



La recherche de la **vie extraterrestre**

SOMMES-NOUS SEULS DANS L'UNIVERS ?



Cette question hante l'esprit de l'humanité depuis toujours et n'a de cesse d'alimenter, aujourd'hui encore, rêves et fantasmes de beaucoup d'entre nous. De nombreux films s'en sont d'ailleurs fait l'écho. Mais qu'en est-il réellement, et sur le plan scientifique, de la recherche de la vie extraterrestre ? De cette quête sont nées des sciences multidisciplinaires, appelées exobiologie, bioastronomie ou astrobiologie.

UNE QUESTION ANCESTRALE

Les philosophes grecs Démocrite et Anaxagore avaient déjà imaginé l'existence d'autres « mondes », ailleurs, mais Épicure (341-270 av. J.-C.) est le premier à oser affirmer qu'il en existe d'autres, semblables au nôtre, peuplés d'êtres vivants. Plus proche de nous, c'est Giordano Bruno (1548-1600) qui défend cette même thèse : il meurt sur le bûcher. Puis, l'invention de la lunette permet enfin d'observer



plus précisément le ciel. Ainsi le pluralisme des mondes qui n'était jusqu'alors qu'un sujet de philosophie devient une préoccupation scientifique. Galilée (1564-1642) observe ainsi que Jupiter possède des satellites, ce qui permet à J. Kepler (1571-1632) de se prononcer de manière favorable quant à l'existence d'une vie sur Jupiter. Si Descartes (1596-1650), refuse de prendre position, Newton (1642-1727) est clairement pluraliste : il soutient l'existence de vies extraterrestres supérieures à la nôtre, peut-être même de mondes peuplés de « demi-dieux » ou d'anges. Le Hollandais Huygens (1629-1695) est le premier à affirmer que la très grande distance des étoiles constitue une énorme contrainte pour la mise en évidence d'une éventuelle vie ailleurs.

Fontenelle (1657-1757), grand vulgarisateur, popularise ce thème

notamment avec son ouvrage *Entretiens sur la pluralité des mondes* dans lequel il décrit dans un style très enjoué la vie des extraterrestres. À partir de 1750, le pluralisme devient un quasi-consensus. Parmi les grands défenseurs des mondes habités, aux XVIII^e et XIX^e siècles, on peut citer Herschel (1738-1822), Olbers (1758-1840), Bode (1747-1826), Laplace (1749-1827), Arago (1786-1853), Flammarion (1842-1925)...

Mais au tournant du XX^e siècle, les contradicteurs du pluralisme apparaissent et le débat fait rage. En effet, certaines données imposent des contraintes très sévères à l'existence de vie sur d'autres planètes, notamment celles émanant de la spectroscopie qui indiquent la composition, la température... les caractéristiques des atmosphères planétaires, du moins celles du système solaire. L'astronome hollandais Peter Van de Kamp est l'un des premiers à se lancer à partir de 1937 dans un programme de recherche systématique de planètes extrasolaires. On en « découvre » quelques unes jusqu'en 1963... mais aucune de ces découvertes n'est confirmée par la suite. À partir des années 1960 naît l'exobiologie que l'on désigne aujourd'hui parfois par « cosmobiologie ». L'objet de ce nouveau champ pluridisciplinaire, est la recherche dans l'Univers de la vie, sous sa forme connue sur Terre ou sous une autre forme, intelligente ou non. Aujourd'hui, c'est donc de manière très large et générale que l'on cherche à explorer l'Univers et la présence de vie.

QU'EST-CE QUE LA VIE ?

Le problème essentiel qui n'a encore reçu aucune réponse satisfaisante à ce jour est de savoir ce que l'on entend par « vie ». Malgré la difficulté de définir le terme, on peut dire que sur Terre, sur le plan chimique, la vie repose sur des réseaux de molécules organiques complexes telles que l'**ADN** ou l'**ARN** et les protéines, constituées de briques élémentaires (acides nucléiques et acides aminés). Ces molécules

sont universellement présentes dans le vivant tel que nous le connaissons. Elles comportent une information qui réside dans la séquence de l'enchaînement de ces briques élémentaires et peut être dupliquée et transmise. C'est cette propriété qui permet aux êtres vivants de

renouveler leur matériel biologique au cours de leur vie et de se reproduire.

