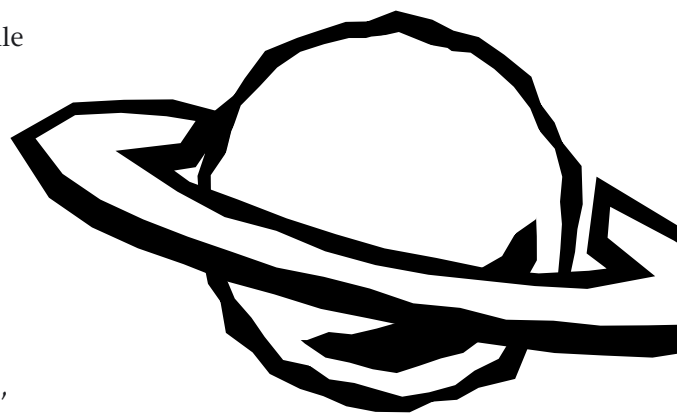




Décode un message extraterrestre !

Informations générales

- ★ Niveau scolaire : troisième cycle du primaire, Secondaire 1 à 5
- ★ Nombre d'élèves par groupe : activité individuelle ou par groupe de deux élèves
- ★ Durée de l'activité : 30 minutes
- ★ Lieu : salle de classe
- ★ Moment : avant ou après la visite au Planétarium de Montréal
- ★ Type d'activité : découverte
- ★ Domaines disciplinaires : Science et technologie, Mathématiques
- ★ Compétences disciplinaires : chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique; mettre à profit ses connaissances scientifiques ou technologiques; communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie; communiquer à l'aide du langage mathématique
- ★ Compétences transversales : exploiter l'information; résoudre des problèmes; exercer son jugement critique; mettre en œuvre sa pensée créatrice; communiquer de façon appropriée; se donner des méthodes de travail efficaces

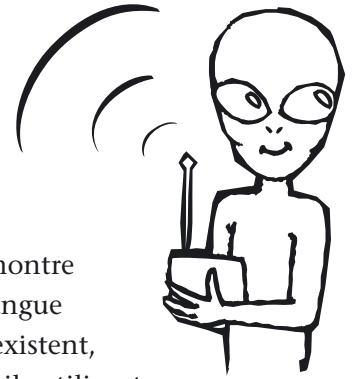


Questionnement

Imagine que tu viennes de capter un signal d'origine extraterrestre constitué d'une série de « 0 » et de « 1 ». Serais-tu capable de décoder ce message en provenance des étoiles ? En comprendrais-tu la signification ?

Conceptions fréquentes

La science-fiction (en particulier au cinéma et à la télévision) nous montre régulièrement des extraterrestres qui parlent tout naturellement la langue des humains (l'anglais, règle générale !). On se doute bien que, s'ils existent, les extraterrestres ne parlent pas la même langue que nous, si même ils utilisent un mode de communication qui s'apparente à du langage parlé...



Concepts de base



Tout comme il existe une barrière de langue entre les différentes civilisations humaines qui partagent la même planète, il existera sans aucun doute une barrière plus importante encore entre les humains et d'éventuelles civilisations extraterrestres avec lesquelles nous pourrions entrer en contact (si de telles civilisations existent, bien entendu !).

Il y a par contre fort à parier que, s'ils utilisent une technologie avancée (télécommunications, voyages spatiaux, etc.), ces extraterrestres auront développé au préalable le langage mathématique qui, lui, est plus universel. Par exemple, la valeur du nombre pi (le rapport entre la circonférence d'un cercle et son diamètre) est la même où que l'on soit dans l'Univers. Les opérations mathématiques de base (addition, soustraction, etc.) donneront les mêmes résultats partout. Bref, les mathématiques pourraient devenir une sorte d'espéranto cosmique permettant les échanges entre civilisations, ou du moins une façon d'établir un premier contact avant de rédiger des dictionnaires humain-extraterrestre... Chose certaine, le jour où nous capterons un message d'origine extraterrestre, nous devons faire appel à nos meilleurs mathématiciens pour le décoder et essayer d'en comprendre le sens !

