qu'il est profond (au sens de Bennett), nous saurons qu'il a été produit en relation avec un phénomène intéressant, en un lieu où des processus de calculs se déroulent, sans doute une forme de vie.



provenant d'une source intelligente. L'anti-cryptographie d'identification ne se réduit pas à la conjecture de Morrison/Cocconi.

L'idée des deux physiciens fit son chemin conduisant à la mise en œuvre d'écoutes radioastronomiques : projet OZMA de Francis Drake, puis CETI (*Communication with Extra-Terrestrial Intelligence*) et SETI (*Search for Extra-Terrestrial Intelligence*). Plus de 100 tentatives ont été menées, pour l'instant sans succès, malgré certaines alertes sérieuses... qui furent toutes élucidées sans recours à l'intelligence extraterrestre (voir <http://www.daviddarling.info/encyclopedia/S/SETI.html>). Ces tentatives sont dans la catégorie *anti-cryptographie d'identification* d'eux vers nous car, tant que le signal n'a pas été attribué à une intelligence extraterrestre, pourquoi essayerions-nous de le déchiffrer ?

L'une des tentatives les plus ambitieuses est celle menée par l'équipe de SETI@home qui confie à toute personne volontaire des signaux radioastronomiques accompagnés d'un programme (le tout transmis par *Internet*) pour en mener l'analyse en y recherchant des traces d'intelligence extraterrestre. Outre l'idée qu'une source qui tourne en même temps que la Terre est très certainement terrestre, l'analyse exploite l'idée que des sources électromagnétiques non terrestres provenant d'émetteurs intelligents occuperont des bandes très étroites de fréquences. D'une part, cela demande moins d'énergie pour l'émetteur et, d'autre part, les phénomènes naturels produisent des émissions électromagnétiques s'étendant sur de larges bandes : repérer une émission étroite est donc certainement un premier pas vers l'identification d'une source d'origine intelligente (il s'agit là d'un argument analogue à celui de la conjecture de Morrison/Cocconi).

Si des signaux candidats étaient repérés, commenceraient alors une analyse de l'enregistrement pour y découvrir, soit qu'il s'agit d'une émission naturelle ou humaine, soit d'autre chose. Une fois exclue l'origine humaine, nous devons trouver dans leurs formes des signes attestant qu'ils ne peuvent avoir été produits que par des êtres intelligents.

La question est : pouvons-nous, sans comprendre un message, savoir s'il a été produit par un être intelligent ? Les exemples des cercles de von Littrow et des triangles rectangulaires de Gauss montrent qu'il est délicat de répondre.

Preuves minimales d'intelligence

Des problèmes de ce type se sont déjà posés plusieurs fois dans la longue histoire de l'humanité : ils ont conduit à des réponses non ambiguës. Le disque de Phaistos trouvé en 1908 en Crète et datant de 1700 ans avant notre ère (voir la figure 1) est très certainement un texte composé dans une écriture inconnue et signifiant quelque chose : on a supposé qu'il s'agissait d'un hymne religieux ? On ne le comprend pas, mais personne ne doute qu'il est le produit d'une intelligence humaine (conclusion facilitée il est vrai par le lieu de sa découverte).

Le manuscrit de Voynich est un autre exemple de texte incompris : on a émis avec insistance l'hypothèse qu'il pourrait bien avoir été composé dans un but de tromperie, farce ou escroquerie. Pourtant, même si le manuscrit est un simulacre d'écriture, il ne fait de doute pour personne qu'il a bien été produit par un être intelligent... et humain.

Il semble donc, en bonne logique, que certains objets portent en eux la preuve de leur origine intelligente, même lorsque l'on ne comprend pas ces objets, et même parfois s'ils ne sont pas porteurs de messages authentiques. Mais comment se construit cette assurance qu'un objet ne peut pas être naturel et résulte du travail d'un être intelligent ?

Dans leur discussion de cette question Carl Sagan et Francis Drake évoquent une idée arithmétique. Pour eux « il est facile de concevoir un message qui soit indubitablement artificiel. Les 30 premiers nombres premiers, par exemple, seraient difficilement attribuables à un phénomène astrophysique ». Est-ce certain ? Un phénomène naturel ne peut-il pas produire la suite des 30 premiers nombres premiers ?

La question n'est pas nouvelle et c'est d'elle dont il s'agit dans les débats entre croyants et athées. Les uns soutiennent que la vie sur Terre ne peut être que le produit d'une volonté divine donc d'une intelligence. Les athées défendent le contraire : aussi complexes que soient les êtres vivants, aussi structurés (et parfois mathématiquement comme les spirales des coquillages ou les nids d'abeilles) que soient les objets du monde vivant, il ne s'ensuit pas qu'une intelligence les ait voulus et fabriqués. Sur un plan scientifique, il a été tranché qu'un objet complexe et organisé peut provenir d'un processus naturel ; la sélection darwinienne est l'un de ces processus produisant du complexe et de l'organisation (sans nécessairement produire de l'intelligence).

Au-delà de ce débat, de nouvelles idées ont été proposées, notamment deux concepts théoriques introduits récemment à propos de la subtile question de l'anti-cryptographie d'identification : l'artefact canonique de Foschini et la profondeur logique de Bennett. Gerard Foschini, des laboratoires ATT-BELL dans le New Jersey, a imaginé le concept d'artefact canonique qui reprend l'idée du rendez-vous cosmique de Morrison/Cocconi en lui donnant une forme mathématique pure.

D'après Foschini, pour construire un objet qui contienne la preuve qu'il provient d'un être intelligent, la meilleure façon est de le définir à partir d'un résultat difficile de mathématiques. Le meilleur candidat est le théorème des groupes finis simples (démontré dans les années 1980) et dont la démonstration est longue d'environ 10 000 pages (on pense aujourd'hui pouvoir le démontrer en 5 000 pages, mais le travail n'a pas été fait et d'ailleurs aucun document ne regroupe tous les éléments dispersés de cette preuve). Ce théorème affirme en particulier que les groupes simples sporadiques (c'est-à-dire qui n'appartiennent pas à une famille infinie de groupes) ont pour nombre d'éléments les 26 entiers suivants, numérotés de N_1 à N_{26} : 7920, 95040, 175560, 443520, 604800, 10200960, 44352000, 50232960, 244823040, 898128000, 4030387200, 145926144000, 448345497600, 460815505920, 495766656000, 42305421312000, 64561751654400,

273030912000000, 51765179004000000, 90745943887872000, 4089470473293004800, 4157776806543360000, 86775571046077562880, 1255205709190661721292800, 4154781481226426191177580544000000, 808017424794512875886459904961710757005754368000000000

Foschini soutient que tout objet comportant cette suite de 26 nombres provient nécessairement d'un être intelligent. Mieux, il croit que tout être intelligent voulant prouver à travers un objet aussi simple que possible qu'il est intelligent pensera à utiliser la suite $N_1 - N_{26}$ qui, bien plus encore que la fréquence 1 420 mégahertz de la conjecture de Morrison et Cocconi, serait le point de rendez-vous ultime de toute intelligence.

De tels objets marqués par la suite $N_1 - N_{26}$, par exemple un collier dont les perles représentent les nombres $N_1 - N_{26}$, ou tout simplement une feuille sur laquelle seraient inscrits en binaire les nombres $N_1 - N_{26}$, sont ce que Foschini propose d'appeler des représentants de l'*artefact canonique*. Si sa proposition est bonne, le jour où nous aurons découvert un message, possiblement extraterrestre, il faudra y rechercher en priorité les traces de la suite $N_1 - N_{26}$ caractéristique de l'intelligence.

Complexité et contenu en calcul

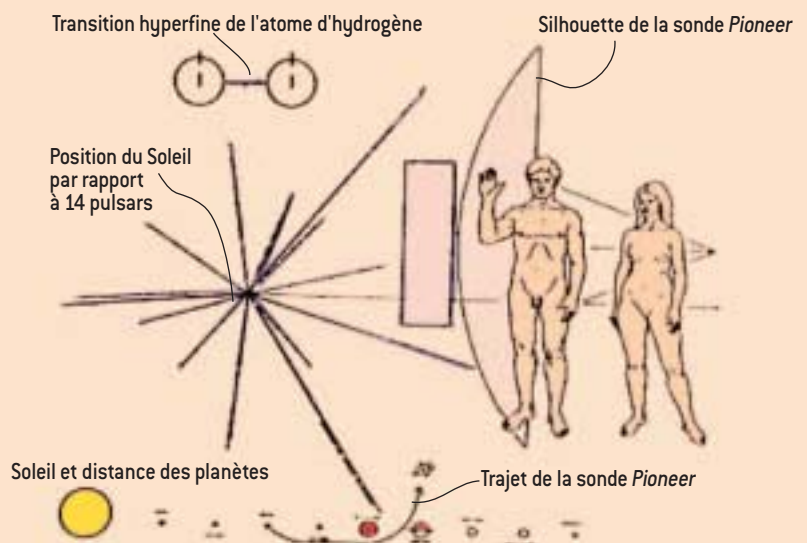
Cette proposition se heurte à quelques objections provenant de la théorie algorithmique de l'information et, quoi que séduisante, l'idée de Foschini risque de ne pas être retenue.

La rareté d'un objet, d'après la théorie algorithmique de l'information, est fonction inverse de la probabilité qu'il soit produit par hasard par un processus de calcul simple ; un processus de calcul est d'autant plus probable que la taille du programme qui l'engendre est faible.

Autrement dit : la suite 00...0 (mille fois) est probable, car il existe des programmes très courts qui l'engendrent, alors que la suite décrivant les mille derniers chiffres apparus lors des tirages du loto qui ne peut être engendrée que par un programme long (d'environ mille symboles) est peu probable. Cette idée, mathématisée par la notion de mesure de probabilité de

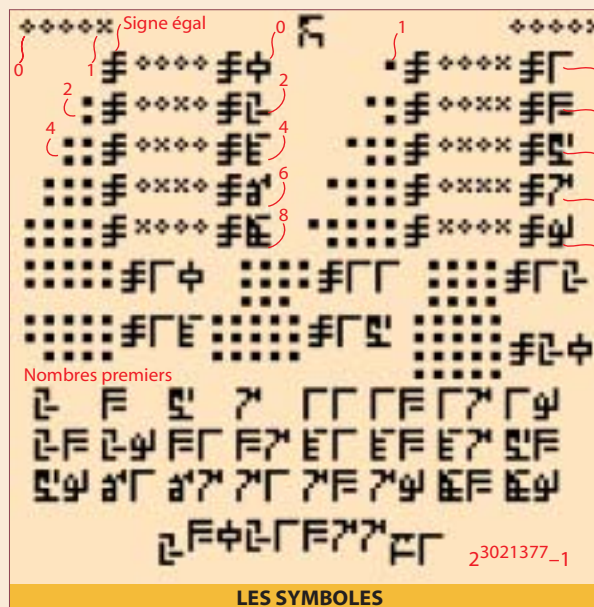
3. Les premiers messages envoyés : pruderie

La plaque métallique gravée des sondes *Pioneer* 10 et 11 envoyées dans l'espace en 1972 et 1973 fut conçue par Carl Sagan, Linda Sagan et Francis Drake. Elle fut l'objet de critiques. Certaines féministes lui reprochèrent d'attribuer un rôle passif à la femme car, dans le dessin, seul l'homme lève le bras pour faire une sorte de salut. On lui reprocha de montrer des spécimens humains nus et le *Chicago Sun Times* retoucha l'image pour la rendre plus décente. Le *Los Angeles Times* publia des lettres de lecteurs accusant la NASA d'envoyer des obscénités dans l'espace. Les sondes *Voyager*-1 et 2 lancées en 1977 emportaient avec elles un message plus élaboré sur un vidéodisque avec son lecteur. Sur ce disque, des dizaines d'images et de sons censés représenter la diversité de la vie sur Terre y sont enregistrés, comme l'image d'une mère allaitant son enfant, une scène de rue, un violon, la *Cinquième Symphonie* de Beethoven, *Melancholy Blue* de Louis Armstrong... En 1974, en utilisant le radiotélescope d'Arecibo un message radio fut envoyé vers le ciel à destination du grand amas de la constellation d'Hercule M13, message qui atteindra son but dans 23 000 ans. D'autres messages ont été envoyés depuis, dont celui de Dutil et



