éclairages

MICHEL MAYOR

2001, l'odyssée des

Michel Mayor et son équipe viennent de dévoiler ce mois d'avril onze nouvelles planètes hors du système solaire, ou *«exoplanètes»*. Depuis 1995, année de la découverte de la première de toutes par le chercheur genevois, l'Univers ne cesse de se remplir de nouveaux corps célestes. Soixante-trois exoplanètes ont été à ce jour répertoriées.
Michel Mayor, actuel directeur de l'Observatoire de Genève, vient de publier avec le journaliste Pierre-Yves Frei, un ouvrage palpitant sur la quête des planètes depuis l'Antiquité, une histoire éternelle, faite d'errements, d'espoirs déçus et de persévérance finalement récompensée.
Désormais, par-delà ces nouveaux mondes, c'est la vie extraterrestre que cherchent à débusquer les scientifiques.

MICHEL MAYOR et son équipe sont les vedettes du stand de l'Université de Genève au Salon du livre, du 27 avril au 1er mai. L'actuel directeur de l'Observatoire de Genève restera dans l'Histoire comme celui qui, avec Didier Queloz, a découvert la première planète hors système solaire, appelée aussi *«exoplanète»*. C'était en 1995. Leur spectrographe détecte dans la constellation de Pégase une oscillation de l'étoile 51 Peg. Après moult vérifications, les chercheurs genevois concluent à l'influence d'une planète dont la période orbitale est de 4,2 jours. Prudente malgré tout, la revue scientifique *Nature* titre : *«Une planète dans Pégase ?»*

En avril dernier, Michel Mayor a annoncé une cueillette de 11 nouvelles planètes. Au total, soixante-trois exoplanètes ont été mises en évidence depuis 1995 par plusieurs équipes dans le monde. On a carrément repéré six systèmes planétaires dont deux rendus publics ces dernières semaines. Mieux ! Michel Mayor et ses collègues ont pu prévoir et enregistrer la première *«éclipse»* d'étoile derrière une exoplanète, ou *«transit planétaire»*.

Du ciel plein les yeux, des chercheurs quêtent maintenant la vie au-delà du système solaire. Des projets d'observatoires spatiaux toujours plus ambitieux se préparent. Les astrophysiciens n'auraient-ils plus les pieds sur terre ? *«Pas du tout»*, répond Michel Mayor dans l'entretien accordé à *Campus*. Fidèles à la démarche de leurs prédécesseurs, ils préparent des batteries d'expériences pour transformer prémonitions philosophiques en certitudes scientifiques. Avant d'affirmer que la vie est ailleurs, il faut chercher et prouver.

PHOTO : OLIVIER VOGELSANG

«Probablement que toutes les étoiles, sauf quelques exceptions, ont des planètes», pour Michel Mayor.

« Campus : **Désormais, vous êtes celui qui, à la fin du deuxième millénaire, a découvert la première exoplanète. Comme Galilée au XVIIe siècle, vous avez bouleversé notre vision du ciel…**

> Michel Mayor : — Non. Certaines des révélations de Galilée ont heurté les conceptions de ses contemporains. Comme Copernic, il a révolutionné la pensée. Tandis que la découverte de la première exoplanète, aussi plaisante et agréable qu'elle ait été, n'était pas du tout en rupture avec la pensée. Tous les astrophysiciens s'y attendaient. La surprise est venue de la diversité du monde des exoplanètes. Personne ne s'attendait à trouver des planètes géantes gazeuses, du type de Jupiter, sur des orbites aussi serrées que celle de *«51 Peg b»*. Des travaux théoriques existaient depuis vingt ans pour décrire de telles situations, mais personne n'avait vraiment fait le lien. En gros, on pensait que lorsque l'orbite d'une planète devenait de plus en plus serrée autour de son étoile, sa situation devenait catastrophique. Et qu'il était donc difficile d'en trouver.

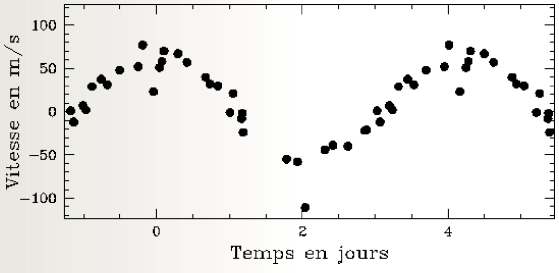
planètes

11 nouvelles exoplanètes dont une en zone habitable!

Début avril, l'ESO (Observatoire européen austral) a annoncé la découverte d'onze nouvelles exoplanètes – des géantes gazeuses du type de Jupiter – par le groupe de Michel Mayor.
Une d'elles tourne autour de son étoile – HD 28185 – à une distance et avec une vitesse orbitale comparable à celles de la Terre par rapport au Soleil. Cette exoplanète se situe dans une «*zone habitable*», c'est-à-dire que des températures comparables à celles que nous connaissons sur Terre y sont possibles.

Les géantes gazeuses ne sont pas propices au développement de la vie. Néanmoins, une telle exoplanète peut posséder des satellites naturels avec des conditions plus favorables. Pour l'ESO, «*la présence de 'lunes' autour d'une exoplanète géante n'est pas une idée extravagante si l'on considère notre propre système solaire*». L'exoplanète de HD 28185 n'a pas fini de faire parler d'elle!

