

SCIENTIFIQUE, TOI AUSSI !

CONSTRUISONS ENSEMBLE
LE MONDE DE DEMAIN

Matinée du 02 février 2021

Réponses de Roland Lehoucq à vos questions

- **Quelle est la part de la représentation dans l'élaboration d'une réponse scientifique ? y a-t-il une différence avec le modèle ?**

Un modèle scientifique est une représentation simplifiée, parfois idéalisée, de la réalité d'un phénomène physique. Il permet de :

- *Rendre compte de certaines propriétés ;*
- *Prévoir des événements nouveaux ;*
- *Mettre en relation différentes observations ;*
- *Faire des simulations.*

Le statisticien George Box affirma que « Tous les modèles sont faux, mais certains sont utiles » signifiant par-là que :

- *Un modèle est faux au sens où c'est une simplification de la réalité physique, mais c'est aussi ce qui permet de généraliser ;*
- *Un modèle est utile car cette simplification de la réalité peut quand même nous aider à expliquer, prédire et comprendre le monde physique.*

https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_modelling

- **Le raisonnement par abduction doit-il être collaboratif ou individuel ?**

Tout travail scientifique est collaboratif. Bien sûr, on peut réfléchir « dans son coin » mais il faut toujours passer par une étape de confrontation de ses idées à la critique des collègues. Cela se fait d'abord autour d'un café, lors d'une réunion ou d'un colloque, en passant par la publication dans une revue scientifique, et enfin par la confrontation ultime : celle avec le réel, par l'observation ou l'expérimentation.

- **La théorie prédictive est-elle en lien avec les observables ou mesures expérimentales ?**

Une théorie doit permettre d'expliquer des observations ou des expériences mais aussi de pouvoir en prévoir de nouvelles, encore jamais faites. C'est ainsi qu'elle se met en péril : si sa prévision est bien constatée, on peut lui faire un peu plus confiance (tout en continuant à tester la théorie) ; si sa prévision n'est pas constatée, il faut alors modifier la théorie (en s'assurant aussi que les calculs et les expériences ont bien été menés).

- **Faut-il impérativement penser à l'irréel, imaginer pour comprendre le réel ?**

L'imagination est indispensable au scientifique, que ce soit en physique, en chimie, en biologie ou même en mathématiques. Les scientifiques sont obligés de faire appel à leur imaginaire pour tout ce qu'on ne peut pas voir et explorer. Il faut imaginer pour comprendre l'univers : personne n'a vu de ses yeux le centre des galaxies lointaines, l'univers dans son ensemble, le cœur du Soleil, les molécules ou les électrons. De manière générale, l'imagination est incontournable pour se représenter le monde. Une personne à qui on explique la physique quantique se construira forcément une représentation mentale des atomes, peut-être incomplète, parfois fautive en raison d'une incompréhension, mais elle passera par l'imaginaire. Un scientifique fait pareil, à la seule différence près que sa connaissance et sa compréhension des équations l'aideront à créer une représentation plus pertinente, plus cohérente avec le réel qu'elles décrivent.

- **Ne peut-on élaborer une théorie qui ne soit utile et valable que dans une majorité de cas ? Ou dans un domaine spécifique (qui ne serait donc pas universelle) ?**

La physique vise à élaborer des théories qui soient aussi générales que possibles, i.e. décrivant un nombre aussi grand que possible de situations différentes. Mais dans son élaboration, une théorie commence souvent par ne s'intéresser qu'à des cas particuliers, avant d'être généralisée. Ainsi, les théories de l'électricité et du magnétisme furent, à l'origine, distinctes. Elles fusionnèrent dans l'électromagnétisme, puis Maxwell montra que la lumière était une onde électromagnétique. Plus tard la physique des particules montra que l'on pouvait fusionner la théorie électromagnétique avec celle de l'interaction faible pour former la théorie dite « électrofaible »

https://fr.wikipedia.org/wiki/Interaction_%C3%A9lectrofaible

- **Existe-t-il une théorie sur laquelle on se serait basé et qui se serait avérée fautive mais qui n'aurait pas impacté les découvertes faites grâce à elle ?**

