

Communication avec une Intelligence Extra-Terrestre

En 1990 les premières planètes extra-solaires ont été découvertes. A l'été 2014 on en connaît un peu moins de 2000¹. Le moment où une intelligence extra-terrestre capable de communiquer avec nous sera découverte semble inéluctable².

Elle n'est envisageable qu'avec des intelligences ayant atteint un développement technologique leur permettant d'échanger des signaux.

Comment une telle communication serait elle possible alors qu'elle suppose au préalable un langage commun qui n'existe évidemment pas ?

Dans l'état de notre savoir, avec une vitesse de la lumière indépassable, les distances qui nous séparent de ces planètes interdisent de s'y déplacer pour pouvoir construire cette communication sur une interaction de proximité.

Ce document explore la possibilité de définir un protocole de communication à distance avec une intelligence extra-terrestre en supposant que les connaissances sur les nombres entiers sont suffisamment universelles pour pouvoir amorcer la construction d'un langage commun.

La démarche décrite ici ne contredit pas les approches déjà suivies en la matière mais les complète en s'attachant à introduire les concepts un par un, facilitant ainsi le décodage des messages.

Patrick Guedj

1 https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_d'exoplanetes

2 sauf https://fr.wikipedia.org/wiki/Paradoxe_de_Fermi

1/ D'abord être capable d'adresser un bit d'information

Ce qui suppose de choisir une grandeur physique dont la variation supporte le signal.

A priori ce doit être la fréquence ou l'amplitude d'une onde électromagnétique, qui est le seul signal que nous connaissons capable de se propager à de telles distances. Ceci limite l'échange à un rayon où le délai de propagation du signal reste acceptable, quelques années ou dizaines d'années au plus sauf à être très patient.

A moins que d'autres grandeurs (intrication quantique ...) puissent être utilisées ?

La durée de la variation mérite aussi d'être déterminée. Rien ne dit que nos interlocuteurs vivent à la même échelle de temps que nous. Ils peuvent n'être sensibles qu'à une durée de variation du signal bien plus longue ou bien plus courte que celles que nous utilisons.

De même pour l'intensité de la variation.

Une exploration des différentes combinaisons de nature du signal x durée de sa variation x intensité de sa variation est sans doute nécessaire.

Tableau des supports possibles de communication d'un bit (à compléter)

Grandeur physique	Durée de la variation	Intensité de la variation
fréquence d'une onde électromagnétique		
amplitude d'une onde électromagnétique		

2/ Ensuite émettre pour être entendu

Un signal qui ne ferait que passer pendant un bref instant dans le périmètre d'écoute d'un destinataire a peu de chances d'être entendu. Soit que celui-ci n'est pas à l'écoute, surveiller en permanence tous les points de sa sphère céleste étant une tâche titanesque. Soit que par hasard il perçoive un signal isolé, le note d'un Wow!³ sans avoir eu la possibilité de l'enregistrer d'une façon suffisamment précise pour permettre son décodage (à préciser).

Il n'existe que deux façons d'être perçu.

Émettre en permanence, ou fréquemment, dans toutes les directions susceptibles d'atteindre un interlocuteur. Les planètes extra-solaires pouvant héberger une vie sont de bonnes candidates pour cela. C'est une démarche de type peer-to-peer à priori trop coûteuse (à préciser).

Émettre à partir d'un point du ciel qui attire les regards, un pulsar par exemple. Ceci est impossible dans l'état de nos connaissances mais ne le sera peut-être pas toujours. Et ne l'est peut-être pas pour d'autres.

³ https://fr.wikipedia.org/wiki/Signal_Wow!

3/ **Forme générale du message**

Le destinataire peut légitimement supposer que le message a été construit pour permettre son décodage en utilisant une forme générale simple, et tester pour cela l'hypothèse :

- qu'il est formé de lignes facilement identifiables ;
- que les mots dans chaque ligne sont facilement identifiables ;
- que les lignes doivent être décodées dans l'ordre de leur transmission.

Il semble naturel de supposer que l'émetteur a favorisé ainsi la tâche du destinataire, plutôt que de lui adresser un flot complexe de bits sans lui en donner la clé.

4/ **Trouver une façon de délimiter les mots, que le destinataire puisse deviner**

(Les séparateurs de lignes utilisent la taille des séparateurs de mots, ils sont donc définis plus loin)

L'accord préalable sur une combinaison de bits séparant les mots étant évidemment impossible, il faut choisir entre un séparateur défini arbitrairement ou utiliser une taille de mot fixe. Pour éviter le caractère arbitraire du séparateur une taille fixe est retenue.

Comment communiquer cette taille de mot ?