Le graphe (ci-dessous) révèle les variations régulières de vitesse radiale de l'étoile 51 Peg, causées par la première planète extrasolaire détectée en 1995. Saint Thomas serait-il convaincu, lui qui voulait non seulement voir pour croire, mais même toucher?



Campus: **Dans «Les nouveaux mondes du cosmos», le livre que vous venez d'écrire avec Pierre-Yves Frei, vous relatez les nombreuses désillusions qui ont parsemé la quête d'exoplanètes. Etes-vous certain qu'une planète gravite autour de 51 Peg?**

> Michel Mayor: – Mais oui, nous en sommes totalement sûrs. D'abord parce que nous avons répété avec un grand soin les mesures avant l'annonce. Nous avons établi une éphéméride: nous avons calculé la vitesse future de l'étoile, et nous avons vérifié après coup que l'étoile se comportait bien selon la prédiction. Donc au niveau des observations, il n'existe aucun doute possible. Ensuite, d'autres groupes ont contrôlé que la vitesse était correcte.
» Au niveau de l'interprétation, beaucoup de chercheurs, surtout américains, ont tenté de démontrer que nous nous trompions. Tous ces essais se sont effondrés pour diverses raisons, aussi bien observationnelles que théoriques. Notre explication est la seule qui résiste.
» Et puis une confirmation éclatante est arrivée voici un an et demi. Nous avons découvert une planète qui tourne autour d'une autre étoile, HD209458, en 3,5 jours. Nous savons qu'il existe une chance de 10% par système de pouvoir observer une éclipse, c'est-à-dire le passage d'une planète devant le disque de l'étoile. Nous parlons de transit planétaire. Le plan de l'orbite doit passer assez près de notre ligne de mire. Avec un collègue de l'Université d'Harvard aux Etats-Unis, nous avons prédit l'instant où il fallait observer le phénomène. Et deux astronomes ont assisté au transit dans le Colorado. Nous avons pu mesurer le diamètre de la planète, ainsi que sa masse exacte, et donc sa densité moyenne. C'est la preuve absolue qu'il s'agit bien d'une planète géante gazeuse. La nature de ces objets est maintenant prouvée. L'interprétation physique est hors de doute.

Campus: **Existe-t-il des étoiles solitaires ou possèdent-elles toutes des planètes?**

> Michel Mayor: – Probablement que toutes les étoiles, sauf quelques exceptions, ont des planètes. Par contre, seulement 5% des étoiles semblent posséder des planètes géantes gazeuses — de l'ordre d'une fraction à quelques fois la masse de Jupiter — avec des orbites plus courtes que quelques années. Pour l'instant, on n'a exploré qu'un petit domaine. On ne connaît encore rien des planètes très légères. Il faut être très prudent si l'on parle de pourcentage. Il faut spécifier quel type d'exoplanète et quel domaine de masse et période.
» Deux observations tendent à nous montrer que les exoplanètes sont partout. C'est ▶▶▶

▶▶▶ d'une part la découverte en 1992 de trois planètes très légères autour d'une étoile à neutrons par Alexander Wolszczan, un astronome polonais qui travaille aux Etats-Unis. Cet événement est passé relativement inaperçu du grand public. Les gens ont de la peine à s'identifier à ces mondes parce que la vie ne peut pas s'y être développée. Il s'agit d'étoiles qui ont explosé, des supernovae, et donc les planètes qui gravitent autour sont très stériles. Une de ces planètes, qui tourne en 25 jours, a environ la masse de la Lune, ce qui est extraordinairement léger. Les deux autres ont à peu près deux à trois fois la masse de la Terre avec des périodes de 60 et 90 jours. Elles se sont créées après l'explosion. Cela nous montre que quand un disque de poussières est présent, les conditions physiques étant les mêmes, des planètes se forment. Qu'il s'agisse de planètes de deuxième génération autour d'une étoile à neutrons ou de première génération autour d'une étoile ordinaire comme la nôtre.

Campus: **La seconde observation?**

> Michel Mayor: – La même année que la découverte de «51 Peg b», le télescope spatial Hubble a réussi à voir de petits disques protoplanétaires autour d'étoiles jeunes de la nébuleuse d'Orion. On sait qu'une intense formation stellaire se déroule actuellement dans un gros nuage de quelque cent mille fois la masse du Soleil. Ces jeunes étoiles ont un âge d'un à quelques millions d'années. Elles sont cent mille fois plus jeunes que le Soleil. Elles viennent de se dégager du nuage où elles sont nées. Et on voit que toutes ont un disque autour d'elles. Et qui dit disque de poussières et de gaz dit formation planétaire. La physique agit plus ou moins de la même manière en toutes circonstances. Il y a toujours trop de tourbillons, toujours trop de rotations, de petits vortex dans le gaz turbulent qui donne naissance aux étoiles. Rien n'indique que la formation planétaire est exceptionnelle, sauf cas exotique d'étoiles multiples en très fortes interactions qui vont perdre les planètes.

Campus: **Personne n'a découvert de planètes équivalentes à la Terre?**

> Michel Mayor: – Exact. Et nous n'avons pas encore suffisamment d'années de mesures pour détecter des planètes avec de très longues périodes orbitales. La plus importante pour le moment est celle d'une planète qui gravite en 2518 jours autour de l'étoile Eps Eridani. En ce sens, les quelques pour-cent que nous découvrons maintenant ne donnent pas une image correcte et non biaisée de la réalité. Quelque 95% d'autres étoiles ont la possibilité de nous révéler d'autres facettes du monde des exoplanètes et peut-être une multitude de systèmes analogues au système solaire.