La capacité d'organisation des molécules biochimiques a conduit à la diversité de la vie terrestre qui s'est adaptée à de multiples environnements depuis les sources très chaudes ou très salines ou acides jusqu'à des régions de froid extrême. Compte tenu de la très grande adaptabilité des êtres vivants, on peut légitimement se demander si une certaine forme de vie n'a pu également apparaître ailleurs que sur Terre et notamment dans notre propre système solaire. Cependant, à ce jour rien de la sorte n'a jamais été mis en évidence.

On a cependant forgé deux termes : « biocompatible », qui signifie : où la vie est possible ; et « habitable » qui veut dire : habitable par l'homme. La recherche de vie ailleurs que sur Terre peut se faire de différentes manières et les différents noms que l'on a donnés aux programmes de recherche et qui par la suite ont donné des disciplines de recherche qui reflètent ce sur quoi l'accent a été mis. Citons en quelques uns : CETI, SETI, exobiologie, bioastronomie, astrobiologie...

CETI - SETI

Le programme CETI (*communication with extraterrestrial intelligence*), lancé il y a environ 40 ans, cherche à établir une communication avec une intelligence extraterrestre, l'idée étant que celle-ci apprenne notre existence et qu'elle entre ensuite en contact avec nous. Dans ce but, des messages ont été envoyés vers environ 1000 étoiles, dont les plus proches comme Alpha du Centaure située à quatre années lumière seulement. Ces messages envoyés notamment par l'antenne émettrice du radiotélescope de la station Arecibo sont de diverses natures : morceaux de musique, messages codés en binaire donnant quelques informations relatives aux humains et la Terre... S'inscrivent également dans le programme CETI : les messages à bord des sondes **Voyager** et **Pioneer**, certains



mathématiques, d'autres non... Parfois, le programme CETI est désigné sous le nom de Active SETI, ce dernier acronyme signifiant *Search for Extraterrestrial*

Intelligence et désignant un autre programme de recherche d'intelligence extraterrestre où sur Terre on ne fait qu'écouter d'éventuels messages émis par des extraterrestres : il n'y a donc aucune émission de signaux dans le programme SETI, lequel constitue donc la version passive de CETI. SETI désigne également un institut de recherche en Californie qui présente de nombreuses ramifications dans de nombreux autres pays. Financé par des fonds privés, l'objectif de l'institut est de chercher dans l'Univers des environnements biocompatibles. Cela passe donc aussi par des programmes de recherche visant à comprendre l'origine de la vie sur Terre, mais aussi cherchant les conditions extrêmes de vie sur notre planète. Les domaines de recherche de l'institut relèvent de l'exobiologie et de « l'astrobiologie ». Dans le cadre du programme SETI on peut télécharger, via internet, l'économiseur d'écran *Seti@home* (*recherche d'une vie extraterrestre à la maison*), distribué par l'université de Californie à Berkeley. Ce programme de calcul distribué profite de chaque moment d'inactivité de l'ordinateur pour contacter via par l'Internet les serveurs de l'université afin de puiser régu-

lièrement, avant de les analyser, les données radio reçues et accumulées par l'énorme **radio-télescope d'Arecibo**, à Porto Rico. Chaque



ordinateur équipé de *Seti@home* analyse les données avant de renvoyer ses trouvailles à l'université et de reprendre de nouvelles données à traiter. L'objectif de cette analyse est de voir si les signaux enregistrés par le radio-télescope ont un sens, ou peuvent être considérées comme du « bruit », c'est-à-dire des signaux dénués de sens. Le nombre de PC bénévoles effectuant ce travail se comptant par millions, la puissance de calcul mise en jeu est colossale : on obtient en fait le plus gros ordinateur imaginable. Malgré cela, pour le moment, aucune trace d'intelligence extraterrestre n'a été décelée.

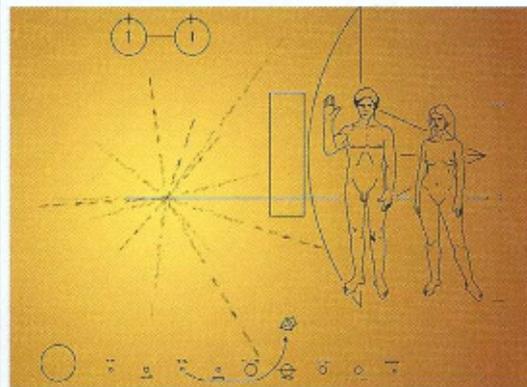
EXOBILOGIE, BIOASTRONOMIE ET ASTROBIOLOGIE

