

39

Juillet 2002

SPACE CONNECTION



DOSSIER Sur la piste
des extraterrestres

La science est partout

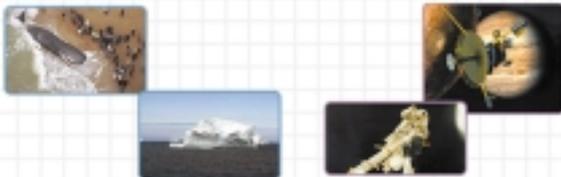
sauf dans un petit coin sombre



Les Services fédéraux des affaires scientifiques, techniques et culturelles (SSTC) ont conçu spécialement pour les jeunes un nouveau site web interactif. Les SSTC sont ainsi la première administration publique du pays à présenter ses activités à un jeune public.

Le site 'jeunes' des SSTC

"La science est partout" présente un échantillon des activités des équipes de recherche sur des thèmes tels que l'espace, les nouvelles technologies, la mer du Nord, la restauration d'œuvres d'art, la gestion de l'environnement, les satellites d'observation de la Terre, etc. On y trouve aussi des tests, une banque d'images, des liens, un glossaire bilingue, etc. De plus, le visiteur peut donner son avis ou envoyer une contribution à publier.



<http://www.belspo.be/young>

Sommaire



Dossier : Sur la piste des extraterrestres

- 03 Introduction
- 05 Une idée qui ne date pas d'hier
- 10 La vie, la connexion cosmique
- 15 Exploration du système solaire
- 20 Les exoplanètes
- 23 Une vie extraterrestre intelligente ?

- 26 **Actualités**



Services fédéraux des affaires scientifiques, techniques et culturelles (S.S.T.C.)

Space Connection est une lettre d'information éditée par les Services fédéraux des affaires scientifiques, techniques et culturelles (S.S.T.C.) contenant des informations sur les réalisations récentes dans le domaine spatial. Cette lettre d'information s'adresse à tous les passionnés de l'espace et en particulier aux jeunes.

Comment obtenir gratuitement le Space Connection ?

Envoyez vos nom et adresse à la :

Cellule e-info

**Secrétariat général
S.S.T.C.**

Rue de la Science, 8
1000 Bruxelles
ou envoyez un e-mail à
dhae@belspo.be

<http://www.belspo.be>

Editeur responsable:

Ir. Eric Beka
Secrétaire général des S.S.T.C.

Rédaction:

Cellule e-info
Secrétariat général
S.S.T.C.
Rue de la Science, 8
1000 Bruxelles

Collaboration extérieure:

Benny Audenaert, Paul Devuyt,
Christian Du Brulle, Théo Pirard,
Steven Stroeykens (dossier).

Coordination:

Patrick Ribouville

Gestion des abonnements:

Ria D'Haemers
e-mail: dhae@belspo.be

Photo de couverture:

La constellation d'Orion photographiée par le télescope spatial Hubble. Les étoiles et les planètes sont nées de nuages de gaz et de poussière comme ceux-ci. (NASA)

Numéro 39 - Juillet 2002

Introduction

Sur la piste des *extraterrestres*

Sommes-nous les seuls habitants de l'univers ? Rares sont les questions qui excitent autant l'imagination que celle de savoir si, ailleurs que sur la Terre, d'autres formes de vie existent dans l'univers. Notre Terre est-elle l'unique planète où la vie s'est développée ? Ou y a-t-il quelque part, peut-être à des milliers d'années-



↑ Il fut un temps où l'on croyait que la vie existait sur la Lune. (NASA)

lumière, sous un soleil étrange, un autre endroit où des êtres vivants naissent, meurent, se nourrissent et se reproduisent ? Eux aussi peut-être sondent l'univers en se demandant s'ils sont seuls ?

Cette question se pose depuis des siècles sous des formes diverses. Elle a suscité de nombreuses spéculations et titillé les imaginations. Ces derniers temps toutefois, la recherche scientifique s'intensifie dans ce domaine. Elle a donné naissance à une nouvelle spécialité, l'*astrobiologie* ou *exobiologie*, regroupant des scientifiques d'horizons divers, des biologistes aux astronomes en passant par les géologues, qui envisagent l'éventualité de formes de vie extraterrestres et en cherchent des preuves, situant la vie terrestre dans une perspective cosmique plus vaste. Ces recherches n'ont pas encore livré de réponse définitive, mais l'avenir semble prometteur.

Le présent dossier dresse tout d'abord brièvement l'historique de cette question angoissante, voire même existentielle. Ensuite, nous nous interrogeons sur la probabilité de l'existence de formes de vie extraterrestres, à la lumière des récentes perspectives ouvertes par la science. Nous nous demandons si, à l'intérieur ou à l'extérieur de notre système solaire, il pourrait y avoir des endroits où nous pourrions rencontrer ces formes de vie. Nous analysons en outre les tentatives réalisées pour découvrir des formes de vie extraterrestres (intelligente ou non).

Dossier Sur la piste des extraterrestres

Une *idée* qui ne date pas

Dès l'antiquité classique, a circulé l'idée qu'à l'image de la Terre, d'autres corps célestes comme la lune, pouvaient être habités. Le poète romain Lucrèce notamment évoquait déjà d'autres mondes habités.

L'idée que l'univers recelait d'autres lieux ressemblant à la Terre, s'inscrivait parfaitement dans la philosophie "atomiste" selon laquelle l'univers était infiniment grand et "homogène" - une matière identique partout, construite à partir des mêmes fondements.

Mais ces idées ne dominaient cependant pas la pensée. Dans pensée plus influente d'Aristote, la Terre occupait une position centrale unique et il était inconcevable que des endroits ressemblant à la Terre et

abritant les formes de vie que nous connaissons, puissent exister dans les cieux.

Les spéculations relatives à la vie extraterrestre ne retrouvèrent un terrain fertile que bien plus tard, après que les travaux de Copernic, Tycho, Kepler, Galilée, etc. eurent solidement établi la représentation héliocentrique du système solaire et que les astronomes eurent pris conscience qu'en réalité, les étoiles n'étaient rien d'autre que des soleils, séparés par d'énormes distances.



d'hier



↳ Les seules créatures vivantes sur la Lune. (NASA)

Si chaque étoile était un soleil, éventuellement entouré, comme le nôtre, de planètes, le nombre de lieux habitables augmentait sensiblement.

Le moine dominicain et penseur italien du XVI^e siècle Giordano Bruno, qui fut brûlé sur le bûcher en 1600 (non pas pour ses idées confuses sur l'univers, mais bien pour ses conceptions théologiques) imaginait que l'univers s'étendait à l'infini et comportait un nombre tout aussi infini de planètes habitées.

Sir William Herschel, découvreur de la planète Uranus et l'un des plus grands astronomes du dix-huitième siècle, considérait que la vie sur d'autres planètes n'était nullement exclue.

Certains rapportent que le célèbre mathématicien Carl Friedrich Gauss (1777-1855) aurait suggéré de signaler notre présence à d'éventuels habitants intelligents de la Lune ou de Mars, en plantant en Sibérie, des forêts ayant la forme de carrés géants et d'un triangle. Il voulait ainsi représenter le théorème de Pythagore, devant être perçu par ces créatures extraterrestres, comme un signe incontestable d'intelligence. En 1822, Gauss proposa d'envoyer des signaux lumineux vers la Lune, à l'aide de miroirs.

Au XIX^e siècle, l'éventualité d'une vie extraterrestre était déjà ancrée dans la conscience collective. En 1835, le *New York Sun*, quotidien américain publia un article inventé de toutes pièces qui fit sensation. Il affirmait que de la vie avait été découverte sur la lune. L'astronome John Herschel (fils de William Herschel) travaillant en Afrique du Sud aurait observé dans son télescope, des créatures pourvues d'ailes de chauve-souris et un animal roulant bizarrement sur la lune.

Mais c'était surtout la planète Mars qui frappait les imaginations. Les astronomes avaient

découvert que Mars présentait d'étranges similitudes avec la Terre. La planète tournait par exemple sur son axe en 24 heures environ et le télescope révélait des calottes polaires blanches très nettes, ainsi que des variations chromatiques, en fonction des saisons.

En 1877, l'astronome italien Giovanni Schiaparelli observa dans son télescope d'étranges lignes droites sur la surface de Mars. Il décrivit les lignes sombres en les baptisant "canali", mot qui emballa l'imagination de nombreuses personnes. La surface de Mars était-elle parcourue par des cours d'eau artificiels géants ? La presse populaire considérait la présence de vie sur Mars comme un fait pratiquement acquis. Clara Goguet Guzman, française, veuve et fortunée, lança le "prix Guzman". Elle promettait une récompense de 100.000 francs français pour le premier qui réussirait à établir le contact avec des habitants d'une autre planète ou d'une autre étoile. Elle excluait la planète Mars, "parce que la tâche serait trop simple". D'autres astronomes commencèrent à rapporter qu'ils avaient observé des "canaux" sur Mars.

L'astronome américain Percival Lowell allait largement contribuer au développement du mythe autour de la planète rouge Mars. A



↑ Giovanni Schiaparelli. (University of Chicago)

↓ Dessin de Mars de Schiaparelli. (University of Chicago)



Flagstaff, en Arizona, il construisit un observatoire spécial pour observer Mars et consacra plusieurs ouvrages populaires et influents à Mars, où il étalait abondamment ses spéculations sur les habitants intelligents de Mars. Lowell pensait que Mars était une planète désertique et que la civilisation très avancée de Mars avait aménagé des canaux géants pour répartir efficacement les maigres ressources hydriques. Les astronomes professionnels restaient sceptiques, mais Lowell trouvait énormément d'adeptes dans le grand public et dans la presse.

Il s'avéra plus tard que les fameux canaux étaient en réalité le fruit d'une illusion optique. Dans des conditions d'observation optimales, les télescopes les plus performants ne distinguaient pas les canaux. Mars en revanche révélait une multitude de petites taches irrégulières. Mais l'idée de l'existence de vie sur Mars survécut, même dans les milieux scientifiques. En 1961, une commission scientifique consultative de la NASA,

l'agence spatiale américaine, concluait encore que *"the evidence taken as a whole is suggestive of life on Mars"*. Mais les sondes spatiales inhabitées qui étudièrent Mars de près au XX^e siècle dans les années soixante et après, ont sonné le glas de ces espoirs. Il n'y avait sur Mars ni canaux, ni végétation, ni eau de surface, rien qu'un semblant d'atmosphère. C'était une planète désertique, froide et aride.

Ce n'est que dans la science-fiction que Mars est longtemps restée une planète habitée. En 1898, dans *La guerre des mondes*, H.G. Wells décrivait la guerre déclarée à la Terre par les habitants hautement développés de Mars. Les terriens résistent avec difficulté, mais les bactéries terrestres mettent un terme à l'invasion. Le récit de Wells fit à nouveau fureur en 1938, lorsqu'Orson Welles en fit un feuilleton radiophonique. Dans *Martian Chronicles* (1950), Ray Bradbury décrit la rencontre entre des astronautes terrestres débarquant sur Mars et ses habitants

mystérieux et mélancoliques. Dans des films récents comme *Mars Attacks*, *Mission to Mars* et *Red Planet*, la planète rouge est habitée.

Mais la science-fiction ne limite pas la description de créatures extraterrestres à Mars. Les "aliens" de la littérature de science-fiction sont trop nombreux pour les citer tous. Bizarrement, de nombreux livres, mais surtout les films et les feuilletons télévisés présentent généralement ces créatures extraterrestres sous des traits ressemblant manifestement et incroyablement à ceux d'êtres humains ou d'animaux terrestres. C'est le cas par exemple dans *Star Wars* et *Star Trek*. Certains films montrent que d'autres apparences sont possibles. Comme *Alien*, film dans lequel un horrible monstre extraterrestre parasite le corps d'astronautes et *2001: A Space Odyssey* de Stanley Kubrick (d'après Arthur C. Clarke), où une intelligence extraterrestre incroyablement avancée ne se manifeste que sous la forme d'un mystérieux artefact géométrique noir.