Campus: **La découverte de la première exoplanète ressemble à un aboutissement dans une carrière…**

> Michel Mayor: – La recherche ne s'est pas arrêtée. Mon groupe a découvert plus d'une trentaine de nouvelles exoplanètes.

Campus: **La routine s'installe?**

> Michel Mayor: – Mais nous avons toujours des surprises. Nous avons beaucoup de travail pour trouver des systèmes multiplanétaires. Ils sont beaucoup plus exigeants en temps d'observation. Les Américains ont annoncé en 1999 la découverte d'un premier système. Nous en avons annoncé deux en août 2000 avec à la clef la planète la plus légère jamais observée, HD83443c. Les Américains en ont annoncé un quatrième en janvier dernier. Et nous venons d'en dévoiler deux supplémentaires. Donc actuellement, les découvertes de six systèmes multiplanétaires ont été publiées. Mais il en existe beaucoup plus. » En ce moment, nous construisons un nouveau spectrographe — HARPS — que nous allons installer sur un télescope de 3,60 mètres sur le site de l'observatoire de La Silla au Chili. Grâce à cet instrument, nous allons pouvoir observer des vitesses d'un mètre par seconde, soit 3 kilomètres à l'heure. Nous allons voir les variations de vitesse d'une étoile qui correspondent à quelqu'un qui marche lentement. C'est un énorme développement technique. Autre chose, nous utilisons maintenant de plus en plus souvent de gros télescopes comme le Very Large Telescope (VLT)[1] de 8 mètres pour des études complémentaires, par exemple liées à la composition chimique des étoiles. Nous allons chercher de toutes petites anomalies qui nous disent quels sont les mécanismes des formations planétaires. On s'est ainsi aperçu que la composition chimique des étoiles avec planètes

DR

1 Le VLT, fleuron de l'Observatoire européen austral (ESO), est situé sur le Paranal, au nord du Chili.

L'observatoire de La Silla au Chili, où Michel Mayor et son équipe construisent un nouveau spectographe qui permettra d'observer des vitesses d'étoiles d'un mètre par seconde.

géantes était anormalement riche en atomes plus lourds que l'hydrogène et l'hélium.

Campus: **Pourquoi les étoiles des planètes géantes gazeuses sont-elles riches en éléments lourds?**

> Michel Mayor: – Cette physique n'est pas complètement étudiée, mais une explication se dessine. Pour former une planète géante massive, il faut faire vite, sinon le disque d'accrétion va disparaître, après environ 10 millions d'années. Les grains de glace doivent s'agglomérer pour former une grosse boule et prendre le plus de gaz possible avant que tout ne disparaisse. Il y a compétition entre ces deux échelles de temps: disparition du disque d'accrétion et formation de la boule.

▶▶▶

Glossaire

• **Disque d'accrétion**: nuage de gaz et de poussières qui se constitue autour d'une étoile naissante. L'essentiel de la matière va aller nourrir l'étoile, le reste se transformant en disque protoplanétaire qui, comme son nom l'indique, va peut-être permettre la formation de planètes.

• **Géante gazeuse**: planète caractérisée par la présence d'une très importante atmosphère composée surtout d'hydrogène et d'hélium, à l'image de Jupiter et Saturne. On pense que ces planètes se forment par l'accrétion de planétésimaux faits de glace et de poussières, jusqu'à atteindre une masse critique (équivalente à 10 terres) qui leur permet de capturer le gaz environnant, hydrogène ou hélium.

• **Période orbitale**: temps que met un astre pour boucler une orbite. On l'exprime souvent en jours terrestres. La période orbitale de la Terre est de 365,25 jours.

• **Spectrographe**: instrument qui permet de photographier la signature lumineuse d'une étoile (ou spectre). Un tel spectre ressemble à une sorte d'arc-en-ciel s'étendant du rouge au violet et ponctué de raies noires plus ou moins épaisses. Ces raies, dites d'absorption, sont le fait des différents éléments chimiques présents dans l'atmosphère de l'étoile qui absorbent la lumière émise à certaines longueurs d'onde bien spécifiques. C'est la position de ces raies d'absorption sur le spectre continu qui permet de mesurer le décalage spectral si utile à la méthode des vitesses radiales.

• **Transit**: phénomène par lequel une étoile subit une légère baisse de luminosité du fait du passage d'une planète entre elle et l'observateur. La première exoplanète découverte par la méthode des vitesses radiales et confirmée par l'observation d'un transit est HD209458.

• **Vitesses radiales (méthode des)**: méthode qui utilise un spectrographe pour la détection indirecte d'astres invisibles en orbite autour d'une étoile principale. Les perturbations que cette dernière subit sous l'influence d'un compagnon se traduisent par des changements de vitesse dans notre ligne de visée (radiale). Quand l'étoile s'approche de nous, elle accélère, et sa lumière se décale vers les régions bleues du spectre selon la règle de l'effet Doppler. Quand elle s'éloigne, le décalage se produit vers le rouge. De l'amplitude de ces décalages, on peut déduire certains traits du compagnon qui les provoque.