Le terme exobiologie a été forgé dans les années 1960 et désigne

MESSAGE AUX EXTRATERRESTRES

Les sondes **Pioneer x et xi**, lancées respectivement le 2 mars 1972 et le 6 avril 1973, furent les premières à porter notre système solaire. Dans l'hypothèse d'une éventuelle rencontre avec une forme de vie extraterrestre intelligente, les ingénieurs décidèrent de faire

la Galaxie. Au dessus de celui-ci figure une représentation de la transition hyperfine de l'hydrogène (élément le plus abondant de l'Univers). En bas se trouve dessinée la trajectoire de la sonde par rapport au neuf planètes du système solaire depuis son



porter à ces sondes un **message**. Chacune fut ainsi équipée d'une plaque d'aluminium doré de 15 cm sur 23 cm sur laquelle figuraient des symboles. Le symbole sur la gauche correspond à un système de référence qui donne la position du Soleil par rapport au centre de

lancement. Enfin à droite, un couple d'humains se tient debout devant une représentation de la sonde. La main de l'homme est tendue vers le haut, la paume ouverte, en signe de paix. Tous ces éléments constituent le premier message interplanétaire.

Dates importantes

1960
OZMA, premier projet SETI

1972 - 1973



missions Pioneer 10 et 11

1979
Projet SERENDIP 1 : recherche d'émissions radio

1981



La NASA coupe les crédits SETI

1985
Projet META : recherche d'émissions radio sur 8,4 millions de bandes

1986
SERENDIP 2

1992
SERENDIP 3

1995
Projet BETA : recherche d'émissions radio sur un milliard de bandes

1999
SETI@home

Pioneer 10



13 milliards de km (distance à la Terre)

l'étude des origines et de la distribution de la vie. L'un des objectifs de l'exobiologie est donc de comprendre l'histoire de la vie depuis son origine jusqu'à l'étape actuelle qui a permis l'émergence d'une diversité incroyable d'êtres vivants. L'Europe mène des recherches de manière très active dans ce domaine. Une équipe internationale dirigée par **A. Brack** du Centre de



biophysique moléculaire d'Orléans étudie la vie dans les conditions hostiles sur Terre, et parallèlement à cela, les possibilités de vie sur les comètes

et les météorites, ainsi que sur les planètes Mars, Titan, Europe... Il est notamment possible que la vie existe sur Europe, un des satellites de Saturne, car cet astre est recouvert d'un océan, gelé en surface. On ignore encore l'épaisseur de la couche de glace, mais les scientifiques étudient des méthodes pour atteindre l'océan sous la glace. Fait remarquable : les conditions qui règnent dans le lac Vostok en Antarctique semblent être tout à fait similaires à celles de l'océan d'Europe. C'est pourquoi, le lac Vostok est un champ d'expérience et d'investigation particulièrement intéressant pour la vie extraterrestre ! Tandis que l'exobiologie s'intéresse à l'émergence de la vie, et SETI et CETI à l'existence d'êtres intelligents, la bioastronomie regroupe les deux objectifs. Quant à l'astrobiologie, elle se différencie des autres disciplines par le fait qu'elle s'intéresse notamment à l'avenir de la vie sur Terre.

CONDITIONS DE VIE EXTRÊMES SUR TERRE

Les archéobactéries, découvertes en 1977, sont des bactéries très primitives dont l'étude permet de mieux déterminer et comprendre les premiers moments de la vie sur Terre. On en a découvertes sur Terre près de 500 espèces différentes. Certaines survivent à 113°C, d'autres à -15°C ! Certaines se sont adaptées à une acidité très forte, d'autres à un pH très basique. On a même découvert une espèce capable de résister à une dose très élevée de rayonnement gamma, dose qui tuerait tout autre organisme. Certaines archéobactéries sont capables de survivre dans le vide. Compte tenu des conditions extrêmes dans lesquelles elles vivent, elles représentent de bons candidats pour une vie sur d'autres planètes.

POSSIBILITÉ DE VIE DANS LE SYSTÈME SOLAIRE

À part Mars, Europe, Titan et quelques comètes, les autres corps du système solaire ne semblent pas être de bons candidats pour la recherche d'une vie extraterrestre même si leur étude n'est pas sans intérêt pour étudier la chimie dans l'atmosphère de certains d'entre eux. L'étude de ces corps se fait par l'envoi de sondes et de robots.