4. Le message de Dutil et Dumas

Un message comportant en lui-même les éléments permettant à un être intelligent de le comprendre a été élaboré par deux physiciens canadiens, Yvan Dutil et Stéphane Dumas. Ce message de 23 pages a été émis à trois reprises en 1999 à destination de quatre étoiles semblables au Soleil, HD 186408, HD 178428, HD 190406 et HD 190360 situées dans des directions où la poussière interstellaire altérera peu le message. Le texte commence sur la première page par une présentation de la notation binaire et d'une notation pour les chiffres de 0 à 9. Sur cette première page sont aussi énumérés quelques nombres premiers, dont le nombre de Mersenne $2^{3021377}-1$. Puis sont présentées sur les pages suivantes les opérations arithmétiques, l'exponentiation, la notion d'équation, suivie de notions de géométrie. On passe alors à la chimie et à la physique, puis aux unités de mesure, au Système solaire et à la Terre. Suivent des images humaines (les mêmes que celles des plaques *Pioneer*), des informations sur la population et la géographie terrestres, etc. Sur la dernière page, une série de questions doit être lue comme une demande faite aux éventuels lecteurs extraterrestres de nous répondre en nous donnant des informations sur eux, leur durée de vie, leurs unités de mesure, etc.



Levin et par la complexité de Kolmogorov, conduit à défendre que la suite des nombres $N_1 - N_{26}$ malgré les 10 000 pages de la démonstration n'est pas vraiment complexe (et n'est donc pas improbable). Cette suite n'est donc pas un point de rendez-vous obligé de l'intelligence cosmique. La suite $N_1 - N_{26}$ se définit en quelques mots ou en quelques symboles mathématiques, ou encore à l'aide d'un court programme de calcul ; si on la découvre rien n'exclut vraiment qu'elle provienne d'un processus naturel assez simple et sans intelligence.

La même remarque s'applique à la suite des 30 premiers nombres premiers (ou même des 100 000 premiers nombres premiers) ou à la suite des 100 000 premières décimales de π , qui elles aussi peuvent résulter de programmes courts (donc de processus naturels) et ne sont donc pas de bons candidats pour prouver l'intelligence de sources émettrices.

La situation actuelle est la suivante : bien qu'il soit admis que la taille du plus petit programme engendrant un objet Ob (complexité de Kolmogorov de Ob) est la bonne façon de mesurer la complexité intrinsèque d'un objet, il n'est pas possible, pour deux raisons, d'en déduire la solution du problème de l'*anti-cryptographie d'identification*. (a) Pour un objet Ob , avoir une forte complexité de Kolmogorov ne signifie pas qu'il a pour origine un être intelligent car les suites tirées au hasard ont une forte complexité de Kolmogorov. (b) Avoir une faible complexité de Kolmogorov n'est pas non plus une marque d'origine intelligente puisqu'une suite de 100 000 fois 0, par exemple, a une faible complexité de Kolmogorov et que bien sûr elle ne nécessite aucune intelligence pour survenir naturellement. La théorie de la complexité de Kolmogorov permet de s'opposer à l'idée de Foschini, mais dans un premier temps ne suggère aucun critère simple pour la remplacer.

Heureusement, Charles Bennett a introduit, il y a une quinzaine d'années, une notion qui fait progresser la question théorique de l'*anti-cryptographie d'identification*. En considérant le temps de calcul du plus court programme qui engendre un objet donné (ce temps de calcul s'appelle la profondeur logique de l'objet), il a montré qu'on obtient une mesure du contenu en calcul de l'objet. Un objet ayant une grande pro-

fondeur logique de Bennett est nécessairement le résultat d'un long calcul capable de cristalliser ses résultats.