Avec beaucoup d'éléments lourds, vous aurez plus de glace, plus de grains de poussière. Les mécanismes de formation vont se faire plus facilement et vous avez plus de chance d'arriver au succès, à la formation d'une planète géante. C'est probablement l'idée la plus simple. Mais de nouveau, cela ne signifie pas que des étoiles déficientes en éléments lourds sont sans planètes.

Campus: **La vie a-t-elle pu se développer sur des planètes géantes gazeuses?**

> Michel Mayor: – Je ne crois pas. Le milieu gazeux est très peu propice à la formation de grosses molécules complexes. Les planètes rocheuses de petite taille sont plus intéressantes pour l'«exobiologie». En ce sens, nous avons encore beaucoup à faire sur les relations entre composition chimique des étoiles et probabilité de formation planétaire.

Campus: **Comment cherche-t-on la vie ailleurs?**

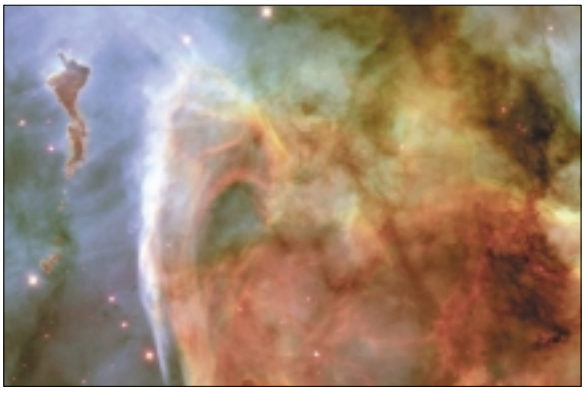
> Michel Mayor: – Il y a deux démarches. D'une part des gens essayent de comprendre en laboratoire la chimie prébiotique, c'est-à-dire la chimie avant la formation de la vie. Quels sont les chemins qu'il faut emprunter pour favoriser l'apparition de la vie? Des chercheurs regardent dans la nature, soit dans les météorites, soit carrément sur Terre, quels acides aminés, ces sortes de briques à la base de la vie, se fabriquent spontanément.
» Une autre démarche consiste à rechercher la vie sur d'autres planètes. Des projets comme Darwin en Europe et TPF[2] aux Etats-Unis, vont dans ce sens. Les scientifiques partent de la constatation que la composition chimique de la Terre est très différente de celles de Vénus et Mars. Au départ, la composition chimique de ces trois planètes était semblable. Elles sont telluriques, rocheuses et elles ont connu les mêmes phénomènes de formation de l'atmosphère. La composition chimique de la Terre s'est altérée par la suite. D'une part parce qu'il y avait de l'eau liquide. Et surtout parce que la vie s'est développée sur Terre, injectant une quantité énorme d'oxygène dans l'atmosphère. Actuellement, on ne connaît pas d'autres mécanismes

2 Terrestrial Planet Finder (TPF)

Les étoiles naissent dans des nuages de poussières dont les dimensions se calculent en centaines d'années lumières. Les étoiles meurent aussi, comme celles visibles sur l'image de gauche en arrière plan de la nébuleuse NGC 3603.

Nebula NGC 3603

Eagle Nebula



Carina Nebula

Photos: NASA & The Hubble Heritage Team

capables de produire autant d'oxygène en permanence. En l'absence de vie, l'oxygène a tendance à se lier aux roches et donc à disparaître. Normalement, l'atmosphère d'une planète est composée principalement de CO_2.

Campus: **L'oxygène n'est donc pas une cause de la vie mais une conséquence.**

> Michel Mayor: – Oui. La ligne de recherche de missions comme Darwin et TPF, c'est de construire des réseaux de télescopes dans l'espace avec une métrologie extraordinairement précise. Il faut régler les faisceaux lumineux reçus dans les télescopes les uns par rapport aux autres, et les rassembler en un seul faisceau de telle manière qu'ils éteignent la lumière de l'étoile. En d'autres termes, on va additionner de manière destructrice la lumière reçue par tous ces télescopes pour ne plus être ébloui par la lumière de l'étoile. On espère ainsi voir les planètes qui sont autour et analyser la composition chimique de leur atmosphère. Si on trouve des planètes analogues à la Terre et qui en plus ont des atmosphères anormalement riches en oxygène, on aura toutes les raisons de croire que la vie existe ailleurs. Mieux, cette vie sera basée sur la chimie du carbone comme pour nous.

Campus: **Ne faites-vous pas du «terrien-centrisme»?**

> Michel Mayor: – Pendant longtemps les gens ont exploré des alternatives. En fait, la chimie du carbone, avec toutes ses possibilités, la richesse de ses éléments chimiques, fait d'elle la chimie la plus propice à composer des choses compliquées comme l'exige la vie. Il faut stocker une information colossale et la transmettre aux descendants, de manière à ce qu'ils sachent eux-mêmes comment se répliquer. Commençons déjà par ce qui est le plus probable. Essayons de répondre à cette question: est-ce que la vie est une conséquence inéluctable de l'évolution de l'Univers? Quand les conditions sont là, les lois de la physique et les lois de la chimie étant les mêmes partout, la vie démarre-t-elle? Les conditions ne sont pas très exigeantes. Il y a toujours de l'eau et du carbone à disposition. C'est avant tout une question de température. Ni trop froid, ni trop chaud pour que de grosses molécules ne se figent ni se cassent. On sait que pour arrêter la vie on peut soit mettre dans un congélateur, soit

Michel Mayor Photo: Olivier Vogelsang

stériliser par la chaleur. Donc on se situe dans une fourchette de températures qui est plus ou moins du domaine de l'eau liquide.

Campus: **On a découvert sur Terre des organismes, les extrêmophiles, qui peuvent vivre dans des conditions bien plus difficiles…**

> Michel Mayor: – Ces organismes vivent en marge de cette gamme de températures, mais ce n'est pas très différent. En gros c'est de moins 15 degrés à plus 115. On déborde de 15 degrés de part et d'autre. Ce n'est pas extrême.

Campus: **Néanmoins, on n'arrive pas vraiment à reproduire des réactions comme celles qui pourraient être à la base de la vie.**

> Michel Mayor: – Mais cela ne veut pas dire que cela n'existe pas. Il ne faut pas oublier que lorsque la vie apparaît, le laboratoire de chimie est à l'échelle d'une planète, avec une très grande diversité de sites et de milieux. Et vous disposez de 100 à 200 millions d'années pour commencer à produire quelque chose.

Campus: **Dans le cas de la Terre, la période durant laquelle la vie est apparue ne semble-t-elle pas étroite?**

> Michel Mayor: – Oui. Mais soyons d'accord. Ce que je viens de dire correspond à une ligne de justification pour se poser des questions.

▶▶▶

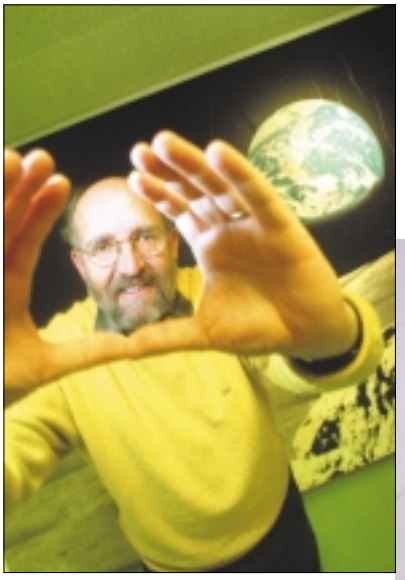
Erreurs et passion

«Campus: **Dans votre livre, vous parlez de Peter Van de Kamp, un chercheur de Berkeley aux Etats-Unis. A partir de 1938 et pendant quarante-quatre ans, il a scruté l'étoile de Barnard, accumulant 4580 clichés pendant 1200 nuits pour prouver la présence de deux planètes qui n'existent finalement pas. A l'échelle d'une vie, c'est terrible…**

> Michel Mayor: – C'est un cas admirable. Il montre la passion de Peter Van de Kamp. Cette personne-là n'a pas douté qu'il y ait des planètes en dehors du système solaire. Sinon il n'aurait pas consacré sa vie entière à ce travail.

Campus: **Est-ce de la science ou de la croyance?**

> Michel Mayor: – C'est de la science. C'est de l'acharnement pour chercher une solution à un problème. Vous retrouvez ce cas de figure avec un groupe de Canadiens qui pendant quinze ans ont surveillé 21 étoiles sans succès. Cet aspect existe beaucoup en science. Nous avons voulu montrer dans le livre ces errements, cette longue quête. La recherche d'exoplanètes n'est pas seulement une préoccupation des années nonante. Ces gens étaient honnêtes. Quand ils annonçaient qu'ils avaient découvert la première exoplanète, ils étaient tout à fait sincères. Ils y croyaient. Et puis d'autres collègues montraient que ce n'était pas vrai. Vous avez aussi l'exemple d'Andrew Lyne, ce chercheur britannique qui croyait avoir découvert la première planète autour d'une étoile à neutrons. Il avait fait une erreur dans les calculs, une très petite erreur, mais qui finalement créait un signal erroné, interprété à tort comme étant une planète. Voilà, c'est toute la démarche scientifique, c'est souvent très difficile. La science est autocorrectrice. A peine quelqu'un affirme-t-il quelque chose, que d'autres chercheurs vont vouloir vérifier le fait d'observation, soit par la même technique, soit par d'autres techniques. Ils vont en déduire des conséquences théoriques, voir si c'est aberrant ou pas. Il existe tout de suite une démarche qui fait que le résultat ressort à la fin vrai ou faux avec une bonne garantie.»



Michel Mayor Photo: Olivier Vogelsang

Ce n'est pas une réponse. La réponse viendra quand on aura fait ce genre d'expériences.

Campus: **On est dans un domaine où il n'y a quasiment que des interrogations?**

> Michel Mayor: – Pour l'instant. Mais il ne faut pas oublier qu'on vit dans un univers qui est grand. Notre galaxie, la Voie lactée comprend plus de 200 milliards d'étoiles, qui probablement ont toutes des planètes. Et on sait qu'il existe des milliards de galaxies dans l'Univers. Donc j'avancerais un argument de *modestie* qui est apparu très tôt dans l'évolution des pensées. Pourquoi la Terre aurait-elle cet incroyable privilège d'être la seule à héberger la vie? Ce genre de réflexion existe déjà depuis des siècles. De nouveau, le fait de poser la question n'est pas donner la réponse.