Quelle est la meilleure façon de communiquer avec une civilisation extraterrestre éloignée de plusieurs dizaines ou centaines d'années-lumière ? L'échange de messages à l'aide d'ondes radio présente plusieurs avantages : bien que l'intensité du signal ainsi produit diminue avec le carré de la distance, les ondes voyagent à la vitesse de la lumière et subissent très peu d'interférence ou d'atténuation, même si leur voyage dure plusieurs milliers d'années. D'autre part, produire des ondes suffisamment puissantes pour qu'elles traversent la Galaxie de part en part ne coûte pratiquement rien, et nous en avons déjà la capacité technique. Pour une civilisation plus avancée, ce serait encore plus facile !

En résumé, on peut noter les points suivants à propos d'un message d'origine extraterrestre :

- Un premier contact avec une civilisation extraterrestre se fera par le biais d'ondes radio
- Les extraterrestres ne partageront aucun de nos langages terrestres

- Un message en provenance d'une civilisation extraterrestre sera difficile à interpréter
- Les mathématiques et les lois de la physique sont les mêmes partout dans l'Univers, peu importe les « différences culturelles » entre les civilisations qui l'habitent
- Une civilisation extraterrestre voudra peut-être utiliser des concepts mathématiques simples, comme les nombres premiers, pour communiquer un message
- Un nombre premier est un nombre qui n'est divisible que par 1 et par lui-même. Par exemple, 1, 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, etc. sont des nombres premiers
- Un message en provenance d'une civilisation extraterrestre pourra prendre la forme d'une image simple

Objectifs de l'activité

À la fin de cette activité, les élèves seront en mesure de :

- Transposer un message constitué de « 0 » et de « 1 » sur une grille
- Interpréter l'image ainsi construite
- Construire des « messages » constitués de « 0 » et de « 1 » afin de transmettre de l'information à d'autres élèves

Déroulement de l'activité

Préparation

Faites suffisamment de copies de la fiche de l'élève intitulée

« Décode un message extraterrestre ! », une par élève.

Matériel nécessaire

- Une copie de la fiche de l'élève intitulée « Décode un message extraterrestre ! »
- Crayons

Réalisation

- ❶ Annoncez aux élèves qu'ils vont voir la transcription d'un message qui a été capté récemment par un radiotélescope de l'Observatoire fédéral de radioastrophysique de Penticton, en Colombie-Britannique, sur la fréquence de 1420 mégahertz. Il s'agit d'un message d'origine extraterrestre. De quoi aura l'air un tel message ? Serons-nous capables de le décoder ? Serons-nous capables de le comprendre ? Pour répondre à ces questions, vos élèves vont tenter de décoder et de comprendre le message en provenance des étoiles.

② Distribuez la fiche de l'élève. Faites-leur remarquer que le message est composé de deux symboles, des « 0 » et des « 1 ». Connaissons-nous des machines qui n'utilisent que deux symboles pour traiter de l'information et communiquer entre elles ? Les télécopieurs et les ordinateurs, bien sûr ! Ces appareils n'utilisent que des « 0 » et des « 1 » pour échanger de l'information.

③ Proposez-leur de compter le nombre de « 0 » et de « 1 » qui composent le message. Le message est composé de 22 « 0 » et de 13 « 1 », soit 35 « bits » d'information au total. En quoi 35 est-il un chiffre particulier ? Ce n'est pas un nombre premier, mais ses diviseurs le sont : en effet, 35 ne peut être divisé que par lui-même et par les nombres premiers 1, 5 et 7. Ceci suggère une façon « d'organiser » l'information : les élèves obtiendront peut-être un bon résultat s'ils disposent les « 0 » et les « 1 » sur une grille de 5 lignes par 7 colonnes, ou de 7 lignes par 5 colonnes.

Nous utilisons déjà une technique semblable pour transmettre des images en noir et blanc par télécopieur ou par satellite. Les images sont d'abord « découpées » en une grille très fine; chacun des carrés (pixels) ainsi créés est représenté par un « 1 » ou un « 0 » selon qu'il est noir ou blanc. On crée ainsi une longue série de « 0 » et de « 1 » que le télécopieur récepteur réorganise pour restituer l'image. Est-ce cette même technique que les extraterrestres espèrent nous voir utiliser ?

④ Pour en avoir le cœur net, proposez aux élèves de reporter les « 0 » et les « 1 » sur une grille de 5x7 ou de 7x5. Vous pouvez diviser le groupe en deux : le premier groupe reportera le message sur la grille no 1 (5 lignes par 7 colonnes), tandis que le second utilisera la grille no 2 (7 lignes par 5 colonnes). Vous pouvez également proposer que chaque élève remplisse les deux grilles.