Un moyen semble s'imposer : enchaîner des séries de bits comptant chacune autant de bits '1' et '0' que cette taille (donc en base 1).

Combien de fois le faire ? Une seule fois est trop court pour être distingué de quelques bits aléatoires. La seule possibilité est d'utiliser la taille elle-même. Toute autre valeur étant trop arbitraire pour pouvoir être facilement devinée.

Exemples (les premiers bits émis sont à gauche) :

pour une taille 3 : 111000111000111000

pour une taille 4 : 11110000111100001111000011110000

5/ **Définir les premiers mots**

Après cette séquence délimitant leur taille, les premiers mots peuvent être communiqués. S'agissant d'une communication utilisant des bits, le plus logique est de commencer par transmettre des entiers en base 2. Ce peut être tous les nombres entiers de cette taille. Mais cela ne laisse aucune possibilité d'enrichir la communication en introduisant d'autres symboles. Toutes les combinaisons de bits étant alors utilisées.

Il est donc nécessaire de n'utiliser qu'une partie des entiers : les nombres pairs, impairs ou premiers.

Afin d'éviter l'hypothèse d'un phénomène naturel capable de produire cette succession d'entiers pairs ou impairs, l'option des nombres premiers qui semble devoir être plus volontiers produite par une intelligence est privilégiée.

Exemple pour une taille 3 (les bits de poids faible sont émis en premier)⁴ :

010	110	101	111
2	3	5	7

⁴ Les espaces entre les mots n'existent pas dans la transmission. Ils sont ajoutés pour la lisibilité du texte.

6/ Définir la fin d'une ligne, première transmission

Une communication consiste en une succession de lignes. Il convient donc de déterminer comment marquer la fin d'une ligne.

Le plus simple est d'utiliser une succession de bits de même valeur (0 ou 1), et de même longueur que la séquence initiale donnant la taille d'un mot. Elle ne peut pas être confondue avec cette séquence initiale obligatoirement cyclique. Ni avec la codification des nombres premiers dont les bits sont forcément variés.

Ce qui donne toujours pour l'exemple de taille 3 la première transmission émise comprenant la taille des mots, les nombres premiers et la marque de fin de transmission :

```
111000111000111000 010 000000000000000000
  taille d'un mot    2      fin de ligne
111000111000111000 110 000000000000000000
  taille d'un mot    3      fin de ligne
111000111000111000 101 000000000000000000
  taille d'un mot    5      fin de ligne
111000111000111000 111 000000000000000000
  taille d'un mot    7      fin de ligne
```

Il serait intéressant de vérifier si des transmissions de ce type ne nous parviennent pas déjà. Le cas échéant avec des variantes : bits de poids fort en premier dans les nombres, marque de fin de transmission composée de '1' ... Le même raisonnement peut/devrait avoir été imaginé par d'autres.

7/ Définition de l'addition et de la soustraction

Sur les 2^3 combinaisons permises avec 3 bits, 4 sont utilisées pour les nombres premiers. Il en reste donc 4 : 000 100 001 011. Réserveons 000 (0 = faux) et 100 (1 = vrai⁵) pour la suite. Il reste 001 qui peut être utilisé pour '+' et 011 pour '-'. En introduisant les nouveaux symboles un par un et en s'appuyant sur les notions préalables pour les définir il semble possible de se faire comprendre.

En transmettant :

```
111000111000111000 001 010 110 101 000000000000000000
                        +   2   3   5
111000111000111000 001 110 010 101 000000000000000000
                        +   3   2   5
111000111000111000 001 010 101 111 000000000000000000
                        +   2   5   7
111000111000111000 001 101 010 111 000000000000000000
                        +   5   2   7
```

L'interlocuteur devrait comprendre que 001 représente le symbole de l'addition.

De même :

```
111000111000111000 011 111 010 101 000000000000000000
                        -   7   2   5
111000111000111000 011 101 010 110 000000000000000000
                        -   5   2   3
```

5 Toujours avec les bits de poids faibles à gauche.

permet de définir 011 comme symbole de la soustraction.