Campus: **Le domaine est un peu ambigu non? Il ne s'agit plus tout à fait de science?**

> Michel Mayor: – Alors là c'est de la science totalement. Simplement, il fut un temps où il s'agissait d'interrogations philosophiques. Il y a des gens comme Epicure qui, au IVe siècle avant J.-C., disait ne voir aucune raison pour que la nature ait épuisé les combinaisons d'atomes pour ne former qu'une seule Terre. Il pensait plus probable qu'une infinité de mondes existent. Il ajoutait que

▶▶▶

Les extrêmophiles: des microbes qui repoussent les frontières de la vie

Lorsque la mission Viking a révélé en 1976 que Mars n'était qu'un vaste désert gelé, tout espoir de trouver de la vie dans le système solaire semblait évanoui. A l'époque, on imaginait que les conditions favorables à la vie couvraient une gamme assez restreinte: il fallait de l'eau liquide, ni trop chaude ni trop froide, des composés organiques et de l'énergie solaire en abondance.

Dans tout le système solaire, seule une fine couche à la surface de la Terre remplissait ces critères. Mais cette conception a été bouleversée ces dernières années par la découverte de micro-organismes adaptés à toute une palette de milieux extrêmes, là où personne ne s'attendait à trouver la moindre trace de vie. La recherche de vie primitive sur les autres planètes s'en trouve relancée.

Les scientifiques estimaient en effet qu'aucun organisme ne pouvait prospérer dans de l'eau dépassant les 70 degrés Celcius environ, dans de l'eau saturée d'acide ou trop salée, sous la calotte polaire ou à plus de quelques mètres sous la terre ou dans la roche. Ils ont pourtant découvert, pratiquement partout où ils ont cherché, d'étranges organismes adaptés à ce genre de conditions extrêmes, les extrêmophiles. Des microbes dont les noms s'égrènent comme un manuel de conversation en grec ancien: thermophile, psychrophile, acidophile, halophile, barophile — qui aime le chaud, le froid, l'acide, le sel, la pression...

DU SOUFRE À LA PLACE DE LUMIÈRE

Les thermophiles, par exemple, prospèrent aux environs de volcans immergés au fond des océans. Les eaux y sont chauffées à plus de 100 degrés mais ne bouillent pas en raison de la pression qui règne à ces profondeurs. Ces êtres vivants ne tirent de l'énergie ni de la lumière solaire comme les plantes, ni de la consommation de matière organique comme les animaux, mais de composés à base de soufre émis par les volcans. D'autres organismes tout aussi tenaces, qui prospèrent aux alentours de moins 10 degrés, se cachent sous les rochers de l'Antarctique.

Pour Beda Hofmann, spécialiste des fossiles de micro-organismes souterrains et conservateur pour les sciences de la Terre au Musée d'histoire naturelle de Berne, les plus étonnants sont sans doute les micro-organismes révélés par des forages récents. Enfouis dans la roche, parfois à plus d'un kilomètre de profondeur sous les continents et le fond des océans, on les retrouve dans la moindre craquelure du terrain. Le navire du programme américain *«Ocean Drilling Program»* a ainsi prélevé des échantillons à plusieurs centaines de mètres dans le sous-sol des océans Pacifique, Atlantique et Indien. Et là encore, des extrêmophiles ont été détectés. Certains d'entre eux n'ont aucun contact, même indirect, avec la vie en surface. Quelques infiltrations d'eau dans les roches profondes suffisent à leur austère existence.

JUSTE UN PEU D'EAU LIQUIDE

Tout ce petit monde de l'extrême repousse les frontières des milieux où la vie est possible. Elle est capable de se développer à des températures plus extrêmes que celles de l'eau liquide en surface, c'est-à-dire de 0 degré à 100 degrés, avec une marge vers le haut comme vers le bas d'une bonne quinzaine de degrés. La vie s'accommode également de l'obscurité des grandes profondeurs. Finalement, la seule condition vraiment indispensable paraît être la présence d'un peu d'eau liquide. Or plusieurs endroits dans le système solaire répondent à ce nouveau critère. Le sous-sol de Mars par exemple, autrefois gorgé d'eau, ou alors d'éventuels océans enfouis sous la surface gelée de certains satellites de Jupiter comme Europa. D'où le récent regain d'intérêt pour la recherche de formes de vie ailleurs, et son rapprochement avec l'étude des organismes extrêmes sur Terre.

Beda Hofmann suit de près ce rapprochement entre son domaine et l'astronomie. *«Reflet de ces nouveaux développements, une conférence d'exobiologie est prévue en mai 2001 à Frascati près de Rome. On en profitera pour fonder officiellement la Société européenne d'exobiologie»*, indique-t-il avec enthousiasme. La prochaine décennie pourrait connaître le retour d'une mission avec des échantillons martiens, ainsi que l'exploration de la banquise d'Europa.

Frédéric Pont ●

▶▶▶ ces mondes devaient être habités. Dans son cas, c'était une démarche philosophique. Il donnait un sentiment. On retrouve ce genre de prémonition philosophique avec Giordano Bruno qui, vers 1600, dit avec une grande limpidité que le Soleil n'est qu'une étoile parmi d'autres, seulement plus lumineuse parce que plus près de nous. Pour lui, les étoiles sont entourées de planètes analogues à celles de notre système solaire, et peuplées d'êtres vivants. C'est incroyable. Il s'exprime dans un monde qui a vécu pendant mille cinq cents ans et plus sous le régime de la philosophie d'Aristote qui mettait toutes les étoiles sur une sphère de cristal à une certaine distance. Il y a tout d'un coup rupture. Mais ce ne sont que des prémonitions. A notre époque, c'est très différent. Nous avons transformé cette prémonition philosophique en certitude: les planètes, oui, on les voit, elles sont là. Et maintenant l'exobiologie devient un objet de la science.

Campus: **Les exobiologistes vont-ils trouver des réponses convaincantes?**

> Michel Mayor: – Il ne faut pas croire qu'ils vont fabriquer un être vivant en laboratoire. Par contre, on peut comprendre quelques bribes des mécanismes qui permettent de passer des acides aminés à des organismes plus complexes. Il ne faut pas croire que la question va se résoudre dans un coin de laboratoire. Mais je crois que la thématique est tellement forte, que d'ici une ou deux générations, des expériences significatives auront été lancées. La découverte de la première exoplanète a très certainement été un détonateur, un moment important. Mais c'est maintenant que les choses commencent. Une dizaine de satellites sont en préparation pour répondre à différentes questions. Cela devient une grande aventure, quelque chose d'enthousiasmant.»

Propos recueillis par
Jean-Noël Tallagnon ●

Référence:
▶ Michel Mayor et Pierre-Yves Frei. «Les nouveaux mondes du cosmos — A la découverte des exoplanètes», Seuil (2001). ISBN 2-02-039950-4

SETI: lorsque les scientifiques écoutent E.T.

Parmi toutes ces étoiles, la vie a bien dû apparaître. Et une vie, qui plus est, intelligente. Telle est la conviction d'un certain nombre de scientifiques. Depuis les années soixante, ils se sont mis en tête d'écouter l'Univers dans l'espoir qu'un jour ils capteront un signal extraterrestre intelligent.
La démarche a été popularisée par le film *Contact*, de Robert Zemeckis, avec Jodie Foster.

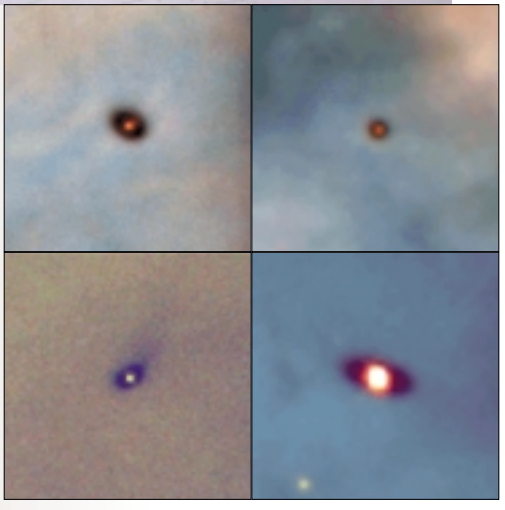
Aux Etats-Unis, malgré la décision en 1993 de supprimer tout financement public pour ce type de recherche, le programme Seti (*Searching for Extra-Terrestrial Intelligence*) continue. Est-ce bien raisonnable? Michel Mayor répond de façon imagée: *«Vous pouvez gagner de l'argent de différentes manières: en allant tous les jours travailler ou en achetant des billets de loterie.*
On ne pourra jamais démontrer à celui qui a gagné le gros lot que sa démarche n'était pas raisonnable.» En d'autres termes, si la probabilité de succès est infime, elle est sans aucun doute nulle si personne ne tente rien.

Les scientifiques de Seti ont instauré des procédures complexes de vérifications. L'éventuel signal doit impérativement être: inédit, d'origine extraterrestre, et répété. Jusqu'à présent, les deux premières conditions ont été vérifiées à quelques reprises mais jamais la troisième, interdisant de quelconques conclusions.

Malgré toutes ces précautions, s'agit-il toujours de science? *«Oui,* répond sans hésitation Didier Raboud, astronome à l'Observatoire de Genève. *On peut la considérer comme futile, mais c'est de la science, avec des protocoles et des hypothèses de travail testées.»* Les chercheurs de Seti sont excessivement prudents. Jusqu'à présent, aucune annonce tapageuse n'est venue émailler leur travail. Ils n'ont pas droit à l'erreur, sous peine de se discréditer de façon irrévocable vis-à-vis non seulement de la communauté scientifique, mais aussi du public.

JNT

Référence:
http://www.seti.org



Photos: NASA & The Hubble Heritage Team

En 1995, le télescope spatial Hubble a réussi à voir de petits disques protoplanétaires autour d'étoiles jeunes de la nébuleuse d'Orion. Des planètes vont probablement se former. L'une d'elle hébergera-t-elle la vie?

Michel Mayor

A-t-on vu les exoplanètes?

Un article de vulgarisation scientifique se doit d'être bien illustré. Aussi n'est-il pas rare de voir de magnifiques images d'exoplanètes. Mais ce qui n'est pas toujours précisé, c'est qu'il s'agit uniquement de visions d'artistes ou de montages, car les astronomes n'ont encore obtenu aucune image des exoplanètes. Les quelque soixante planètes détectées jusqu'à présent l'ont été indirectement: soit par le mouvement d'une étoile sous l'influence gravitationnelle de la planète, soit par la baisse de brillance lors du passage de la planète devant l'étoile. La vision directe d'une exoplanète est un objectif prioritaire pour ces prochaines années. Quant à de véritables images détaillées, il faudra être patient.