Les *jeunes* s'expriment à propos de la vie dans l'univers

L'année dernière, le CERN, laboratoire européen de la physique des particules à Genève a laissé s'exprimer les jeunes à propos de la présence de vie extraterrestre. Des jeunes de 14 à 19 ans de l'Europe entière ont pu participer au concours "Life in Universe". Les candidats pouvaient sur ce thème présenter les projets les plus divers: création de sites internet, nouvelles, oeuvres d'art, expériences scientifiques, pièces de théâtre ou musique, ...

Lors du premier tour, les meilleurs envois ont été sélectionnés par pays. Les élus étaient admis à la finale au CERN, entre le 7 et le 10 novembre. Le jury belge avait retenu trois projets pour représenter notre pays à Genève :

- "A New Blue", un essai rédigé par trois étudiants du collège Sint-Gabriël de Boechout, Kin Wai Cheung, Christophe Van Berckelaer et Stijn Verswyvelt, en collaboration avec Wim Peeters, leur professeur de physique.

- "Life in Universe", un site internet créé par Christophe Leblanc, élève de l'Institut Saint-Anne de Florenville.
- Six poèmes écrits par Amélie Elie, Chantal Mukeshimana, Félicie Gatinet et Gloria Vonèche du Centre Arthur Régniers de Bienne-Lez-Happart.

En dernière minute, la délégation belge a dû faire face à un événement imprévu, la faillite de la Sabena, mais elle a néanmoins réussi à rejoindre le CERN à Genève. Les Belges ont pu présenter leurs projets parmi plus de deux cents autres finalistes. Ils n'ont pas gagné, mais la participation à cet événement enthousiasmant fut déjà une expérience enrichissante. Le concours international a couronné une équipe autrichienne ayant présenté un projet de future station spatiale et une équipe hongroise, qui avait conçu le jeu "Entropoly", un jeu où il faut donner naissance à la vie dans l'univers à partir d'atomes.

(En remerciant Martine Jaminon)

Dossier Sur la piste des extraterrestres



La vie, la **connexion** cosmique

➤ La comète Hale-Bopp. Les comètes ont-elles amené sur terre les matériaux nécessaires à l'apparition de la vie? (NASA)

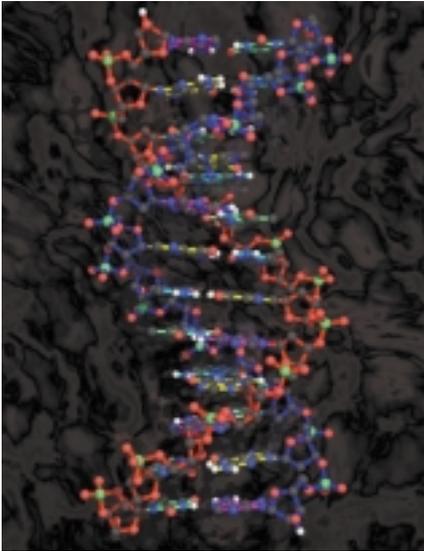
La vie au sens général du terme est une notion difficile à définir. Les biologistes sont incapables de se mettre d'accord sur une définition de la "vie" sur Terre - que dire alors à propos des cas ambigus comme les virus, qui ne s'alimentent pas et qui doivent s'appuyer sur la structure d'une cellule vivante pour se reproduire. Aucune définition générale, si exotique soit elle, incluant avec certitude les autres éventuelles formes de vie extraterrestres, n'existe. Plutôt que de se hasarder à une telle définition, étudions plus en détail le seul exemple connu de vie, la vie terrestre. Nous examinerons ensuite si un phénomène similaire peut se manifester ailleurs dans l'univers.

Nous ignorons encore avec certitude comment la vie est apparue. L'un des scénarios possibles se présente comme suit. Les océans de la toute jeune Terre charriaient d'importantes quantités de diverses molécules organiques, nées sur place ou déplacées à la suite de la chute de météorites. Les essais classiques de laboratoire de Stanley Miller en 1953 démontrent que, partant d'éléments chimiques simples, présents sur la Terre à l'origine, il est possible, moyen-

nant reproduction de l'environnement de la Terre à ses débuts, de produire des acides aminés. Grâce à des examens spectroscopiques, des astronomes ont déjà découvert plusieurs molécules organiques sur des planètes et des comètes.

Pour ces molécules, les mers terrestres constituaient des éprouvettes géantes. Elles pouvaient ainsi former une infinité de liaisons nouvelles, générées par d'innombrables réactions chimiques. Les molécules ainsi produites devenaient de plus en plus complexes. Tôt ou tard, s'est probablement formée, par hasard, une molécule capable d'assembler des copies d'elle-même, à partir d'éléments chimiques flottant dans l'océan.

Mais ces copies n'étaient pas parfaites. Une erreur s'y glissait parfois ; généralement la molécule produite était alors bancale ou incapable de se reproduire. Mais les conséquences s'avéraient parfois positives : une molécule dont la copie était meilleure que l'originale. Les molécules les plus habiles au jeu de la copie étaient en moyenne plus 'prolifiques' que les autres. L'évolution par sélection naturelle était lancée. De génération en génération, les 'agents reproducteurs' n'ont cessé de s'améliorer. Ils étaient



↑ Représentation d'une molécule ADN (Paul Thiessen <http://www.ChemicalGraphics.com>)

désormais capables de rassembler les matériaux nécessaires pour la fabrication des copies avec davantage d'efficacité et utilisaient des "molécules auxiliaires" pour s'éduquer par exemple, une paroi de protection.

Le mécanisme chimique de base de la copie a lui aussi progressé. Nous ignorons quels étaient les agents reproducteurs du début. Il s'agissait probablement de molécules auto-reproductrices très simples et primitives. Mais, d'après de nombreux experts, au fil du temps, un système de reproduction plus sophistiqué s'est mis en place, basé sur la molécule ARN (acide ribonucléique). C'est la fameuse théorie du "monde RNA", non prouvée, mais jugée parfaitement plausible. Plus tard, est apparu le système de reproduction "high tech", fondé sur la molécule ADN (acide désoxyribonucléique), présent dans presque toutes les formes de vie répertoriées à ce jour.

A l'origine, les organismes vivants étaient extrêmement simples, comparables aux bactéries actuelles les plus élémentaires. Ensuite sont apparus les organismes eucaryotes, avec une structure cellulaire com-

plexe, comportant notamment un noyau, combinaison probable de plusieurs formes de vie plus simples. Beaucoup plus tard (probablement il y a 700 millions d'années) les créatures pluricellulaires sont nées et à un stade tardif de l'évolution, il y a environ 570 millions d'années, au début du cambrien, a commencé la conquête spectaculaire des animaux macroscopiques complexes que nous connaissons aujourd'hui.

Cette histoire résumée de la vie sur Terre est marquée par le caractère totalement universel des processus décrits. Le phénomène de l'évolution se manifeste partout où la vie existe (même si le résultat obtenu peut être différent de ce qu'il est sur la Terre). Les phénomènes chimiques sur lesquels repose la reproduction peuvent se manifester sur une autre planète que la Terre (pour autant que les conditions y soient comparables). Et les matériaux chimiques nécessaires à l'apparition de la vie existent partout dans l'univers.

Il y a environ treize milliards d'années, après le *Big Bang*, la composition de l'univers était très simple : un gaz, composé de près de trois quarts d'hydrogène et d'un quart d'hélium. Mais les premières étoiles, nées des nuages de gaz, ont rapidement modifié cette structure. Des réactions majeures au cœur des étoiles ont engendré des éléments plus lourds (types d'atomes) comme le carbone, l'azote, l'oxygène, le silicium et le fer. A la fin de leur existence, ces étoiles ont rejeté une partie de ces éléments lourds (lors d'une fameuse explosion supernova pour les étoiles très lourdes, ou en rejetant progressivement leurs couches extérieures, pour les étoiles ordinaires). Ces éléments lourds sont venus enrichir le gaz interstellaire. Les générations suivantes d'étoiles contenaient dès lors des atomes plus lourds dès le départ. La formation de planètes comme la Terre, largement constituées de ces atomes lourds, est par conséquent devenue

possible. La Terre est essentiellement composée de fer, de silicium et d'oxygène (ces deux derniers éléments étant les plus importants dans la plupart des roches). La vie pouvait parfaitement naître à partir des atomes lourds formés dans les étoiles. Les éléments indispensables à la vie sont le carbone, l'hydrogène, l'azote et l'oxygène.

Mais avant de débarquer sur des planètes, ces atomes pouvaient subir des réactions chimiques, donnant naissance à des molécules organiques relativement complexes. Des astronomes ont observé la présence dans le gaz interstellaire de molécules organiques aussi surprenantes que l'alcool. Il semble que les particules microscopiques de matière et de glace gravitant dans le gaz séparant les étoiles servent de véritables "éprouvettes" collectant des éléments simples, entrant ensuite en réaction. En plusieurs millions d'années, une large panoplie de molécules organiques s'accumule.

Lors de la formation d'un nouveau système planétaire, les grains de matière et les molécules organiques sont absorbés par les planètes en formation, ainsi que dans des comètes et autres petits objets. Ces éléments sont probablement détruits dans les jeunes planètes par réchauffement et phénomènes géologiques, mais ils peuvent subsister dans les comètes. Lorsque des comètes ou des météorites viennent s'écraser plus tard sur les jeunes planètes, elles peuvent y semer les éléments chimiques indispensables à la vie. Si les circonstances, comme la température, sont favorables, la vie peut alors apparaître.

Un constat étonnant révèle que la vie est apparue très rapidement sur la Terre, dès que l'occasion s'est présentée. Les fossiles les plus anciens remontent à environ 3,5 milliards d'années. Il s'agit de restes de bactéries, formes de vie relativement évoluées et fruits probables d'une longue évolution.

↓ La Supernova 1987A dans la nébuleuse géante de Magellan. Lors des explosions de supernovas, les éléments indispensables à l'apparition de la vie furent dispersés dans l'univers. (NASA)



Des traces de vie plus anciennes, remontant à la période située entre 3,8 et 3,5 milliards d'années, ont été retrouvées. Il s'agit d'indices indirects plus controversés, principalement des variations des quantités d'isotopes de carbone contenues dans la roche. Des écarts de carbone -13 peuvent être le résultat d'activité biologique.

Au début de son existence, la Terre a régulièrement été victime d'impacts dévastateurs de planétoïdes. La Terre est née il y a près de 4,55 milliards d'années d'un nuage discoïdal de gaz et de poussière tournant autour du soleil en formation. Au cours des

premières centaines de millions d'années, la Terre et les autres planètes naissantes ont été exposées à un bombardement intense d'impacts plus ou moins grands. La Lune est probablement née de l'impact exceptionnellement violent entre la jeune Terre et une proto-planète de la taille de la planète Mars. Les nombreux cratères lunaires témoignent de l'intense bombardement de projectiles de plus petit calibre au cours de la période qui a suivi. Sur la Terre, l'érosion et le glissement des continents ont depuis longtemps fait disparaître ces vieux cratères. D'après les estimations, les bombardements ont cessé il y a entre 4 et 3,8 milliards d'an-

nées. Une vie évoluée existant déjà peu de temps après, la vie a dû apparaître très rapidement après le dernier impact majeur. Il n'est cependant pas exclu que la vie resurgisse à plusieurs reprises sur Terre, à chaque fois éliminée par un impact extrêmement violent, pour renaître ensuite.

Le fait que la vie sur Terre se soit développée avec autant de facilité, semble indiquer que l'apparition de la vie est un processus relativement "simple", susceptible de se manifester là où les circonstances sont favorables. Quoi qu'il en soit, les éléments indispensables à la vie existent partout dans l'univers.

Dossier Sur la piste des extraterrestres

Dans notre système solaire, mise à part la Terre, où pourrait-on trouver des formes de vie ? Pour ce qui est de la Lune, Mercure et Vénus, le bilan est rapide : la vie telle que nous la connaissons y est exclue. Mercure et la lune n'ont ni atmosphère, ni eau de surface. Mercure et Vénus sont extrêmement chaudes à cause de leur proximité avec le soleil et Venus est victime d'un effet de serre très important.

Exploration du système *solaire*



↑ Mars, photographiée par le télescope spatial Hubble. (NASA)

Mars

Pour Mars, la situation est différente. Les Martiens, constructeurs de canaux géants relèvent de la légende, mais la planète n'est pas totalement stérile. Il n'y a aucun signe visible de vie en surface, mais cela n'exclut nullement la présence de micro-organismes.