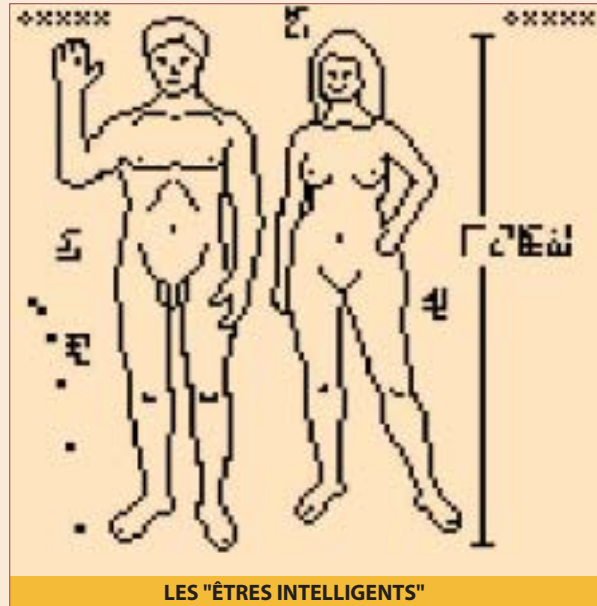
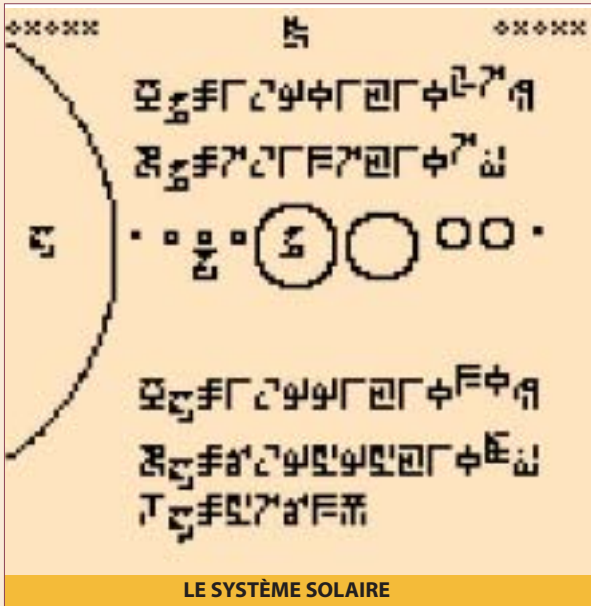
La découverte d'un objet ou d'un signal qui posséderait une forte profondeur logique de Bennett prouverait donc l'existence d'un processus complexe de calcul fixant ses résultats dans une structure. Cet objet « profond » portant en lui la marque d'un long processus d'élaboration pourrait ne pas être rattaché à de l'intelligence, mais au moins assurerait qu'à son origine se trouve quelque chose d'intéressant, par exemple une forme de vie – peut-être très différente de la nôtre – résultant elle-même d'un long processus d'évolution (assimilable à un long calcul). La profondeur logique de Bennett repère les objets liés à des processus de calculs complexes et cumulatifs comme celui de l'évolution de la vie sur Terre.

Sans avoir résolu totalement le problème théorique de l'*anti-cryptographie d'identification*, le concept de profondeur logique de Bennett le fait progresser de manière décisive. Le dernier pas ne peut, semble-t-il, être franchi sans en même temps traiter le problème de l'*anti-cryptographie de communication*.

Les messages à partir de rien

En définitive, la seule façon d'arriver à la certitude qu'un message provient d'un être intelligent (et pas seulement d'un phénomène complexe, ou d'une forme primitive de vie sans intelligence) est d'en comprendre le sens. Mais est-il concevable qu'on puisse déchiffrer un message arrivant de l'espace et dont l'émetteur serait totalement inconnu ?

La réponse est vraisemblablement oui. L'idée des messages terrestres destinés à l'envoi dans l'espace (on ne suppose évidemment pas que le receveur parlera une langue terrestre !) est de construire petit à petit les éléments d'un système de communication, qu'on utilise ensuite pour donner des informations de plus en plus complexes et précises tout en étendant le langage. Le théoricien de cette nouvelle science linguistique est Hans Freudenthal qui dès 1960 dans son livre *LINCOS, Design of a Language for Cosmic Intercourse* définissait les principes de ces langues anti-cryptographiques.



Bien sûr, les mathématiques sont la source de tous ces langages. Dans le long message conçu par Yvan Dutil et Stéphane Dumas et envoyé dans le ciel en 1999, la première page présente une notation binaire pour les nombres entiers et quelques nombres premiers, dont le nombre de Mersenne $2^{3021377}-1$. Puis sont introduites les opérations d'addition, de soustraction, de multiplication et de division, puis l'exponentiation, la notion d'équation, suivie de notions de géométrie, etc.