8/ Définition des symboles « vrai » et « faux »

En utilisant les acquis précédents, il est maintenant possible de définir les symboles 100 pour « vrai » et 000 pour « faux » :

111000111000111000	100	001	010	110	101	000000000000000000
	V	+	2	3	5	
111000111000111000	000	001	010	110	111	000000000000000000
	F	+	2	3	7	
111000111000111000	100	001	010	101	111	000000000000000000
	V	+	2	5	7	
111000111000111000	000	001	010	101	110	000000000000000000
	F	+	2	5	3	
111000111000111000	100	011	111	010	101	000000000000000000
	V	-	7	2	5	
111000111000111000	000	011	111	010	110	000000000000000000
	F	-	7	2	3	
111000111000111000	100	011	101	010	110	000000000000000000
	V	-	5	2	3	
111000111000111000	000	011	101	010	111	000000000000000000
	F	-	5	2	7	

9/ Poursuite de la démarche

En poursuivant cette démarche de nouveaux symboles définis sauf exception en tête de la séquence, un par un en s'appuyant sur des notions déjà partagées avec une codification utilisant plus de bits pour disposer de plus de symboles, il est possible d'introduire d'autres concepts : < , > , * , / , ? , toi, moi, nous ...

Définition des inégalités (avec une notation plus synthétique) :

< : < 2 3 ; < 2 5 ; < 2 7 ; < 3 5 ; < 3 7 ; < 5 7
 > : idem
 = : + < > ; = 1 1 ; = 2 2

Définition des nombres non premiers :

0 : - 2 2 0 ; - 3 3 0 ; - 5 5 0 ; - 7 7 0
 1 : - 3 2 1
 4 : - 5 1 4 ; + 3 1 4
 6 : - 7 1 6 ; + 5 1 6

Il semble préférable d'utiliser les configurations binaires en base 2 de ces nombres de façon à ce que tous les nombres soient représentés de la même façon, même si elles sont partagées avec d'autres symboles il est possible d'utiliser le contexte d'emploi pour les distinguer.

Définition de la multiplication :

* : * 2 2 4 ; * 2 3 6 ; * 2 4 8 ; * 0 2 0 ; * 0 3 0 ; 1 2 2 ...

Définition de la division :

/ : / 4 2 2 ; / 6 3 2 ; / 6 2 3 ; / 8 2 4 ; / 8 2 4 ...

Définition de la question :

? : ? + 2 3

puis après avoir reçu 5 ou + 2 3 5,
la notion est confirmée par l'émission d'un **Vrai**

Si un dialogue s'est engagé, en reprenant les transmissions reçues il semble possible de définir le « toi », puis le « moi » et ensuite le nous par toi + moi, les autres par faux(nous) ... Si bien sûr l'interlocuteur connaît la notion d'individu.

10/ Comparaison avec d'autres approches

Deux approches d'envoi de messages à destination d'une hypothétique intelligence extra-terrestre ont été expérimentées⁶.

Les messages graphiques, qui encodent dans un dessin des informations de nature mathématique, physique ou sur l'humanité. Accompagnant le dessin ou incluses dans le dessin, quelques données mathématiques - souvent des nombres en base 2, le cas échéant premiers - peuvent être transmises pour amorcer sa compréhension. Plusieurs tentatives de ce type ont eu lieu : une plaque métallique à bord de deux sondes spatiales Pioneer en 1972 et 1973 ; le message radio d'Arecibo en 1974 ... La plus aboutie étant l'émission en 1999 et 2003 de deux « Cosmic Call messages ».

L'utilisation d'un langage formel, comprenant des séparateurs, des opérateurs, des constantes et des variables, pour encoder de même des informations mathématiques, physiques ou sur l'humanité. Une seule tentative de ce type a été organisée : le projet « Lone Signal » qui via une initiative privée ambitionnait d'émettre périodiquement un texte formalisé (accompagné de tweets libres financés par les internautes).

Dans les deux cas, le décodage par le destinataire du flot de bits lui parvenant s'apparente à l'activité d'un cryptanalyse s'attaquant à un message secret. Il doit trouver en analysant le message (suites de caractères fréquentes ...) comment celui-ci est codé, sans que la grammaire utilisée ne lui soit fournie. Les réalisateurs du langage formel du projet « Lone Signal » ont organisé un test à l'aveugle de décryptage de leur texte qui illustre bien cela⁷.

La démarche proposée ici complète et améliore ces approches en introduisant les concepts les uns après les autres, dans des séquences destinées explicitement à leur compréhension, en s'appuyant sur les concepts définis précédemment, et en multipliant les exemples d'utilisation. Permettant ainsi au destinataire de quitter le rôle d'un cryptanalyse pour occuper celui beaucoup plus simple d'un apprenant que l'on guide pas à pas.

Dans tous les cas la possibilité d'un dialogue, qui n'est envisageable avec les techniques actuelles que pour des distances assez courtes, facilite la mise en place d'un langage commun.

6 https://en.wikipedia.org/wiki/Communication_with_Extraterrestrial_Intelligence

7 https://en.wikipedia.org/wiki/Communication_with_Extraterrestrial_Intelligence#cite_note-10
<http://www.webcitation.org/6HlxHxhan>