En 1975, la NASA, agence spatiale américaine, a envoyé deux sondes spatiales vers Mars, afin de vérifier la présence éventuelle de micro-organismes à la surface.

Ces sondes Viking 1 et Viking 2 étaient des laboratoires biochimiques automatiques qui ont atterri sur Mars en douceur en 1976. Elles étaient équipées d'une pelle montée sur un bras robot pour pouvoir prélever des échantillons du sol et les analyser.

Un spectromètre de masse couplé à un chromatographe à gaz a servi à sonder la présence de

matières organiques dans l'échantillon prélevé. Le *Gas Exchange Experiment* devait détecter les gaz éventuellement libérés lors du métabolisme de micro-organismes martiens supposés. Un "aliment", composé de matières organiques a été ajouté à l'échantillon prélevé. Le *Labeled Release Experiment* était chargé de vérifier si les substances marquées par des éléments radioactifs étaient digérées par d'éventuelles formes de vie. Le *Pyrolytic Release Experiment* vérifiait quant à lui la présence dans l'échantillon d'organismes capables de synthétiser des matières organiques, à partir du carbone de l'air (à l'instar des plantes sur Terre).

Au début, les résultats de ces diverses expériences biochimiques effectuées à bord des sondes Viking semblaient relativement imprécis et ambigus, mais ensuite, la plupart des scientifiques ont admis qu'ils n'avaient apporté

aucun indice attestant la présence de vie. Des effets chimiques non biologiques expliquent les résultats des expériences. Une minorité de scientifiques continuent néanmoins à prétendre que les sondes Viking ont découvert des formes de vie.

Mais les sondes martiennes inhabitées ont cependant fait des découvertes qui laissent espérer que Mars n'est pas un monde totalement mort, ou du moins, ne l'a pas toujours été. Les sondes qui ont photographié Mars depuis l'espace et qui ont permis d'en établir la carte (les plus récentes étant Mars Global Surveyor et Mars Odyssey en 2001) ont décelé une multitude de traces indiquant la présence d'eau.

Des structures géologiques ressemblant fortement à de très anciens lits de rivière asséchés ont par exemple été photographiées. Bien qu'il n'y ait aucune certitude, la plupart des scientifiques considèrent qu'elles ont



← Le paysage de Mars photographié par la sonde spatiale Viking 2. (NASA)

↓ La fameuse météorite ALH84001 contenait, selon certains scientifiques, des restes fossilisés de vie sur Mars. (NASA)



été creusées par de l'eau. Il semble que dans un passé lointain, la planète désormais aride et froide et privée d'eaux de surface, ait connu un climat nettement plus clément. Certains scientifiques vont jusqu'à penser qu'il y a trois à quatre milliards d'années, Mars était couverte de gigantesques mers. Le climat a ensuite changé et elle est devenue la planète aride et désertique que nous connaissons aujourd'hui. Même si dans l'intervalle, il y a eu de temps en temps des périodes plus chaudes et plus humides. Des indices révèlent l'existence il y a quelques millions d'années, de périodes plus chaudes au cours desquelles des eaux de surface étaient présentes, même si en petites quantités. Selon une interprétation plus controversée de certaines structures géologiques, de la glace serait dissimulée à une faible profondeur, faisant parfois remonter à la surface des eaux de fonte.

Il semble que par le passé, le climat de Mars était parfaitement adapté à la vie. Si des formes de vie sont apparues à cette époque, il est possible que le sol de Mars en recèle des restes fossilisés, plus particulièrement dans d'éventuelles roches sédimentaires, formées au fond des mers, lacs ou rivières. La recherche de ces éventuels fossiles est l'un des objectifs prioritaires à long terme, de l'exploration de la planète Mars.

On suppose qu'une partie de l'eau recouvrant Mars à l'époque est encore présente, sous la forme de glace souterraine. Selon certains scientifiques, il n'est pas exclu que des formes de vie microscopiques aient réussi à survivre dans ces "oasis" souterraines humides.

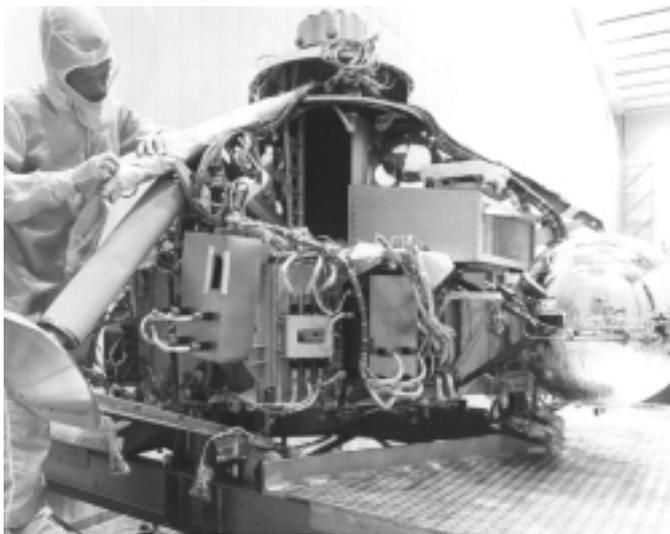
L'histoire du météorite ALH84001, trouvé en Antarctique en 1984, est l'un des épisodes les plus étonnants de la recherche de

formes de vie sur Mars. En 1996, un groupe de chercheurs de la NASA sous la direction de David McKay a publié un article retentissant dans la très respectable revue scientifique *Science*, affirmant que ALH84001 contenait d'éventuels restes fossilisés de vie sur Mars.

ALH84001 a été arraché à Mars il y a seize millions d'années, par une explosion, provoquée par la chute d'un météorite et est arrivé sur Terre il y a près de treize mille années, après un million d'années d'errance dans l'espace. Ce phénomène est moins exceptionnel qu'il n'y paraît ; il y a plus d'une douzaine de météorites répertoriés provenant très probablement de Mars (notamment parce que leur composition correspond aux analyses effectuées sur Mars par les sondes Viking).

En 1996, l'équipe de McKay affirmait que plusieurs indices

attestaient la formation de certaines structures microscopiques dans ALH84001 par des micro-organismes vivants. La roche contenait manifestement des globules de carbonate déposés par l'eau. Les bords obscurs de ces globules révélaient la présence de cristaux purs de magnétite et de sulfure de fer extrêmement petits. Selon McKay et son équipe, il était peu probable qu'un phénomène non biologique ait été capable de produire ces deux types de cristaux, alors que la vie aurait facilement pu les engendrer. La Terre abrite des bactéries identifiées produisant des matériaux similaires. Des hydrocarbures aromatiques polycycliques ou HPC ont été découverts à l'intérieur et autour des globules de carbonate. Il s'agit de molécules organiques qui peuvent être considérées comme le produit recyclé de matière vivante (même s'il est possible qu'elles soient issues d'un phénomène



↑ Viking 1 est prête au lancement. (NASA)

non biologique). Les plus spectaculaires étaient les petites structures "en forme de saucisse" visibles sur les images de la roche enregistrées par un microscope à électrons. Les "vermisseaux" microscopiques semblaient être d'authentiques fossiles géants de formes de vie martienne.

Aucun de ces arguments en faveur des fossiles n'était véritablement convaincant, mais McKay et ses collaborateurs affirmaient que, considérés globalement, ils étaient suffisamment clairs. Le reste de la communauté scientifique était assez sceptique à propos du rapport de McKay. La suite des événements semble avoir donné raison aux critiques. L'un après l'autre, les indices que McKay prétendait avoir observés se sont avérés explicables par des phénomènes chimiques à caractère non biologique. Les "vermisseaux" microscopiques observés par McKay ne sont probablement que des cristaux aux

formes étranges. Une poignée de scientifiques continue à affirmer que ALH84001 contient des fossiles d'organismes martiens microscopiques, mais ils ne représentent qu'une minorité de plus en plus restreinte.

L'épisode ALH84001 a soulevé la question de savoir si en dehors des fossiles, d'autres micro-organismes vivants n'auraient pas pu naturellement effectuer le voyage d'une planète à l'autre. Un météorite soulevé par l'impact d'une planète et atterrissant ensuite sur une autre planète, pourrait "contaminer" cette seconde planète de formes de vie provenant de la première. Ce scénario n'est pas très crédible et dans cette hypothèse, l'intérieur du météorite ne peut à aucun moment atteindre une température trop élevée (ni au départ, ni à l'arrivée), mais ce scénario n'est cependant pas totalement à exclure. Si cette hypothèse est vérifiée, cela signifie qu'une éventuelle forme de vie sur Mars pourrait être liée à la vie sur notre planète. La pesanteur de Mars étant relativement limitée et la Terre ayant une masse et une pesanteur supérieures, il est plus probable que des météorites provenant de Mars soient arrivés sur la Terre, plutôt que l'inverse. Il est dès lors concevable que la vie soit apparue sur Mars et ait ensuite atteint la Terre grâce à un météorite. Dans ce cas, nous serions tous d'une certaine manière des "Martiens", ou du moins les descendants de micro-organismes issus de Mars.

Plusieurs missions inhabitées d'exploration de Mars sont inscrites au programme de la NASA et de l'ESA pour les prochaines années et l'un de leurs principaux objectifs est de rechercher d'éventuelles traces de vie sur la planète.

Mars Express est la première mission européenne envoyée vers la planète Mars. C'est également l'une des premières missions de l'ESA, appliquant le précepte de la NASA "plus rapide, meilleur et moins cher". Mars Express est constitué d'une sonde chargée d'étudier la planète en orbite et d'une petite sonde devant effectuer un atterrissage en douceur. Le lancement par une fusée russe Soyouz est prévu pour le 1^{er} juin 2003, l'arrivée pour le 25 décembre 2003. Le budget du projet se chiffre à 150 millions d'euro.

Le Mars Express Orbiter doit notamment fournir les images satellites les plus précises jamais réalisées de la surface de Mars. L'un des instruments de bord, *Mars Advanced Radar for subsurface and ionospheric sounding (MARSIS)*, grâce à des ondes radio pénétrant dans le sol, est capable de détecter la présence éventuelle d'eau et de glace souterraines.

La mini sonde d'atterrissage de soixante kilos emportée par Mars Express a été baptisée *Beagle 2* (du nom du bateau avec lequel Charles Darwin a effectué le tour du monde). L'engin est équipé d'un chromatographe à gaz et d'un spectromètre de masse destinés à ana-

↓ Mars Global Surveyor à son lancement. (NASA)



lyser la composition du sol, d'un bras robotisé pour prélever des échantillons du sol, de caméras, d'un microscope, de spectromètres Mössbauer à rayons X et de senseurs pour enregistrer la situation du site d'atterrissage.

L'Institut belge d'Aéronomie spatiale (IASB) à Uccle (cf. le dossier Space Connection n° 36) participe au projet Mars Express. L'IASB collabore avec des scientifiques étrangers à la mise au point de deux instruments pour Mars Express. L'instrument *DYMIK* doit étudier par spectroscopie de masse l'interaction entre le vent solaire et l'atmosphère de Mars. L'expérience *SPICAM-Light* analysera la composition et l'évolution de l'atmosphère martienne grâce à un spectromètre UV/IR.

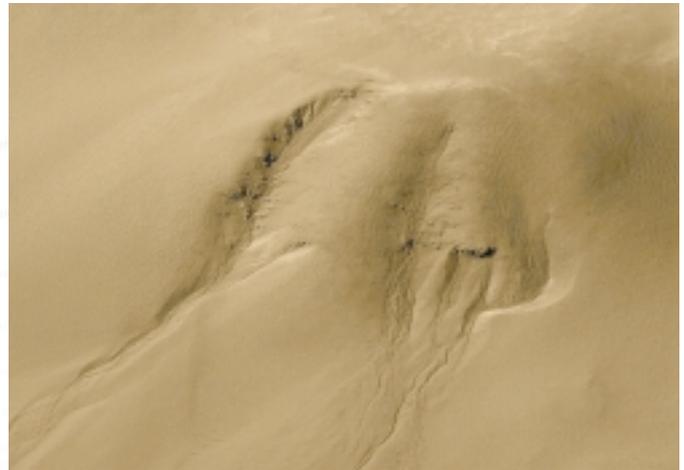
Pour 2003, la NASA a programmé le lancement de deux **Mars Exploration Rovers**. Ces petits véhicules robotisés seront nettement plus sophistiqués que le Mars Pathfinder Sojourner, le petit véhicule automatique qui en 1997, avait parcouru quelques mètres sur la planète rouge. Début 2004, les Exploration Rovers doivent arpenter la surface de Mars pendant trois mois au moins et analyser notamment le sol.

2004 devrait aussi être l'année où la sonde spatiale japonaise **Nozomi** devrait arriver en orbite autour de Mars. Depuis son orbite, Nozomi étudiera les couches supérieures de l'atmosphère de Mars et leur interaction avec le vent solaire.

Le **Mars Reconnaissance Orbiter (MRO)** américain est inscrit au programme de la "saison" 2005-2006. Parmi les instruments de bord envisagés pour ce satellite figurent une caméra à très haute résolution, un spectromètre du proche infrarouge, des instruments pour l'étude de l'atmosphère et une version plus perfectionnée du radar de Mars Express pour détecter d'éventuelles eaux souterraines. Les observations à haute résolution effectuées par le MRO seront déterminantes pour la planification des futures missions vers Mars, puisqu'elles permettront d'identifier des sites d'atterrissage sûrs et intéressants du point de vue géologique.

Pour un avenir plus lointain, les plans d'exploration sont pour l'instant moins concrets. Il pourrait y avoir une nouvelle série de véhicules automatiques plus grands et plus autonomes, capables de parcourir de longues distances sur Mars. Au cours de la première moitié de la prochaine décennie, la NASA effectuera une mission "sample return" durant laquelle des vaisseaux spatiaux inhabités ramèneront des échantillons du sol de Mars sur Terre. L'analyse d'échantillons soigneusement sélectionnés (ramassés par exemple à un endroit où sont observées des traces de présence d'eau dans le passé) en laboratoire pourrait peut-être apporter la réponse à la question relative à la présence de fossiles de formes de vie sur Mars. L'arsenal complet des techniques de

↓ Traces d'eau sur Mars. (NASA)



↑ Un lit de rivière asséché sur Mars? (NASA)

recherche modernes peut être déployé dans les laboratoires terrestres, y compris des instruments lourds et de grande taille, mission impossible dans une sonde inhabitée.

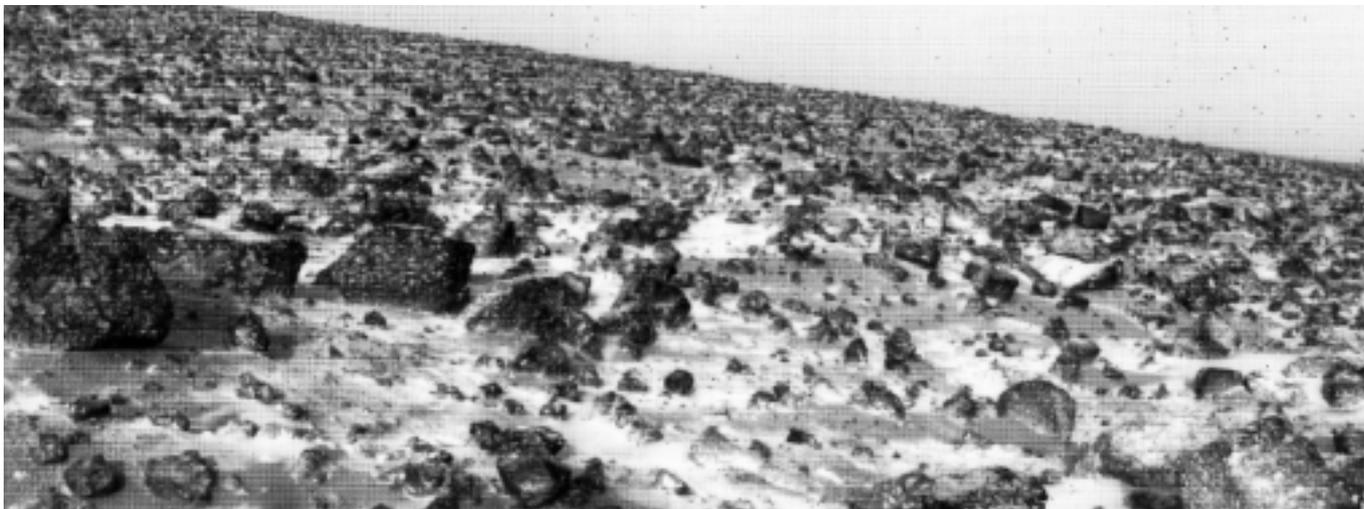
L'objectif à terme des organisateurs de missions vers Mars est l'envoi d'une expédition habitée. Les astronautes séjournant plusieurs mois sur la planète rouge pourraient, bien mieux que les robots, étudier le sol en profondeur.

Garantir la sécurité est l'un des aspects essentiels de l'organisation de missions sample-return inhabi-

tées vers la planète Mars. Il faut éviter la contamination de la Terre par des micro-organismes martiens potentiellement nocifs. Il est certain que la plupart des experts considèrent que ce risque est minime, mais les agences spatiales se livrent à des études préliminaires. Ces précautions sont prises pour être préparé à d'éventuelles protestations contre une mission sample-return "à risque".

Les échantillons du sol de Mars ramenés sur Terre seraient enfermés dans un conteneur hermétiquement scellé. Ce n'est qu'au laboratoire et moyennant des mesures de sécurité draconiennes

↓ Glace sur la surface de Mars, photographiée par la sonde Viking. (NASA)



(normes encore plus sévères que celles appliquées actuellement par les laboratoires pour l'étude de microbes toxiques et d'armes biologiques) que les conteneurs seraient ouverts. Les échantillons du sol martien seraient ensuite étudiés des années durant dans ces laboratoires hermétiques et isolés du monde extérieur. Ils ne pourront être analysés dans des laboratoires ordinaires, que s'il est établi qu'ils ne recèlent aucune forme de vie.

Jusqu'à présent, seul le problème inverse s'était posé : éviter la contamination de Mars par des micro-organismes terrestres véhiculés par les sondes inhabitées envoyées vers Mars. Il s'agit de protéger les éventuelles formes de vie présentes sur Mars face à une invasion terrestre ; mais il s'agit aussi d'éviter que des scientifiques annoncent la découverte de vie sur Mars pour ensuite devoir faire marche arrière et admettre qu'il s'agissait en réalité de vie transplantée sur Mars par un précédent vaisseau spatial venu de la

Terre. C'est la raison pour laquelle, avant leur lancement, les sondes spatiales partant pour Mars sont soigneusement stérilisées (même si la stérilisation absolue n'est pas garantie à cent pour cent).

Les zones extérieures du système solaire

Pour ce qui est de la découverte de la vie, les planétoïdes et les comètes offrent peu de perspectives encourageantes. Beaucoup renferment de l'eau (sous la forme de glace) et des molécules organiques, mais les basses températures et l'absence d'eau liquide et d'une atmosphère limitent les possibilités de développement de la vie.

Même si des auteurs de science fiction ont spéculé sur des formes de vie gravitant dans les nuages entourant la planète, les chances de découvrir de la vie sur la planète géante et glaciale Jupiter semblent minimes. A notre connaissance, la composition chimique de l'atmosphère

de Jupiter n'est pas vraiment propice à l'émergence de la vie.

Mais Jupiter a également des lunes qui semblent plus prometteuses que la planète. Europe, la plus modeste des quatre lunes "galiléennes" géantes de Jupiter, est un territoire gelé. La surface est entièrement recouverte de glace, sillonnée de crevasses. De fortes présomptions pèsent quant à l'existence, sous la glace, d'un océan d'eau liquide. C'est la raison pour laquelle, certains scientifiques considèrent Europe comme la favorite pour la découverte de vie en dehors de la Terre. Des calculs relatifs aux sources d'énergie chimiques et thermiques disponibles sous la glace révèlent que la présence de vie n'est pas exclue, même si les conditions d'existence y sont particulièrement difficiles.

Au cours des prochaines années, la NASA voudrait corroborer cette théorie. La sonde spatiale Europa Orbiter, mise en orbite autour d'Europe, vérifiera la pré-

sence d'un éventuel océan et, le cas échéant, la profondeur à laquelle il se cache. Le projet n'a pas encore été définitivement adopté par le Congrès américain, mais il bénéficie du soutien inconditionnel de la direction de la NASA. Le lancement pourrait intervenir au cours de la seconde moitié de l'actuelle décennie. Europa Orbiter devra mesurer l'épaisseur de la glace, grâce à un instrument radar. Celui-ci émettra des ondes radio d'une très longue fréquence, capables de pénétrer la glace sur plusieurs kilomètres. L'analyse des échos reçus indiquera la profondeur à laquelle se situe la limite entre la glace et l'eau, pour autant qu'il y en ait.

Dans l'hypothèse où, comme espéré, Europa Orbiter identifie des endroits où la couche de glace n'est pas trop épaisse, une série de missions de suivi pourrait être envisagée avec pour objectif ultime de percer la glace, pour rechercher dans l'océan d'éventuelles formes de vie. Ces opérations ne seraient probablement pas réalisées par forage (trop complexe pour une sonde inhabitée), mais en construisant une sonde *fondant* dans la glace. Elle serait réchauffée par une source de chaleur interne (éventuellement nucléaire) et s'enfoncerait ensuite sous la pression de son poids.

Cette sonde très résistante s'enfonçant progressivement serait attachée à un câble déroulant pour assurer la communication avec la surface et la Terre, ou

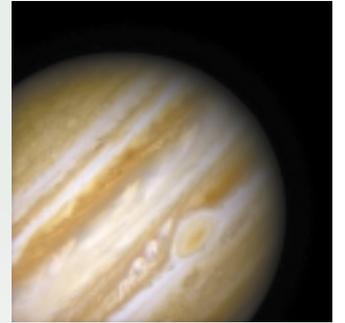
déposerait à distances régulières, de petits émetteurs-récepteurs. La glace se refermerait autour du câble de communication ou de petits émetteurs radio. Une fois la glace percée, la sonde libérerait un petit sous-marin automatique qui se lancerait à la découverte de l'océan d'Europe.

La sonde chargée de faire fondre la glace et le sous-marin doivent être entièrement stérilisés avant leur arrivée pour éviter de contaminer l'océan d'Europe avec des micro-organismes provenant de la Terre. Les scientifiques espèrent pouvoir tester cette technologie à l'occasion de l'étude du lac Vostok en Antarctique. Il s'agit d'un lac d'eau liquide situé sous une couche de glace de trois kilomètres d'épaisseur. La NASA envisage d'y faire descendre un petit robot, comparable à l'instrument qui serait envoyé sur Europe.

Pour les mêmes raisons que Jupiter, les autres planètes géantes Saturne, Uranus et Neptune n'abritent probablement aucune forme de vie. Mais Saturne a une lune, Titan, dont l'atmosphère est très dense. Sa composition ressemble à la composition supposée de l'ancienne atmosphère terrestre. L'atmosphère de Titan contient essentiellement de l'azote et parmi les autres éléments, figurent le méthane, l'éthane et d'autres hydrocarbures. Il semblerait que Titan puisse également abriter des océans d'éthane liquide. Pour que la vie puisse

s'y développer, les températures sont probablement beaucoup trop basses, mais les astrobiologistes sont très intéressés par Titan. L'étude de Titan pourrait peut-être fournir des informations intéressantes sur les débuts de l'histoire de la Terre.

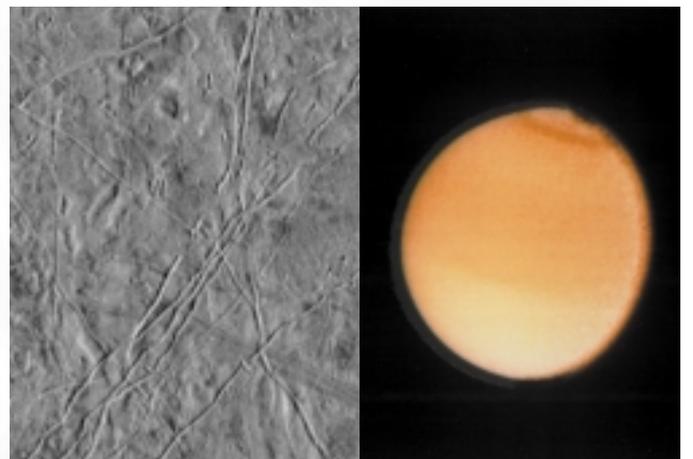
Dans l'ensemble, notre système solaire ne semble pas particulièrement prometteur pour la découverte de vie extraterrestre. Mars pourrait abriter des formes de vie microscopiques et plus certainement des micro-organismes éteints. Europe, la lune de Jupiter présente des probabilités, très difficiles à évaluer, de présence de vie, dissimulée sous une épaisse couche de glace, difficile à découvrir et à étudier. Si nous voulons augmenter les chances de découvrir de la vie et, très certainement pour ce qui est des formes de vie complexes et éventuellement intelligentes, il faudra pousser l'exploration au-delà des frontières de notre système solaire.



↑ Jupiter photographié par le télescope spatial Hubble. (NASA)

↓ Europa, la lune de Jupiter, avec un détail de sa surface. (NASA)

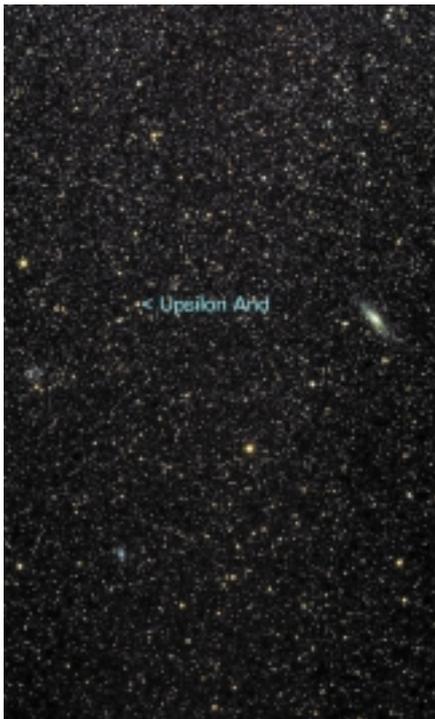
↓ Titan (NASA)



Dossier Sur la piste des extraterrestres

Depuis longtemps, les astronomes soupçonnent la présence de planètes autour de nombreuses étoiles, à l'instar de notre soleil. Mais ces planètes proches d'étoiles autres que le soleil (les fameuses "planètes extrasolaires" ou "exoplanètes") sont extrêmement difficiles à détecter.

Les *exoplanètes*

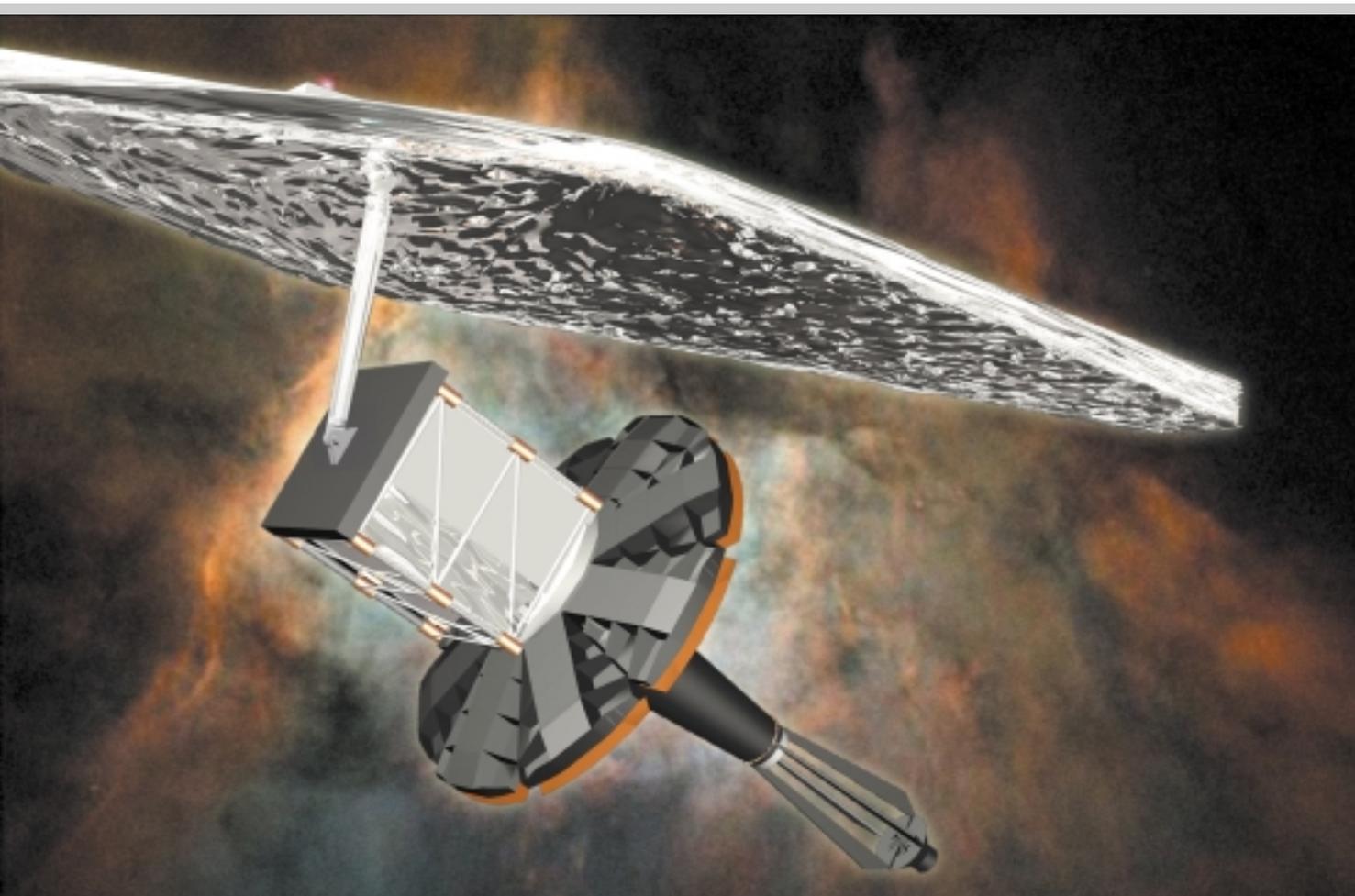


↑ L'étoile Upsilon Andromedae, à proximité de laquelle les astronomes supposent la présence de 3 planètes. (University of California-Berkeley)

Il n'existe jusqu'à présent que des indices indirects (il est vrai très convaincants) de l'existence d'exoplanètes ; il n'y a pas encore eu de détection directe. Aucune photo ne peut témoigner de la présence d'une planète en dehors de notre système solaire.

L'obstacle majeur est que ces planètes proches d'autres étoiles sont très éloignées. Même la plus proche d'entre elles, Proxima Centauri (pour laquelle la présence de planètes n'est provisoirement pas annoncée) se situe près de cent mille fois plus loin que les planètes les plus distantes de notre système solaire. Contrairement aux étoiles, les planètes n'émettent que peu ou pas de lumière et ne sont visibles que parce qu'elles sont éclairées par leur étoile. Cette faible visibilité, associée à leur éloignement extrême, font des exoplanètes de faibles points lumineux dans le ciel. Ce problème n'est pas insurmontable, mais ce faible point lumineux de l'exoplanète se situe en outre à proximité d'un point lumineux beaucoup plus puissant : l'étoile. La faible lueur de la planète est désespérément éclipsée par la lumière plus puissante de l'étoile. C'est comme chercher à distinguer de très loin la lueur d'une luciole volant à proximité d'un projecteur.

Si les astronomes ont néanmoins réussi à découvrir des exoplanètes, c'est parce qu'elles ont été détectées par leur pesanteur. Lorsqu'une planète gravite autour d'une étoile, sa pesanteur attire alternativement cette étoile dans deux directions différentes. Ce mouvement de l'étoile peut être détecté grâce à l'effet doppler. Ce phénomène qui porte le nom de Christian Doppler signifie que la longueur d'onde observée d'une onde devient plus courte lorsque la source et l'observateur se rapprochent et plus longue lorsqu'ils s'éloignent. La longueur d'onde de la lumière rouge étant plus longue que celle de la lumière bleue, il est souvent question de rougeoiement (allongement de la longueur d'onde par éloignement) et de bleuissement (raccourcissement par rapprochement). Un spectromètre sensible (un instrument qui décompose la lumière dans les couleurs ou à travers les ondes qui la composent) permet aux astronomes d'observer les légères modifications de longueur d'onde apparues dans la lueur de l'étoile, à la suite du mouvement de va-et-vient de l'étoile. A partir du modèle de mouvement de l'étoile observé, les astronomes peuvent déterminer la distance et le rythme de gravitation de la planète autour de l'étoile et ils sont même capables de calculer une valeur minimale de la masse de la planète.



Cette détection de la présence d'exoplanètes réussit pour la première fois en 1995, lorsque les astronomes suisses Michel Mayor et Didier Queloz découvrirent une planète proche de l'étoile 51 Pegasi. Depuis, des dizaines d'autres exoplanètes ont été découvertes, principalement par l'équipe d'astronomes américains Geoffrey Marcy et Paul Butler. Plusieurs planètes ont déjà été décelées à proximité de certaines étoiles.

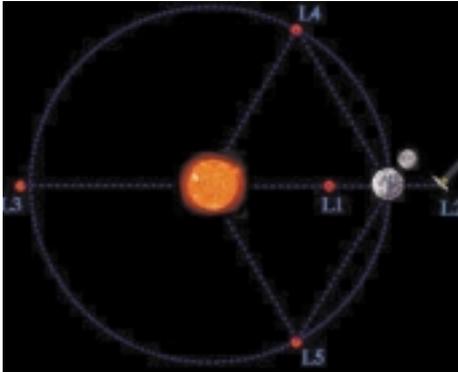
Parmi les planètes et systèmes planétaires découverts à ce jour, nombreux sont ceux qui s'écartent largement de ce que nous avons coutume d'observer dans notre propre système solaire. Celui-ci compte quatre petites planètes calquées sur le modèle de la Terre ou planètes "terrestres", constituées de métal et de roches, proches du soleil (Mercure, Vénus, la Terre et Mars). Les quatre planètes géantes ou géants gazeux (Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune) sont essentiellement composées d'hydrogène et d'hélium et sont très éloignées du soleil.

Les astronomes espéraient retrouver un modèle similaire dans les autres systèmes planétaires : de petites planètes rocheuses à proximité de l'étoile et des géants gazeux plus lointains.

La première exoplanète découverte, la planète de 51 Pegasi, ne semblait toutefois pas répondre complètement à ce profil. Il s'agissait d'une énorme planète, à la masse imposante, proche de l'étoile, beaucoup plus proche que ne l'est Mercure de notre soleil. Beaucoup d'exoplanètes découvertes ensuite se sont avérées être des "hot Jupiters". Parmi les systèmes planétaires identifiés jusqu'à présent, ceux qui ressemblent à notre système solaire constituent l'exception.

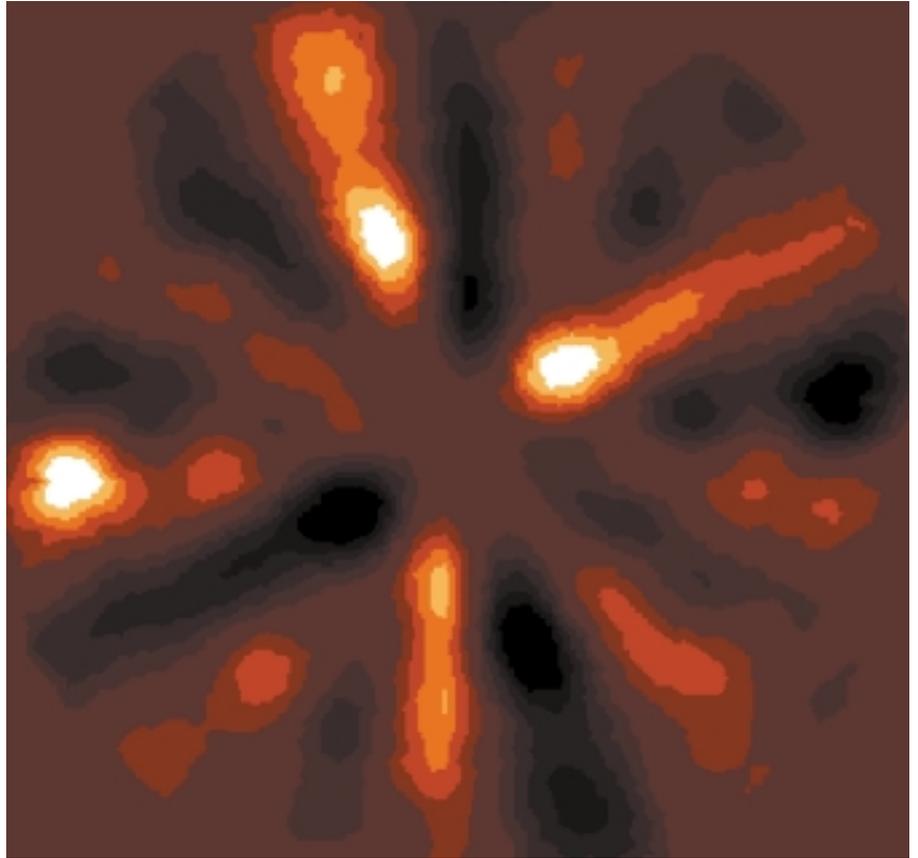
L'étrange structure des systèmes planétaires découverts peut sembler inquiétante pour ceux qui espéraient trouver à proximité d'autres étoiles des planètes ressemblant à la Terre et propices au développement de la vie. Il semble que les "hot Jupiters" ne soient

↑ Un des projets développés pour le NGST. (NASA)

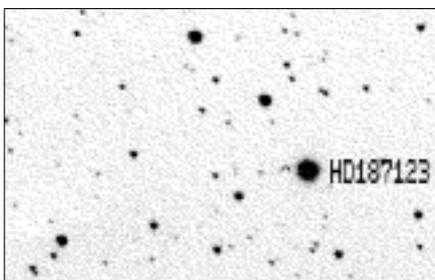


↑ Point de libration ou point Lagrange L2 dans l'espace. (ESA)

→ C'est ainsi que Darwin verrait notre système solaire à 30 années lumière. (ESA)



↓ L'étoile HD187123 à proximité de laquelle les astronomes supposent la présence d'une planète. (University of California-Berkeley)

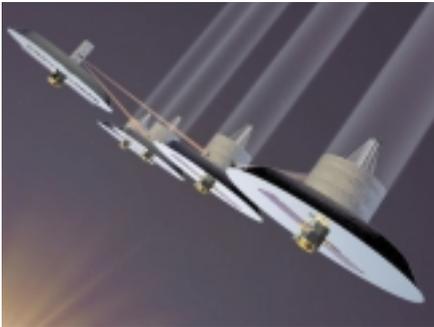


pas apparues aux endroits où elles sont actuellement observées. Il s'agit probablement de planètes géantes nées plus loin de leur étoile et qui ont ensuite migré vers une orbite plus proche de l'étoile. Une telle migration serait désastreuse pour d'éventuelles planètes ressemblant à la Terre dans le système planétaire. Il est dès lors jugé peu probable qu'un système planétaire comptant une "hot Jupiter" près de l'étoile comporte en outre des planètes similaires à la Terre à une distance plus éloignée, distance à laquelle la température se prête à la présence d'eau liquide et à l'apparition de la vie.

Il faut par ailleurs être conscient que la prépondérance de systèmes comportant des "hot Jupiters" notée jusqu'ici est une conséquence possible des techniques d'observation utilisées. La technique actuelle, grâce à laquelle la vitesse de l'étoile est mesurée à l'aide d'un spectromètre, sur la base de la pesanteur d'une planète en gravitation, est

nettement plus sensible aux planètes lourdes, situées à proximité de leur étoile. Elles sont en outre les seules à induire une vitesse suffisante, associée à un cycle suffisamment court pour pouvoir les mesurer en l'espace de quelques mois ou de quelques années. Il est fort probable que de nombreux autres systèmes planétaires différents seront découverts, au fur et à mesure des progrès des techniques d'observation.

Néanmoins, parmi les exoplanètes identifiées, certaines pourraient peut-être receler des traces de vie. Des planètes d'une masse équivalente à celle de la Terre n'ont pas encore été détectées. A ce jour, la plus petite est une planète proche de l'étoile HD83433, dont la masse ne dépasse pas un sixième de la masse de Jupiter (environ moitié aussi lourde que Saturne), même si à l'heure où vous lisez ces lignes, il est fort probable qu'une plus petite ait été découverte. Les planètes de masse supérieure sont générale-



↑ Dessin du Terrestrial Planet Finder. (NASA)

ment rangées dans la catégorie des géants gazeux, à l'instar des planètes géantes de notre système solaire. On estime d'ordinaire qu'elles ne sont pas susceptibles d'abriter des formes de vie. Mais les planètes géantes ont parfois des lunes, tout comme les planètes géantes de notre système solaire, entourées chacune d'une série de satellites naturels. Si une planète géante se trouve à une distance où la température est adaptée, des lunes de cette planète pourraient parfaitement convenir au développement de la vie.

Les astronomes ont dans leurs cartons toute une panoplie de projets axés sur la recherche de planètes ressemblant à la Terre situées à proximité d'autres étoiles. Ils espèrent ainsi ne plus devoir se contenter d'observer les exoplanètes indirectement, mais pouvoir les photographier pour la première fois et, à terme, pouvoir les étudier par spectrométrie, afin de pouvoir se familiariser avec leurs propriétés physiques et la composition de leur éventuelle atmosphère.

En dehors des projets de recherche à l'aide de la nouvelle génération de télescopes géants, comme le Very Large Telescope (VLT) au Chili, l'interféromètre Keck américain à Hawaï et le futur Large Binocular Telescope en Arizona (cf. *Space Connection* n° 28), les projets de nouveaux télescopes spatiaux et d'interféromètres spatiaux s'avèrent prometteurs (un interféromètre est un instrument reliant plusieurs télescopes capables de fonctionner comme un grand télescope unique).

Le **Next Generation Space Telescope (NGST)** devrait succéder au formidable télescope spatial Hubble. Ce télescope sera équipé d'un miroir d'un diamètre de probablement 6 mètres. Il devrait être lancé d'ici à la fin de la décennie et positionné à proximité d'un "point de libration" ou point Lagrange L2, à environ un million et demi de kilomètres de la Terre, dans la direction opposée au soleil. Le NGST, essentiellement destiné à l'étude du proche infrarouge du spectre, devrait permettre de photographier les exoplanètes les plus voyantes.

En Europe et aux USA, des études préparatoires sont menées pour la mise au point d'un interféromètre infrarouge particulièrement puissant, conçu spécialement pour la recherche d'exoplanètes ressemblant à la Terre. Le projet de la NASA a été baptisé **Terrestrial Planet Finder (TPF)**, son pendant européen porte le nom **Darwin**. Le projet américain est le plus avancé, mais aucun plan définitif n'a encore été signé et son financement est loin d'être garanti. Le lancement interviendrait au plus tôt vers 2012.

D'après un projet provisoire, TPF comporterait quatre satellites indépendants, équipés chacun d'un télescope d'un diamètre de 3,5 mètres. Un cinquième satellite collecterait et analyserait la lumière (en réalité le rayonnement infrarouge) des quatre télescopes. Au début, les quatre télescopes fonctionneront de manière regroupée, mais, ils s'écarteront ensuite progressivement pour accroître ainsi la résolution de l'observatoire. TPF devrait être capable d'observer directement de petites planètes similaires à la Terre à proximité d'étoiles autres que le soleil et d'en relever le spectre. L'étude de la composition de l'éventuelle atmosphère de ces planètes devrait devenir possible. Tous les espoirs se concentrent sur la détection par l'instrument, de la présence d'oxygène ou de vapeur d'eau. Cela indiquerait que la planète est propice au développement de la vie.

Dans une étape successive de la recherche, mais certainement pas avant 2020, un interféromètre encore plus grand, le **Planet Imager**, pourrait être construit dans l'espace, capable de filmer des détails d'exoplanètes similaires à la Terre.

Des astronomes découvrent des exoplanètes analogues à Jupiter

Des équipes d'astronomes américains et européens ont chacun découvert une exoplanète analogue à Jupiter. La plupart des exoplanètes connues, sont très différentes des planètes de notre système solaire. Il s'agit le plus souvent de planètes géantes situées à proximité de leur étoile. 'Nos' planètes se trouvent loin du Soleil.

L'équipe américaine sous la direction de Paul Butler et Geoffrey Marcy de la Carnegie Institute de Washington a découvert une planète, à proximité de l'étoile 55 Cancri. Elle se trouve à la même distance de son étoile que Jupiter par rapport à notre Soleil. La seule différence est que la planète tourne dans un plan elliptique et non pas dans un plan circulaire comme Jupiter.

Les astronomes de l'observatoire de Genève ont découvert une planète qui évolue dans un plan circulaire mais qui se trouve plus près de l'étoile: à 3,7 unités astronomiques (contre 5,2 unités astronomiques pour Jupiter – une unité astronomique correspond à 150 millions de kilomètres). Fin juin, on comptait déjà 96 exoplanètes.

Une vie extraterrestre *intelligente* ?

En 1961, l'astronome américain Frank Drake a proposé une formule pour procéder à une évaluation du nombre de civilisations intelligentes peuplant la galaxie. Il s'agit d'une formule extrêmement controversée, appelée la "comparaison de Drake".

$$N = R^* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$$

N = nombre de civilisations de la galaxie dont nous pouvons capter les émissions radio

R* = la vitesse de formation d'étoiles adéquates, soit le nombre d'étoiles formées par unité de temps, présentant une "zone habitable" suffisamment étendue où les températures sont adaptées au développement de la vie et dont l'existence est suffisamment longue pour permettre le développement de formes de vie intelligente

f_p = la fraction de ces étoiles disposant de planètes

n_e = le nombre de "terres" ou de planètes propices à la vie (situées dans la "zone habitable") par système planétaire

f_l = la fraction de ces planètes ayant vu réellement apparaître des formes de vie

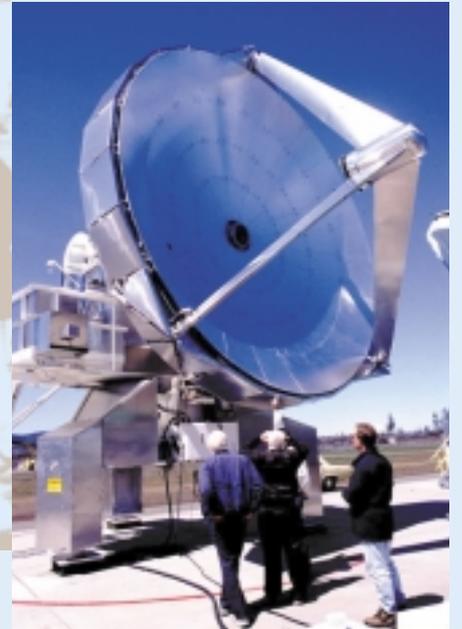
f_i = la fraction de ces planètes où sont apparues des formes de vie intelligente

← Projet d'un grand radiotélescope qui pourrait détecter une forme de vie extraterrestre. (NASA)



Jusqu'ici, nous nous sommes essentiellement concentrés sur la possibilité de l'existence de formes de vie ailleurs que sur la Terre. Mais quelles sont les chances de découvrir non seulement de la vie, mais aussi des formes de vie avancées et intelligentes ?

↓ Prototype d'un radiotélescope pour ATA.
(SETI Institute)



f_c = la fraction de ces planètes hébergeant des formes de vie intelligente où se sont développées des technologies permettant l'envoi dans l'espace de signaux détectables

L = la durée de vie moyenne des civilisations envoyant des signaux détectables dans l'espace.

Lorsque Drake suggéra cette formule, la plupart de ses éléments étaient encore largement incertains. Dans les décennies qui ont suivi, les observations astronomiques ont permis de préciser les premiers facteurs. Les astronomes ont une idée plus précise quant à l'existence de planètes à proximité d'autres étoiles, de l'évolution chimique de la galaxie (facteur important pour la formation des éléments indispensables à la naissance des planètes et de la vie) et de l'histoire des étoiles de la galaxie. Récemment, l'astronome Charles Lineweaver a calculé que la majorité des planètes similaires à la Terre se sont probablement formées il y a environ huit milliards d'années. D'après Lineweaver, parmi toutes les "terres" existant actuellement, trois quarts sont plus anciennes que notre Terre. L'âge moyen des

planètes similaires à la Terre atteindrait 6,4 milliards d'années. Si les conclusions de Lineweaver sont correctes, l'univers abrite un grand nombre de planètes où la vie a eu amplement le temps de se développer. Il pourrait y avoir des planètes où la vie a largement précédé la vie sur Terre.

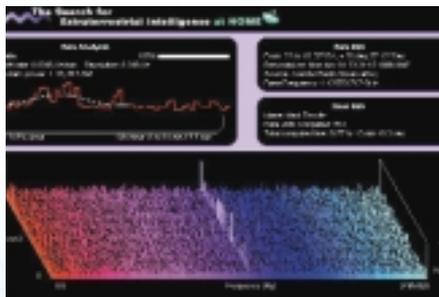
De nombreuses incertitudes subsistent néanmoins pour ce qui est des derniers éléments de la formule de Drake. Sur une planète réunissant les conditions requises, l'apparition de la vie semble un phénomène relativement probable. C'est ce que suggère du moins le fait que la vie est apparue sur Terre dès que l'occasion s'est présentée. Mais s'il existe des formes de vie primitive, quelles sont les chances de développement de formes de vie plus complexe et intelligente ? Cette question est loin d'être tranchée. L'opinion des experts n'est pas unanime, allant du "assez probable" au "relativement exclu".

L'histoire de la vie sur Terre ne nous livre que peu d'indications et ne permet pas d'es-

pérer que la naissance de l'intelligence soit un processus facile. Contrairement à certaines idées reçues, l'histoire de la vie n'atteste pas d'une "tendance ascendante" continue, d'une marche inéluctable vers une intelligence croissante, pour culminer avec l'homme. L'apparition de l'homme sur Terre semble en revanche être davantage le fruit d'une succession de hasards.

Jusqu'à il y a 65 millions d'années, la Terre possédait un écosystème exceptionnellement riche et florissant, avec des espèces végétales et animales peuplant les niches écologiques les plus diverses, et réparties sur toute la surface de la Terre, dans les mers et dans les airs. Cette très longue période, âge d'or des dinosaures, n'a toutefois pas vu l'émergence du moindre animal doté d'une intelligence approchant, même de loin, la nôtre. Ce n'est qu'après le désastre fortuit qui a (notamment) décimé les dinosaures, que sont apparus les mammifères. Et même parmi ceux-ci, l'homme semble être un invité de la dernière heure, issu d'une famille de mammifères pas très

→ Prototype d'un radiotélescope pour la recherche SETI. (SETI Institute)



↑ Résultats de l'analyse des observations du projet Serendip. (SETI@home)

brillante, à savoir celle des primates. Même les premiers hommes qui, incontestablement pouvaient être qualifiés d'habitants de la Terre les plus intelligents de l'époque, n'ont pas connu une réussite exceptionnelle ; l'homme est longtemps resté une espèce animale assez rare et pas particulièrement remarquable.

L'intelligence n'est apparue sur Terre que très tardivement, des centaines de millions d'années après l'apparition d'animaux complexes. Cela tend à suggérer que le développement de l'intelligence est tout sauf un phénomène irréversible ou probable. L'apparition d'animaux complexes est elle aussi un phénomène tardif dans l'évolution de la vie, évolution qui s'est déroulée le plus souvent exclusivement au niveau des unicellulaires.

Il est par ailleurs incontestable que l'intelligence procure aux organismes qui en sont dotés un avantage appréciable. Il y aura dès lors certainement une pression évolutive allant vers des cerveaux plus performants et une intelligence accrue. Mais il semble que les avantages d'une intelligence supérieure dans l'évolution ne suppléent pas toujours

les inconvénients et il est probablement plus utile pour un organisme d' "investir" dans une force physique supérieure, la rapidité, des sens plus aiguisés, une reproduction abondante, assurant une nombreuse descendance, le camouflage, un métabolisme plus efficace, un excellent système immunitaire ou d'autres talents.

Il semble dès lors parfaitement possible que l'apparition de l'intelligence soit nettement moins probable que la naissance de la vie. L'univers compte peut-être une multitude de planètes abritant des formes de vie simples, unicellulaires, mais seulement quelques rares planètes abritant des formes de vie plus complexes.

Mais ce constat n'empêche nullement une série de scientifiques de chercher d'éventuels signes d'intelligence extraterrestre, entreprise connue sous l'acronyme SETI (Search for ExtraTerrestrial Intelligence). Selon la plupart des scientifiques, la méthode la plus performante pour tenter de détecter des civilisations extraterrestres est celle s'appuyant sur les ondes radio. Celles-ci se propagent relativement facilement dans l'espace interstel-

laire. Elles sont simples à produire et à capter et se déplacent à la vitesse de la lumière (300000 kilomètres par seconde). Elles permettent de franchir facilement des distances interstellaires. Cette méthode peut même être utilisée sans problème en exploitant la technologie dont nous disposons actuellement sur Terre. Un grand radiotélescope moderne installé sur Terre et un autre installé sur une planète proche d'Alpha Centauri (notre étoile voisine dans la galaxie) pourraient communiquer entre eux sans grande difficulté (avec néanmoins plus de quatre années entre l'émission et la réception, les ondes radio effectuant un long voyage).

Pour le moment, la plupart des recherches consiste à "écouter" d'éventuels signaux radio d'origine extraterrestre à l'aide de grands radiotélescopes. Un message est émis de temps à autre, mais il s'agit davantage d'un effort symbolique. Les astronomes à l'écoute d'éventuelles émissions radio extraterrestres n'attendent pas précisément un message qui nous serait délibérément adressé par des extraterrestres. Ils espèrent plutôt détecter des "fuites" de communications entre extraterrestres. Notre Terre en est un parfait exemple : nous envoyons dans l'espace une quantité inimaginable d'ondes radio, comme les signaux TV par exemple. Toutes les ondes radio émises par la Terre doivent pouvoir être facilement détectées par des antennes sensibles situées sur l'une de nos étoiles voisines.

Le problème majeur est celui du choix de la fréquence d'écoute (en dehors d'autres inconnues comme la largeur de bande et la technique de modulation). Nous n'avons pas la moindre idée de la fréquence sur laquelle les civilisations extraterrestres pourraient émettre. Certains chercheurs ont suggéré d'écouter des fréquences "symboliques" comme 1420MHz, fréquence naturelle utilisée par l'hydrogène atomique (la fameuse ligne

21 cm), type d'atome le plus courant dans l'univers. Dans le même environnement du spectre, il y a également la ligne des ions d'hydroxyde (OH-). H et OH pouvant être considérés comme des éléments de l'eau (H₂O). Il arrive que cette zone du spectre radio où le support interstellaire est encore parfaitement "transparent" pour les ondes radio, soit appelée le "trou d'eau".

Mais dans une récente étude SETI, la tendance s'oriente vers l'écoute d'un nombre maximum de fréquences à l'aide de récepteurs radio très sophistiqués. En dehors des ondes radio, les recherches récentes s'orientent vers la détection d'éventuels signaux optiques émis par de possibles créatures extraterrestres. Quelques projets cherchent des signaux laser artificiels émis par d'autres étoiles.

La recherche de vie extraterrestre intelligente a commencé le 8 avril 1960 avec le projet Ozma (du nom de la princesse d'Oz, dans les récits de L. Frank Baum) sous la conduite du radioastronome Frank Drake, âgé de 29 ans. Dans le projet Ozma, un radiotélescope, en l'occurrence, l'antenne parabolique de 26 m du National Radio Astronomy Observatory de Green Bank, Virginie, est orienté vers deux étoiles proches, Tau Ceti et Epsilon Eridani, deux étoiles ressemblant plus ou moins au Soleil. Il tentait de détecter d'éventuels signaux radio émis par des planètes situées à proximité de ces étoiles, mais aucun signal d'origine intelligente ne fut capté. Le seul signal puissant intercepté le premier jour fut celui d'un avion volant par hasard dans les environs.

Bizarrement, les regards continuent à se focaliser sur la seconde étoile vers laquelle Drake avait pointé le radiotélescope, Epsilon Eridani. A deux autres étoiles près, c'est l'étoile la plus proche visible à l'œil nu, à 10,5 années-lumière à peine. Elle est légèrement plus petite, plus froide et moins

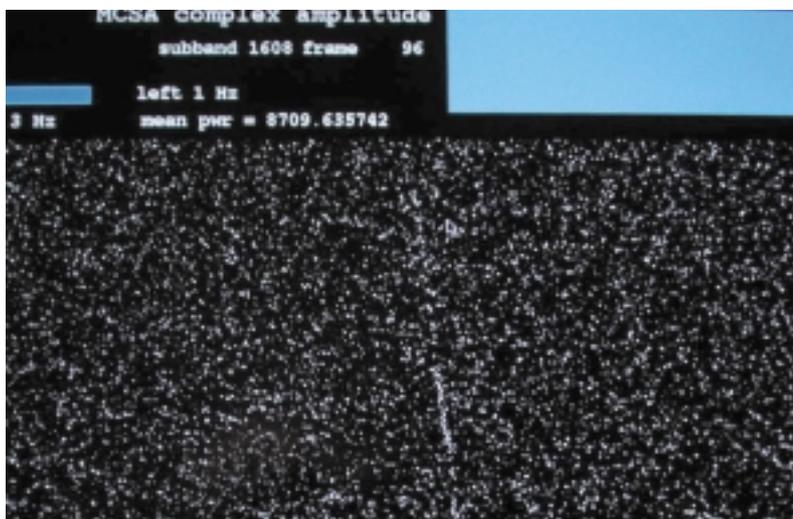


↑ Préfiguration du Alan Telescope Array. (SETI Institute)



↑ Dessin du futur Square Kilometer Array. (CSIRO)

↓ Enregistrement d'un signal "extraterrestre" par l'installation Phoenix. Il s'agissait en réalité d'un signal terrestre réfléchi par la Lune. (SETI Institute)



↑ Les astronomes à la recherche de vie intelligente extraterrestre utilisent des radiotélescopes. (PPARC)

lumineuse que notre soleil et est encore relativement jeune, puisqu'elle n'a que moins d'un milliard d'années. Au vingtième siècle, dans les années soixante, l'astronome Peter van de Kamp prétendait avoir observé une lente oscillation de l'étoile due à la présence de planètes. Ses observations ont été infirmées, mais plus tard, un anneau de matière entourant l'étoile a néanmoins été découvert. En 2000, les astronomes William Cochran et Artie Hatzes de l'observatoire McDonald au Texas ont affirmé avoir identi-

fié des indices de la présence d'une planète près d'Epsilon Eridani. Il s'agirait dans ce cas, provisoirement, de l'exoplanète connue la plus proche.

Les actuels projets SETI sont nettement plus ambitieux et plus systématiques que le projet OZMA. Voici un bref aperçu des principaux projets actuellement menés.

Le projet **Phoenix** utilise l'antenne radio parabolique de 305 mètres située à Arecibo pour "écouter" les mille étoiles les plus prometteuses, distantes de moins de deux cents années-lumière de la Terre. Phoenix dispose du radiotélescope quarante demi-jours par an. Chaque étoile est observée simultanément sur des millions de fréquences, situées entre 1200 et 3000 MHz. L'inconvé-

nient de Phoenix est le petit nombre d'étoiles étudiées, son atout majeur, sa grande sensibilité.

Le projet **Serendip IV** utilise lui aussi le radiotélescope d'Arecibo, mais d'une manière différente. Le récepteur Serendip "écoute", tandis que d'autres astronomes s'activent dans les projets de recherche les plus divers. Les astronomes de l'équipe Serendip ne déterminent pas le point vers lequel le télescope sera orienté, mais au fil du temps, ils ont néanmoins la possibilité d'observer une large part du ciel. Le récepteur Serendip écoute 168 millions de fréquences proches de la fréquence hydrogène.