Pourquoi les mathématiques ? Sans doute parce que, même si nous n'avons rien de commun physiquement avec eux et que nous vivons dans un monde très différent (peut-être sont-ils constitués de nuages de gaz auto organisés, ou de microtrous noirs agglomérés en structures dynamiques dont nous n'avons pas imaginé la possibilité ?), nous sommes persuadés que leurs mathématiques sont pour l'essentiel comme les nôtres.

Nombreux sont les mathématiciens convaincus que si quelque part existe une intelligence alors, aussi différente qu'elle soit de la nôtre, elle aura découvert les nombres premiers, la numération de position, les nombres réels, les fonctions sinus, logarithme, etc. J'avoue que je ne peux pas imaginer des mathématiques différentes des nôtres et que je partage donc cette conviction que l'abstraction des nombres, de la géométrie pure ou plus généralement des mathématiques est le meilleur moyen pour commencer un discours destiné à ET.

Recevoir un tel message et réussir à le déchiffrer, c'est certain constituerait la preuve irréfutable qu'il a été envoyé par un être intelligent. Finalement *l'anti-cryptographie d'identification* et *l'anti-cryptographie de communication* admettent une seule et même solution : les langages à partir de rien. Récemment Brian McConnell a défendu l'idée que, pour communiquer avec des extraterrestres, nous devons au début du message décrire un langage de programmation informatique, qui sera suivi de programmes dont l'exécution transmettra toutes sortes d'informations. Il a indiqué comment s'y prendre pour décrire à partir de rien les éléments d'un langage de programmation. Cette variante de l'idée de H. Freudenthal est très intéressante, mais elle semble receler un danger qui porte déjà un nom : *The SETI Hacker Hypothesis*.

L'idée, formulée par Richard Carrigan, un physicien du *Fermi National Accelerator Laboratory* à Batavia dans l'Illinois, est qu'en cas de réception d'un message extraterrestre et surtout s'il applique l'idée de MacConnell et décrit un langage de programmation, il faudrait se méfier des éléments nuisibles qu'il pourrait contenir, comme on doit se méfier des fichiers qu'on reçoit par Internet et qui peuvent contenir des virus informatiques. Les extraterrestres ne sont pas nécessairement bien intentionnés, ou sont peut-être d'affreux farceurs irresponsables (comme les auteurs de virus informatiques sur terre) qui nous envoient des messages piégés ! Heureusement la question ne se pose pas aujourd'hui, mais n'est-ce pas la fonction des chercheurs de réfléchir à ce qui peut se produire avant qu'il ne soit trop tard ?

Depuis Gauss et Littrow, le monde scientifique s'amuse avec l'idée d'éventuelles communications extraterrestres. Les progrès de la science et de la technologie nous ont fait passer des figures géométriques dessinées à la surface de la Terre, aux programmes informatiques écrits dans un langage anticryptographique et envoyés dans l'espace. Dommage qu'aucun interlocuteur ne se soit manifesté pour mettre à l'épreuve cette science aujourd'hui sans objets... ni sujets !

Jean-Paul DELAHAYE est professeur d'informatique à l'Université de Lille.

The Encyclopedia of Astrobiology, Astronomy, and Spaceflight 2005 : www.daviddarling.info/encyclopedia/

Histoire de SETI et fonctionnement de Seti@home 2005 : <http://setiathome.ssl.berkeley.edu>

Gordon RUGG, *Le mystère du manuscrit de Voynich, Pour la Science*, pp. 24-27, septembre 2004.

Brian MACCONNELL, *Anticryptography : The Next Frontier in Computer Science*, 2001 : <http://www.oreilly.com/lpt/a/1953>

Gerard FOSCHINI, *The Canonical Artefact and its Cosmological Interpretation*, in *Proc. Royal Society of London*, 444, pp. 3-16, 1994.

Giuseppe COCCONI et Philip MORRISON, *Searching for Interstellar Communication*, in *Nature*, 184, 844, 19 septembre 1959.