Les participants doivent transcrire le message ligne par ligne, en commençant par le coin supérieur gauche et en allant vers la droite, en noircissant les cases correspondant à un « 1 » et en laissant vides les cases correspondant à un « 0 ». Ils reprennent ensuite à gauche de la seconde ligne, et ainsi de suite. Pour éviter « d'oublier » un « 0 » ou un « 1 » (ce qui ruinerait le message complètement), suggérez aux participants de cocher au fur et à mesure les « bits » du message lorsqu'ils les ont reportés sur la grille. Laissez-leur quelques minutes pour accomplir leur tâche, tout en vous assurant que tous ont bien compris la procédure.

Clôture

Lorsque tous auront terminé, interrogez les élèves. Lequel des deux arrangements (grille no 1 ou no 2) a le plus de sens pour eux ? Pourquoi ? Reconnassent-ils le symbole que dessine le message sur la grille n° 1 ? Cela ressemble au symbole astronomique représentant le Soleil, mais il est peu probable que les extraterrestres le connaissent. Sans doute le message représente-il plutôt un cercle avec son centre, ce qui serait une invitation à échanger sur les propriétés mathématiques du cercle, afin de construire un premier lexique entre leur langue et la nôtre autour de quelques concepts mathématiques simples.

Mentionnez le message envoyé en 1974 par le grand radiotélescope d'Arecibo (voir annexe 1). Si des extraterrestres reçoivent un jour ce message et en font l'analyse comme nous venons de le faire, peut-être seront-ils capables de saisir le sens du contenu du message.

Mais même s'ils n'y arrivent pas, au moins auront-ils la confirmation qu'ils ne sont pas seuls dans l'Univers. C'est le but premier du programme de recherche SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence) : non pas décoder et comprendre le contenu d'un message en provenance du cosmos (nous n'en serons peut-être jamais capables), mais si nous captions un tel signal, au moins saurons-nous que nous ne sommes pas seuls dans cet immense Univers.

Pour aller plus loin...

Proposez aux élèves de dessiner une figure géométrique simple (par exemple, les lettres « Y » ou « Z », ou encore une silhouette humaine stylisée) sur du papier quadrillé à l'intérieur d'une grille de 5x7 ou de 7x5, de la transcrire en une série de « 0 » et de « 1 » (« 0 » pour un carré vide et « 1 » pour un carré noirci) et de « transmettre » leur message à un autre élève ou une autre équipe qui devra le décoder pour découvrir quelle figure s'y cache.

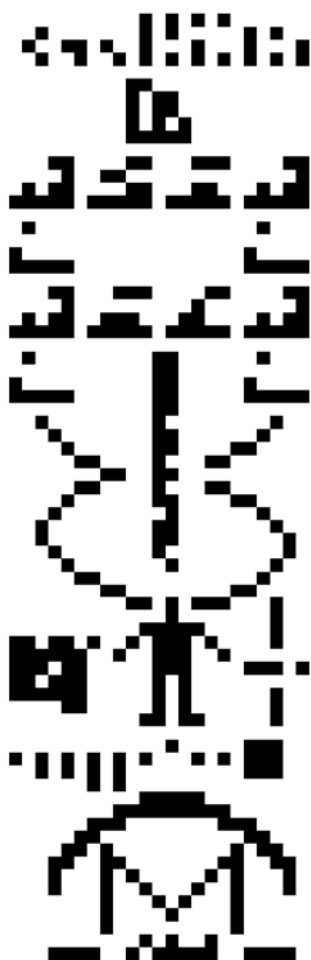
Adapté de : Decoding an Extraterrestrial Message, conçue par le Dr Roberta Vaile, du SETI Institute (Californie)

Le message d'Arecibo

En 1974, une équipe de radioastronomes américains ont conçu un message qu'ils ont envoyé vers l'amas globulaire M13, dans la constellation d'Hercule, à l'aide du grand radiotélescope d'Arecibo, situé à Porto Rico.



Le message était composé de 1679 bits d'information, essentiellement des « 0 » et des « 1 ». 1679 n'est divisible que par lui-même, 1, et les nombres premiers 23 et 73. En le transposant sur une grille de 73 lignes par 23 colonnes, on obtient un message visuel qui contient une foule d'informations permettant à un éventuel récepteur de savoir qui nous sommes.