Le projet Seti le plus célèbre est **Seti@home**, nouvelle méthode d'analyser les données Serendip. Serendip fournit une telle quantité de données brutes qu'il est impossible de les analyser correctement avec les seuls ordinateurs de l'équipe Serendip. C'est pour cette raison qu'ont été recrutés des millions de volontaires, mettant leur ordinateur à disposition par l'intermédiaire de l'Internet. Les participants au projet Seti@home reçoivent chacun une partie de logiciel, un "screensaver", à installer sur leur ordinateur. A chaque fois que l'ordinateur n'est pas débordé, le logiciel Seti@home démarre. Les ordinateurs des volontaires sondent chacun des petits paquets de données à la recherche des signaux ayant une largeur de bande très réduite, élément étant considéré comme le signe d'une possible origine artificielle. Des instruments semblables au récepteur Serendip d'Arecibo fonctionnent sur le radiotélescope Parkes en Australie et sur le radiotélescope Medicina en Italie.

Le projet **Beta** s'appuie sur un radiotélescope de 26 mètres, installé à Harvard, Massachusetts. Sa sensibilité est inférieure à celle des projets d'Arecibo, mais Beta scanne systématiquement le ciel sur des fréquences

entre 1400 et 1720 MHz. En 1999, une tempête endommagea sérieusement l'antenne, mais elle devrait être remise en service dans le courant de 2002.

Le **Allen Telescope Array (ATA)** est un futur radiotélescope, entièrement consacré à Seti, qui regroupera de nombreuses antennes paraboliques peu coûteuses qui, réunies, disposeront d'une surface utile d'un hectare. ATA devrait démarrer en 2005. A plus long terme, le programme mentionne le **Square Kilometer Array (SKA)**, un radiotélescope d'une superficie d'un kilomètre carré. Le SKA est destiné à diverses études astronomiques, mais à l'instar de l'actuel télescope d'Arecibo, il pourra également servir pour des analyses Seti.

Mis à part ces ambitieux programmes d'étude des fréquences radio, il existe aussi une série de projets dans la longueur d'onde de la lumière visible. Le **Harvard Targeted Optical SETI Project** en est un exemple ; il cherche à détecter des "impulsions nanoseconde" extrêmement rapides dans la lumière d'onze mille étoiles ressemblant au soleil. Le projet se sert d'un télescope d'1,55 mètre appartenant à l'université de Harvard. Il travaille selon la méthode de Serendip IV : il "observe", pendant que des astronomes travaillent sur des projets n'ayant aucun lien avec Seti. Des projets optiques Seti sont également en cours dans les universités de Princeton et de Berkeley, à l'observatoire Lick et à celui de Mount Wilson.

Le dénominateur commun de tous ces projets est l'absence totale jusqu'à présent de manifestation d'une quelconque intelligence extraterrestre. Il est certain que seule une infime partie de l' "espace de recherche" (déterminé par les longueurs d'onde possibles, les largeurs de bande, l'intensité et les orientations dans le ciel) a pu être explorée jusqu'ici, mais une conclusion provisoire négative s'impose toutefois : s'il

existe une vie extraterrestre intelligente, elle n'est nullement omniprésente dans la galaxie.

En soi, le phénomène est bizarre. Grâce à la formule de Drake, en sélectionnant les différents facteurs, il est facile d'évaluer le nombre de civilisations de la galaxie à quelques dizaines de milliers. S'il y en a parmi elles qui sont expansives, ce qui n'aurait rien de surprenant, étant donné le comportement de la vie sur Terre, il est probable que quelques unes de ces civilisations auraient depuis longtemps colonisé la galaxie. La galaxie n'a que près de 100.000 années-lumière et une civilisation expansionniste n'aurait eu aucune difficulté à se répandre dans toute la galaxie à une vitesse nettement inférieure à celle de la lumière, la galaxie dépassant déjà dix milliards d'années et des planètes semblables à la Terre s'étant probablement déjà formées depuis plusieurs milliards d'années. D'un point de vue logistique et organisationnel, la colonisation de la galaxie n'est nullement insurmontable. Il n'est pas nécessaire de mener une gigantesque campagne centralisée et organisée. Il suffit, à partir d'une planète d'origine, de coloniser quelques mondes voisins et après les avoir développés et rendus prospères, de nouveaux colonisateurs pourraient partir à la conquête de nouveaux mondes. Une vague de colonisateurs pourrait ainsi tranquillement parcourir la galaxie, à l'exemple de la conquête de nouveaux territoires par les espèces animales et végétales.

Même s'il n'existe qu'un exemplaire unique d'une telle civilisation expansionniste, la galaxie devrait grouiller de créatures extraterrestres intelligentes, ou du moins des vestiges de leur civilisation ou de leurs balises radio. Mais aucun de ces signes n'a été aperçu jusqu'à présent. C'est le fameux "**paradoxe de Fermi**", du nom du physicien italien Enrico Fermi. Où sont-ils?

Nous ne pouvons que spéculer pour résoudre ce "paradoxe". Une fois de plus, nous quittons le domaine de la science fondamentale et nous nous hasardons sur le terrain glissant de la science-fiction. L'explication la plus simple est qu'il n'existe aucune créature extraterrestre intelligente ou alors, elles sont tellement rares qu'elles ne sont pas présentes dans toutes les galaxies. Il est possible également que les voyages interstellaires ne soient (encore) plus compliqués que nous ne l'imaginons, et que toutes les civilisations aient échoué jusqu'ici. Les civilisations avancées sont peut-être très instables et dès lors éphémères (nous ne maîtrisons la technique radio que depuis quelques décennies). Les créatures extraterrestres intelligentes sont peut-être bel et bien présentes dans la galaxie, mais nous ne les voyons pas, parce qu'elles sont radicalement différentes ou parce que leurs technologies sont incroyablement plus avancées que les nôtres. Il est parfaitement imaginable, mais alors nous nageons en pleine science-fiction, qu'elles dissimulent sciemment leur existence.

Actualités



Les SSTC vous invitent à découvrir EOedu, site éducatif trilingue permettant à tout un chacun de se familiariser avec la télédétection. Ce site contient:

- l'essentiel de l'information théorique du CD-Rom "Belgian Earth Observation": petit guide de la télédétection, glossaire, caractéristiques des satellites et capteurs, applications.
- une page de liens classés par thèmes: galeries d'images, applications, global change, espace....
- une page "Coin des profs" contenant une foule de renseignements intéressants: actualités, ressources éducatives, rubrique Eduproba...

Le site EOedu est la partie éducative du Telsat Guide, site internet d'information sur les satellites et capteurs, leurs produits et applications:

- les satellites d'observation de la terre, leurs caractéristiques techniques, les domaines d'applications...
- les organisations actives dans le domaine de l'observation de la terre (distributeurs de données, équipes de recherche...)
- les projets réalisés dans le cadre des activités des SSTC et les images satellitaires archivées aux SSTC.

Pour plus de renseignements: Martine Stélandre, Earth Observation HelpDesk, SSTC, Rue de la Science 8, 1000 Bruxelles, tél: 02 238 35 59 fax: 02 230 59 12

Le 6 juin dernier, le nom de la mission que Frank De Winne va accomplir ainsi que son logo ont été dévoilés en présence de Charles Picqué, Ministre de la recherche scientifique, Yvan Ylieff, Commissaire du gouvernement chargé de la politique scientifique et Ernst Messerschmid, Chef du Centre des astronautes européens à la Direction Vols habités et Microgravité de l'ESA.



Réabonnez-vous au Space Connection et ne ratez pas votre rendez-vous avec Frank De Winne



Comme pour le vol du premier astronaute belge Dirk Frimout, un numéro spécial du Space Connection paraîtra début octobre à l'occasion du vol de Frank De Winne. Toute la mission y sera dévoilée avec une attention particulière à la contribution belge. Ne ratez donc pas cette édition, mais... attention ! Afin d'assurer une bonne gestion, nous mettons à jour notre banque de données des lecteurs. Si vous voulez continuer à recevoir gratuitement le Space Connection, vous êtes invités à

envoyer sous enveloppe le talon-réponse ci-dessous aux SSTC, Mme Ria D'Haemers, rue de la Science 8 à 1000 Bruxelles. Vous pouvez également le faxer au n°02/230.59.12 ou envoyer un e-mail à dhae@belspo.be



TALON DE RÉABONNEMENT GRATUIT AU SPACE CONNECTION (à remplir clairement en majuscules)

Nom, Prénom:

Institution:

Adresse:

Pays:

Ce réabonnement s'effectue dans le respect de la loi du 8 décembre 1992 telle que modifiée par la loi du 11 décembre 1998. Vous avez le droit de consulter vos données, de les modifier ou de les faire supprimer.

Actualités

La technologie belge au service du **cinéma digital**

Cast4All – une compagnie belge spécialisée dans les solutions business to business pour la gestion et la transmission de contenus à haute valeur ajoutée – a réalisé en avril avec succès une démonstration de distribution automatisée de films digitaux par satellite. Nicolas, un film digital réalisé par Pete Shaner, et deux spots publicitaires ont été transmis d'un serveur EVS CineStore vers trois récepteurs EVS (à Courtrai, Bruxelles et Liège). Cette transmission d'un long métrage de 60 gigabites, utilisait le Multicast Communication Management, une plate-forme générique et le système Forward Error Correcting (FEC) mis au point par Cast4All avec le soutien de l'ESA dans le cadre du programme ARTES 4. Pendant la présentation, dans les locaux de Barco, Barco Digital Cinema et EVS Digital Cinema ont fait connaître leurs produits et commenté leurs prévisions quant à l'avenir du cinéma digital.

www.barco.com/projection_systems/digital_cinema/

www.cast4all.com/

www.evs-broadcast.com/

(Communiqué ESA, 7 mai 2002)

La politique scientifique fédérale **s'affiche**

Les Services fédéraux des affaires scientifiques, techniques et culturelles, viennent de publier une affiche de sensibilisation que vous pouvez découvrir en dernière page de ce numéro. Le dos de l'affiche reprend quelques informations utiles concernant nos activités et celles des Etablissements scientifiques fédéraux. Vous pouvez obtenir gratuitement cette affiche en adressant une simple demande à affiche@belspo.be

Lancement de la **boîte à gants** pour la recherche en microgravité de l'ESA

Logée à l'intérieur du mini-module logistique pressurisé Leonardo, la boîte à gants pour la recherche en microgravité (MSG), développée par l'ESA, s'est envolée le 6 juin à bord d'une navette américaine (vol STS 111 UF2) à destination de la Station spatiale internationale.

Commentant l'évènement, M. Feustel-Büechl, Directeur des Vols habités et de la microgravité à l'ESA, a déclaré: "La MSG est la première installation de recherche européenne à être envoyée vers l'ISS. C'est aussi un bel exemple de coopération et de coordination entre l'ESA, la NASA et l'industrie européenne".

La boîte à gants permettra aux astronautes de procéder à des expériences très variées dans le domaine des matériaux, de la combustion, des fluides et des biotechnologies et de conduire des études en conditions de microgravité. Elle pourra également servir à effectuer des travaux de réparation et d'entretien de matériel nécessitant une atmosphère contrôlée. Les modes d'utilisation de la MSG sont nombreux et novateurs, allant de la commande manuelle par les astronautes au moyen d'ordinateurs portables jusqu'à la commande entièrement automatisée et à dis-

tance depuis la Terre (téléscience). La MSG est également équipée d'une liaison assurant en permanence les échanges de données avec les stations au sol.

La boîte à gants sera installée à l'intérieur du laboratoire américain Destiny en vue d'un usage opérationnel prévu pour dix ans.

L'ESA prévoit d'utiliser l'installation au profit de la communauté scientifique européenne. C'est à l'occasion de la mission de l'astronaute belge de l'ESA, Franck De Winne, qui doit rallier l'ISS à bord d'un vol taxi Soyuz en octobre 2002, que la boîte à gants servira pour la première fois à des expériences européennes. L'astronaute sera en effet chargé de conduire quatre expériences portant sur la cristallisation des protéines, la cristallisation des zéolites, la combustion et la science des fluides.

La MSG a été réalisée sous maîtrise d'œuvre d'Astrium GmbH (D) avec Bradford Engineering (NL), Verhaert Design and Development (B), ATOS-ORIGIN (NL) et Laben (I) comme sous-traitants.

(Communiqué de l'ESA du 6 juin 2002)



Microgravity Science Glovebox (MSG)