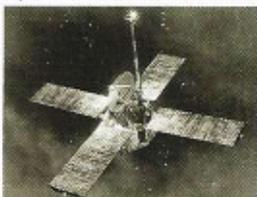
Vie sur Mars

Depuis la fin du XIX^e siècle, Mars est la planète habitée par excellence. **Schiaparelli** (1835-1940) présente en 1877 un rapport dans lequel il annonce



l'existence de canaux sur la surface de Mars. Le terme « canaux » devient l'origine d'une controverse relative à l'existence de structures

artificielles. Pour l'astronome P. Lowell (1855-1916), les canaux sont la preuve que Mars est habitée. Pour lui, les canaux représentent des structures destinées à l'irrigation. Mais les vaisseaux **Mariner** et Viking qui explorent Mars dans les années 1960 et



1970 montrent sans ambiguïté l'absence de canaux. C'est grâce aux vaisseaux Viking que l'on apprend que l'atmosphère martienne est tout à fait similaire à celle de Vénus, c'est-à-dire constituée essentiellement de dioxyde de carbone. Cependant, l'atmosphère est très ténue sur Mars : la pression est 130 fois plus faible que sur Terre, tandis que celle de Vénus est presque autant de fois supérieure à celle de l'atmosphère terrestre.

En conséquence, sur Mars les variations de température sont considérables d'une région à l'autre et en fonction des saisons : de -140°C à +20°C. Les deux missions Viking en 1976 avaient pour objectif l'analyse du sol martien pour y déceler une éventuelle forme de vie. Les résultats sont négatifs. Cependant, cela ne prouve pas qu'il n'y a jamais eu de vie sur cette planète, d'autant que la présence de structures semblables à des lits de fleuves suggère que dans le passé l'eau a abondamment coulé sur Mars. Les données recueillies lors des missions récentes (2004) apporteront sans doute d'importants éléments de réponse quant à la vie sur Mars.

Vie sur Europe

Europe est également une candidate sérieuse pour héberger la vie. En effet, on pense qu'un immense océan se



trouve sous l'épaisse couche de glace qui recouvre ce satellite de Saturne. En 1979 et 1980, la mission Voyager avait déjà photographié Europe et montré que sa surface était recouverte par de la glace entaillée de profondes crevasses. Les indices relevés par la sonde **Galilée** qui a exploré



Europe à la fin des années 1990 semblent confirmer une possibilité de vie dans l'eau d'Europe. Des missions futures permettront de mieux étudier cette

Vie sur Titan

Titan, le plus gros satellite de Saturne, possède une atmosphère dense de 1,5 atmosphère constituée essentiellement d'azote (plus de 90 %) mais aussi de méthane et d'un peu d'hydrogène. L'atmosphère renferme également de nombreux hydrocarbures et d'épais brouillards d'aérosols organiques comme l'acide cyanhydrique, l'acétylène, le cyanoacétylène... Il s'agit du type d'atmosphère dont rêvent les chimistes qui étudient la chimie de l'apparition de la vie. **Titan** est ainsi un



véritable laboratoire de production de composés prébiotiques à l'échelle planétaire. Bien que des traces de vapeur d'eau aient été détectées, la température très basse (-180°C)

régnant près de la surface interdit la présence d'eau liquide. Vers quels systèmes complexes évoluent ces molécules en l'absence d'eau ? La mission NASA-ESA Cassini-Huygens lancée en octobre 1997 devrait apporter des éléments de réponse à ce sujet.

Vie sur comètes et météorites

Depuis déjà bien longtemps certains considèrent que la vie sur Terre a une origine extraterrestre. Aujourd'hui, l'apport extraterrestre de molécules organiques par des corps errants comme les **comètes** et les météorites



est un sujet de recherche important en exobiologie. Grâce à la météorite Murchinson par exemple, la preuve de l'existence d'acides aminés sur les météorites a été apportée. Une ambitieuse mission, intitulée Rosetta, prévoit l'exploration de la comète Wirtanen en novembre 2011 grâce à une sonde qui devra se poser sur elle pour l'étudier ensuite. Giotto et d'autres sondes comme les sondes Vega ont déjà visité des comètes et notamment Halley dans les années passées, mais toujours de loin...