Le message débute par la représentation des nombres de 1 à 10 écrits en mode binaire (des « 0 » et des « 1 ») de droite à gauche. Viennent ensuite les numéros atomiques des éléments chimiques les plus courants dans la chimie de la vie : l'hydrogène, le carbone, l'azote, l'oxygène et le phosphore. Ces chiffres sont suivis de la représentation des formules chimiques des douze acides aminés sur lesquels est basée la biologie humaine.

Au centre du message, on retrouve une figure stylisée qui représente la double hélice de l'ADN avec, au centre, le chiffre 4 000 000 en mode binaire, représentant le nombre de paires de nucléotides dans chacun de nos chromosomes. Plus bas, une figure humaine est flanquée, à gauche, du chiffre 4 000 000 000 représentant le nombre d'individus sur Terre au moment d'envoyer le message et, à droite, du chiffre 14 représentant la taille moyenne d'un humain exprimée en unités de longueur d'onde utilisée pour transmettre le message. Le chiffre 14 multiplié par 12,6 cm (la longueur d'onde du signal radio transportant le message) donne une taille moyenne de 1 m 76.

Tout juste sous la silhouette humaine, la Terre se distingue dans la représentation du système solaire, où la taille relative du Soleil et des planètes (de droite à gauche) est représentée par la longueur et l'épaisseur des traits. Le message se termine par une illustration du radiotélescope d'Arecibo qui a servi à envoyer le message, donnant des indications sur notre niveau de développement technologique. Le diamètre du télescope (300 m) est lui aussi exprimé en unités de longueur d'onde du signal utilisé pour transmettre le message.



L'amas globulaire M13, vers lequel a été envoyé le message, est un regroupement de plusieurs centaines de milliers d'étoiles situé à 21 000 années-lumière de la Terre. Cela signifie qu'en voyageant à la vitesse de la lumière, le message mettra 21 000 ans à franchir la distance qui nous en sépare. Si jamais le message est capté, décodé et compris et qu'une civilisation extraterrestre désire nous répondre, il faudra un autre 21 000 ans avant que la réponse nous parvienne !

De l'aveu même de ses concepteurs, le but de l'opération n'était pas d'établir un dialogue entre civilisations; leur objectif était plutôt de démontrer la faisabilité d'envoyer un message codé vers les étoiles, afin de convaincre les bailleurs de fonds de financer le projet SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence). Ce projet consiste à pointer de puissants radiotélescopes vers le ciel pour essayer de capter un signal radio d'origine extraterrestre. Ce projet, en vigueur depuis les années soixante, n'a encore détecté aucun signal intelligent en provenance de l'espace. Mais la quête se poursuit...

Pour en savoir plus...

<http://www.seti.org/>

<http://astrobiology.arc.nasa.gov/>

Nom: _____
 Groupe : _____
 Date : _____



Décode un message extraterrestre !

Des radioastronomes de l'Université de Montréal ont récemment capté un signal en provenance des étoiles à l'aide d'un radiotélescope de l'Observatoire fédéral de radioastrophysique de Penticton, en Colombie-Britannique. Ces chercheurs croient qu'il s'agit d'un message binaire envoyé par une civilisation extraterrestre.

Voici le contenu de ce message : 0 0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 1 1 0 0

- Combien y a-t-il de « 0 » dans ce message ? _____
- Combien y a-t-il de « 1 » dans ce message ? _____
- Combien y a-t-il de bits d'information en tout dans ce message ? _____
 (un bit d'information est un « 0 » ou un « 1 »)
- Quels sont les deux nombres premiers (à l'exception de 1) par lesquels on peut diviser le nombre de bits d'information dans le message ?

Pour comprendre le message, les astronomes proposent de reporter les « 0 » et les « 1 » sur une grille dont le nombre de lignes et de colonnes correspondent aux deux nombres premiers que tu as découvert précédemment. Tu dois noircir les cases correspondant à un « 1 » et laisser vides celles correspondant à un « 0 ».

Attention : tu dois remplir les cases en commençant par le coin supérieur gauche de la grille et poursuivre vers la droite jusqu'au bout de la ligne. Tu reprends ensuite à gauche de la ligne suivante. Coche au fur et à mesure les bits du message ci-dessus lorsque tu les auras reportés sur la grille, afin d'éviter toute erreur.

Bonne chance !

Grille n° 1

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Grille n° 2

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |