

Un institut fédérant 16 laboratoires veut réunir toutes les spécialités proches de cette thématique.

TRISTAN VEY @veytristan

RECHERCHE La question est vertigineuse : d'où venons-nous ? Comment notre monde s'est-il formé et comment la vie y est-elle apparue ? Les plus vieilles traces de vie remontent entre 3,5 et 3,8 milliards d'années, et rien ne dit qu'il n'en existe pas de plus anciennes encore. Cette précocité a nourri l'idée que la vie constituait une étape assez naturelle de l'évolution planétaire, pour peu que les « bonnes conditions » soient réunies (à savoir une température à peu près clémente). Mais l'exploration du Système solaire a peu à peu montré que la vie était bien plus rare qu'on ne l'avait supposé. À vrai dire, quel que soit le corps visité, pas la moindre forme de vie passée ou présente, même microscopique, n'a été décelée. Paradoxalement, les scientifiques ont découvert dans le même temps une chimie de plus en plus complexe dans les nuages de gaz et de poussières qui précèdent la formation des étoiles, et dans les objets les plus primitifs du Système solaire (comètes et astéroïdes glacés).

La question des origines est devenue plus complexe. Olivier Mouis, professeur d'astrophysique à Aix-Marseille Université, spécialiste de la formation des géantes gazeuses et de leurs lunes, a souhaité rassembler les forces vives qui gravitent autour du problème au sein d'un institut commun, baptisé Origines (lire ci-contre). La

« Je ne crois pas qu'il y ait un basculement brutal entre le chimique et le vivant. Je pense qu'il s'agit d'un continuum et que les principes de sélection qui guident le vivant préexistent à son apparition »

LOUIS D'HENDECOURT, DIRECTEUR DE RECHERCHE ÉMÉRITE AU CNRS

démarche a séduit Louis d'Hendecourt, directeur de recherche émérite au CNRS, ancien responsable de l'équipe « astrochimie et origines » à l'Institut d'astrophysique spatiale d'Orsay, qui venait de poser ses valises dans le sud de la France au laboratoire physique des interactions ioniques et moléculaires (PIIM). Il était venu avec son dispositif expérimental reproduisant les conditions régnant dans le disque de gaz et de poussières glacées où se forment les planètes et la manière dont la chimie organique commence à s'y développer. Les petits grains glacés, chauffés, irradiés, mis en présence de gaz simples et placés continuellement dans des états hors équilibre constituent des réacteurs chimiques redoutables. « Nous avons déjà identifié 15 000 molécules différentes », explique Grégoire Danger, enseignant-chercheur au PIIM, spécialiste de la caractérisation de ces échantillons. « Nous créons en fait bien plus de diversité qu'il n'en existe en biologie. La question que nous nous posons est moins de savoir comment nous pouvons créer les briques du vivant, que



À Marseille, la quête des origines de la vie se structure

les raisons qui ont poussé le vivant à n'avoir sélectionné qu'une infime partie de cette diversité »

Le mettre en évidence n'est toutefois pas aisé. « À partir des matériaux organiques formés lors de ces expériences, nous essayons de voir si nous parvenons à faire émerger certaines molécules plus stables dans les conditions de la Terre primitive et si nous retrouvons une forme de sélection chimique naturelle, une sorte de proto-darwinisme », explique Louis d'Hendecourt. « Je ne crois pas qu'il y ait un basculement brutal entre le chimique et le vivant. Je pense qu'il s'agit d'un continuum et que les principes de sélection qui guident le vivant préexistent à son apparition. »

Il y a ensuite la question complexe de la formation planétaire. S'il est acquis que les planètes se forment par accretion, une étape cruciale manque : comment dépasse-t-on la dizaine de centimètres ? Au départ, les forces de friction (électrostatiques) suffisent à « coller » ensemble les poussières. Mais à partir de quelques centimètres, les expériences en microgravité montrent que cela ne fonctionne plus. Impossible de passer à l'étape supérieure. Les collisions détruisent tout. Que se passe-t-il alors dans un disque protoplanétaire ? Les astronomes tentent de le savoir en analysant la lumière provenant de jeunes étoiles. Celle-ci porte en elle la signature de la matière qu'elle a traversée, ce qui donne de précieuses informations sur la taille des grains, leur nature, leur densité, etc. Ce n'est toutefois pas évident à analyser. Les physiciens de l'Institut Fresnel utilisent l'« analogie micro-ondes » pour tenter d'y parvenir. « L'idée consiste à changer de manière cohérente la taille des objets que l'on veut étudier pour les mettre à l'échelle des micro-ondes », explique Jean-Michel Gelfrin, ingénieur de recherche, en nous présentant la grande chambre anéchoïque tapissée de points bleus dans laquelle il réalise ses expériences. La manière dont les objets qu'il place ici déforment les micro-ondes va donner de précieux renseignements aux modélisateurs, en particulier ceux du laboratoire d'astrophysique de Marseille (LAM), au cœur de l'institut Origines et impliqués dans la plupart des grandes missions d'observation et d'exploration du système solaire.

L'océan Pacifique vu depuis la Station spatiale internationale. NASA

Restent de nombreux mystères à éclaircir. Quand les planètes se forment, une grande partie de la chimie initiale est a priori détruite par les collisions successives (la température monte à plusieurs milliers de degrés). Il faut trouver un scénario pour amener l'eau et les molécules organiques primitives à la surface des jeunes planètes. Les astéroïdes sont de bons candidats pour apporter ces éléments cruciaux une fois la planète refroidie. L'étude des météorites est très importante. Le Cerege (Centre européen de recherche et d'enseignement en géosciences de l'environnement) dispose justement de l'une des collections les plus variées au monde. « Nous étudions aussi les cratères d'im-

pact dont nous pensons qu'ils pourraient avoir été des environnements propices à l'émergence de la vie », explique Yoann Quesnel, coresponsable de l'équipe Terre et planètes.

Comprendre la vie sous toutes ses formes est aussi fondamental. Deux organismes rattachés à l'Institut Origines, le laboratoire Information génomique et structurale (IGS) et l'Institut méditerranéen d'océanologie (MOI), travaillent sur cette question. « Le MOI a tout un volet de recherche sur les extrémophiles, ces organismes qui se développent dans des conditions de température, de pression ou de chimie (milieu acide, sans oxygène, etc.) que l'on a longtemps pensées impropres à la vie », dévoile

Chantal Abergel, directrice de recherche CNRS en virologie environnementale à l'IGS. « Mais l'étude des virus géants, qui est ma spécialité, est aussi pleine d'enseignement pour dévoiler des mécanismes de biologie fondamentale qui nous permettent de mieux comprendre les stades les plus primitifs de l'évolution. » C'est en s'appuyant sur le savoir des biologistes que les astrophysiciens espèrent un jour reconnaître la vie ailleurs que sur Terre par des traces très indirectes. Ce n'est qu'en mettant bout à bout tous ces savoirs que nous trouverons peut-être un jour ce qui nous échappe encore : la preuve irréfutable que nous ne sommes pas irrévocablement seuls dans l'univers. ■

« Les progrès des télescopes et des sondes rendent l'astrobiologie de plus en plus excitante »

PROFESSEUR d'astrophysique à Aix-Marseille Université, Olivier Mouis est le fondateur et actuel directeur de l'institut Origines.

LE FIGARO. - Pourquoi avoir créé cet institut ?

Olivier MOUIS. - L'institut est né fin 2021, mais l'idée a germé à partir de 2018. Cela traduisait la volonté d'un collectif de chercheurs marseillais de promouvoir l'astrobiologie. Cette thématique n'est pas nouvelle - elle a émergé dans les années 1970 - mais nous arrivons à une époque où les moyens de détection au sol et dans l'espace rendent la discipline de plus en plus excitante. Nous arrivons maintenant à mesurer la présence de molécules de plus en plus complexes, et les premières missions de retour d'échantillons reviennent sur Terre. Notre initiative locale est aussi complétée par la mise en place au niveau national du PEPR « Origins », piloté par mon collègue Alessandro Morbioli de l'Observatoire de la Côte d'Azur, et doté d'un budget de 45 millions d'euros financé sur sept ans par France 2030. Ce programme financera notamment de nouveaux instruments innovants pour mieux comprendre les conditions d'émergence de la vie. De nombreux pays commencent par ailleurs à monter des instituts d'astrobiologie à Zurich, Tokyo, Washington, Utrecht, etc.

Quelles sont les grandes interrogations auxquelles vous cherchez à répondre ?

Le graal est évidemment de trancher la question de l'existence de la vie ailleurs que sur Terre. Pour cela, il faut commencer par déterminer quels pourraient être les marqueurs de la vie, quelle que soit

sa forme, et quels tests observationnels seraient les plus pertinents à mettre en œuvre. L'astrobiologie est par essence extraordinairement interdisciplinaire. Nous avons besoin d'expertise de plus en plus pointue en physique, en chimie ou en biologie.

Quels sont les atouts de Marseille ?

Nous avons la plus grande université de France, Aix-Marseille Université (AMU), avec plus de 80 000 étudiants. Nous disposons ainsi de toutes les compétences nécessaires. L'institut réunit déjà 16 laboratoires et 180 chercheurs, couvrant des domaines aussi variés que l'astrophysique, la planétologie, la chimie organique, la géophysique, la microbiologie, l'instrumentation spatiale ou encore la philosophie, et j'en passe. Le laboratoire d'astrophysique de Marseille (LAM), qui est impliqué dans toutes les grandes missions spatiales actuelles et à venir, joue évidemment un rôle central, mais tous les autres labos ne sont pas moins essentiels.

L'institut reste pour le moment une entité administrative. Comment parvient-il à exister concrètement ?

Nous sommes en effet un institut « hors mur ». Nous travaillons autour de projets communs pour créer cette interdisciplinarité. Nous avons organisé deux colloques internationaux cette année : l'IPPW 2023, fin août à l'école Polytech, qui réunissait les scientifiques et technologues qui s'intéressent à l'exploration du Système solaire ; et une conférence sur l'état de l'art des connaissances sur les lunes de Jupiter au palais du Pharo, qui a rassemblé tout le gratin des missions joviennes (Juno, Juice et

Europa Clipper). Nous avons aussi organisé une école d'été sur les lunes gelées pour tous les doctorants et les jeunes chercheurs à l'Observatoire de Haute-Provence. Nous voulons former les chercheurs de demain, en associant recherche et enseignement. On a notamment un projet de master européen d'astrobiologie. Nous finançons évidemment déjà des thèses de doctorat, des post-docs, des stages.

Comment aller plus loin ?

On aimerait créer un campus ou un centre spatial sur le site d'AMU capable de concevoir et construire des petits satellites, de type CubeSat ou NanoSat, dans le cadre de projets étudiants par exemple, ou de petites expériences spécifiques en microgravité. Nous souhaitons plus globalement nous orienter vers un modèle à l'anglo-saxonne en levant des fonds privés, en attirant des mécènes et des entreprises capables de nous financer autour de chaires d'excellence ou de projets ambitieux.

Ne faudrait-il pas à terme disposer d'un laboratoire spécifique d'astrobiologie ?

C'est certain qu'il faudra à minima qu'on insère cette thématique de l'astrobiologie dans un laboratoire existant. Le plus évident et le plus naturel serait peut-être de l'incorporer au sein du LAM, mais nous pourrions aussi envisager la possibilité de créer un laboratoire indépendant ailleurs, probablement sous l'égide de l'OSU (Observatoire des sciences de l'Univers) - Institut Pytheas. Mais disposer d'un laboratoire au cœur de la thématique de l'institut Origines serait fondamental. ■

PROPOS RECUEILLIS PAR T. V.



Europe 1

7H-9H
EUROPE 1 MATIN

Dimitri Pavlenko

Retrouvez l'édition politique à 7h53 avec Alexis Brézet et Vincent Trémolet de Villers du Figaro