Détection de planètes extrasolaires

Après de nombreuses fausses alertes pendant de longues années, il semblerait que la véritable première planète extrasolaire - ou exoplanète - ait été mise en évidence en 1995. Depuis, beaucoup d'autres ont été détectées. Comment met-on en évidence une planète autour d'une étoile ? Il existe au total une dizaine de méthodes qui permettent de détecter une planète en orbite autour d'une étoile. Les deux principales s'appuient sur l'observation des étoiles car les planètes elles-mêmes ne sont pas observables directement. Dès 1844, l'astronome allemand



F. Bessel (1784-1846) avait remarqué que d'infimes variations dans le mouvement de certaines étoiles permettaient de supposer la présence de compagnons massifs et invisibles. C'est aujourd'hui le principe de l'une des méthodes permettant de déceler une planète autour d'une étoile. Cependant, le compagnon peut aussi parfois être une étoile peu lumineuse...

Une autre méthode, la méthode des transits consiste à observer attentivement l'éclat de l'étoile : le passage d'une éventuelle planète devant elle, fait varier son éclat périodiquement. Cependant, il faut remarquer que pour que cette variation d'éclat puisse être observée depuis la Terre, il est nécessaire que la planète coupe le segment joignant la Terre et l'étoile : il faut que les 3 astres se retrouvent alignés, comme lors d'une éclipse. Dans les deux cas, la mise en oeuvre de ces méthodes exige de très nombreuses observations et un suivi si possible ininterrompu, qui est incompatible avec des observations effectuées depuis la Terre, à cause de

sa rotation. C'est la raison pour laquelle des missions spatiales dédiées à ces investigations ont été imaginées.

Vie sur d'autres planètes

Bien que l'on sache aujourd'hui que d'autres systèmes planétaires existent, pour le moment, nous ne savons rien quant à l'existence ou non de vie sur ces planètes. Or, contrairement à la recherche de vie dans le système solaire où l'on peut envoyer des sondes pour une analyse in situ, les très grandes distances qui nous séparent des étoiles nous obligent à employer d'autres méthodes pour déceler la présence de vie sur les planètes extrasolaires. Cela ne peut en fait se faire qu'à l'aide de la télédétection : il faut chercher des signaux révélateurs de vie, des biosignatures. Ces signatures sont identifiées grâce à l'étude de la lumière qui nous provient des étoiles, lorsque celle-ci traverse l'atmosphère des exoplanètes. Il s'agit là d'un point très délicat, car quelle que soit la signature, sauf si elle provient d'êtres intelligents qui tentent d'entrer en communication avec nous, il ne sera pas possible d'affirmer avec certitude qu'il s'agit d'une signature de vie. Cependant, pour certains chercheurs, la présence d'oxygène constitue bel et bien une biosignature. C'est en tous cas, l'hypothèse qui a été retenue dans les missions spatiales consacrées à la recherche de signes de vie extraterrestre. Cette hypothèse repose sur l'importance sur Terre de la synthèse chlorophyllienne, indissociablement liée à la vie. D'autres hypothèses pourraient provenir de scénarios alternatifs prenant en compte d'autres processus biochimiques.

L'AVENIR DE LA RECHERCHE

A l'heure actuelle, nous ne savons pas si la vie existe ailleurs que sur Terre. La découverte de planètes extrasolaires prouve que le système solaire n'est en tout cas pas une exception. Si le programme d'exploration de l'univers à la recherche de vie se poursuit à ce rythme, c'est sans doute vers les années 2050 que nous pourrions apporter quelques réponses avec davantage de certitudes. Notamment, Mars, Europe et Titan auront été complètement explorés. Les premières réponses viendront certainement de l'exploration de Mars. Si l'on y décelé une forme de vie, l'étape suivante sera de savoir si elle présente une parenté avec la vie sur Terre ou s'il s'agit d'une vie totalement différente. De nombreuses étoiles auront été étudiées en vue de la détection de systèmes planétaires. L'écoute radioastronomique de type SETI aura également bien avancé. La découverte d'une intelligence extraterrestre avec qui nous pourrions entrer en contact aurait bien entendu d'autres conséquences. Ce serait certainement l'événement le plus important de l'histoire de l'humanité. Cependant si dans les cinquante années à venir nous ne décelons rien, cela voudra-t-il dire qu'il n'existe pas de civilisation extraterrestre ou cela signifiera-t-il que les hypothèses de nos recherches étaient mauvaises ?

Méthode de détection d'une exoplanète