Si les images restent importantes en astronomie, elles ne sont plus qu'un moyen d'observation parmi d'autres. Cela fait belle lurette que les astronomes ne collent plus leur œil derrière l'objectif de leur télescope pour observer les étoiles. Ils préfèrent brancher sur le télescope des instruments plus adaptés à leur travail.

Pour détecter la première exoplanète observée en 1995, l'équipe de l'Observatoire de Genève avait installé à l'Observatoire de Haute-Provence (France) un appareil qui, comme un prisme, décompose la lumière d'une étoile selon ses différentes longueurs d'onde: un spectrographe. Une analyse informatique, mise au point par Didier Queloz, co-découvreur de la planète et astronome à l'Observatoire de Genève, perçoit alors les infimes variations de longueur d'onde qui peuvent indiquer un mouvement de l'étoile, et donc la présence éventuelle d'une planète.

L'ÉCLIPSE DE HD 209458

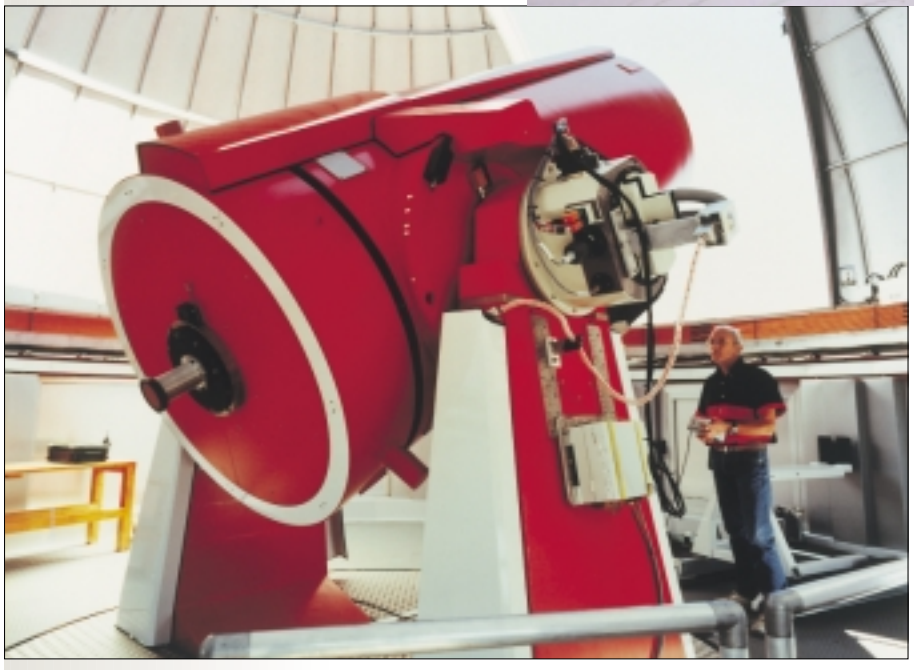
La soixantaine de planètes connues aujourd'hui hors du système solaire ont toutes été détectées de cette manière, uniquement à travers l'observation minutieuse de l'étoile correspondante. Pour l'une d'entre elles, qui ne porte pas de nom pour l'instant (elle se contente du «matricule» HD 209458), un consortium de chercheurs comprenant l'équipe de Michel Mayor a détecté pour la première fois en 1999 la baisse de luminosité due au passage d'une planète devant l'étoile, apportant ainsi la preuve définitive de la réalité des exoplanètes.

«*Ces prochaines années,* explique Didier Queloz, *l'un des objectifs est de réussir à différencier la lumière réfléchie par la planète de celle qui est générée par l'étoile elle-même. Ce sera bientôt faisable avec les télescopes géants comme ceux installés à l'Observatoire européen austral (ESO) dans le nord du Chili. Ces observations permettront de mieux connaître la température et la composition de ces planètes.*»

Pour obtenir de véritables images, deux missions spatiales, l'une européenne, Darwin, l'autre américaine, Terrestrial Planet Finder (TPF), sont prévues aux alentours de 2015. Dans chaque cas, il s'agit de plusieurs télescopes spatiaux dont les images seront combinées. «*L'objectif de ces missions n'est pas seulement d'obtenir des images d'exoplanètes géantes comme celles qu'on connaît déjà,* précise Didier Queloz, *mais surtout de détecter de petites planètes ressemblant davantage à la Terre. Darwin et TPF vont d'ailleurs plus loin que la simple détection: ils pourraient aussi révéler la présence de vie en mesurant la composition de l'atmosphère de ces planètes.*»

Même dans l'œil de ces futurs instruments, chaque exoplanète ne sera qu'un petit point lumineux. Pour des images révélant des détails de la surface des planètes, il faudra attendre la génération suivante de missions spatiales: ainsi, après les 6 télescopes de 1,5 mètre de diamètre impliqués dans le projet Darwin, les agences spatiales réfléchissent déjà à des flottilles de 20 ou 30 télescopes de 3 mètres de diamètre!

Frédéric Pont ●



DR

Les astronomes ne collent plus leur œil derrière l'objectif de leur télescope depuis belle lurette. Ils préfèrent brancher dessus des instruments plus adaptés à leur travail.