Une hypothèse a pour but de rendre compte d'un phénomène nouveau. Cette hypothèse doit être testée expérimentalement et peut s'avérer fautive car finalement incapable de rendre compte d'autres faits. Sa fausseté ne met pas en cause les phénomènes qu'elle décrivait, car ils sont maintenant intégrés dans une description plus large et plus adaptée. Par exemple, l'hypothèse géocentrique permettait de rendre compte de la possibilité d'éclipses de Soleil ou de Lune. Son remplacement par la théorie héliocentrique n'a pas remis en cause notre compréhension du mécanisme des éclipses, juste leur description et leur calcul.

- **Travaillez-vous sur une théorie du "tout" ? Et qu'est-ce que ça changerait quelque chose si on en avait une ?**

Non, cette hypothétique « théorie du tout » est plutôt l'objet d'étude de la physique théorique, pas de l'astrophysique. Si on arrivait à l'élaborer, nous disposerions d'une théorie physique unique pour décrire les quatre interactions fondamentales (gravitation, électromagnétisme, nucléaires forte et faible).

https://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9orie_du_tout

- **Quel a été votre parcours universitaire ? Comment devenir astrophysicien au CEA ?**

Après un baccalauréat scientifique, j'ai fait les classes préparatoires aux grandes écoles (option physique-chimie), puis j'ai intégré l'Ecole Normale Supérieure de Paris où j'ai suivi un cursus universitaire classique (mais un peu accéléré) jusqu'à faire une thèse de physique. À l'issue de ma thèse, qui s'est déroulée au CEA, j'ai été embauché au Service d'Astrophysique de Saclay.

- **Quelle est la journée type d'un astrophysicien ?**

Je ne suis pas sûr qu'il y en ait vraiment une d'autant qu'il y a une grande liberté dans l'organisation de son temps. Mais voici quelques tâches qui reviennent régulièrement.

- *Le travail de recherche : calcul avec papier et crayon, travail sur ordinateur pour mettre au point un programme de simulation numérique, lecture d'articles, rédaction de ses articles, discussions avec ses collaborateurs sont le quotidien d'un chercheur théoricien. Pour les observateurs, il faut ajouter la rédaction des demandes de temps d'observation sur les grands télescopes ou les satellites, le traitement et l'analyse des données obtenues, ainsi que la réflexion sur les instruments du futur.*
- *La bibliographie : il s'agit de consulter régulièrement les bases de données d'articles scientifiques (comme <https://arxiv.org>) pour se tenir au courant des dernières publications, sélectionner celles qui relèvent de votre domaine de recherche, avant de les lire. Il est aussi utile de se tenir au courant de l'actualité scientifique au-delà de sa discipline.*
- *La discussion avec les collègues : moment convivial d'échange d'informations, de nouvelles, d'exposition de ses difficultés ou de ses succès, qui se passe très souvent autour d'un café.*
- *Assister à un séminaire : il s'agit là d'écouter un(e) chercheur(e) présenter ses derniers résultats de travail. En région parisienne, il y a plusieurs dizaines de séminaires chaque semaine. En général, on assiste à ceux de son laboratoire, une fois par semaine environ, parfois à ceux des voisins.*
- *Donner des conférences, cours et séminaires : c'est le moyen de diffuser son travail scientifique, mais plus largement les connaissances scientifiques vers les étudiants ou le grand public.*
- *Lire et répondre à son courrier électronique : c'est le moyen de communication de la communauté scientifique. On peut en recevoir plusieurs dizaines par jours, dont certains nécessitent une réponse élaborée quand, par exemple, il s'agit d'une réponse scientifique détaillée à un collaborateur.*

- **Sur quoi vos recherches portent-elles exactement ?**

J'ai d'abord travaillé en astrophysique des hautes énergies, en étudiant le rayonnement gamma des supernovas. Puis je me suis tourné vers la cosmologie en travaillant sur la forme de l'univers, sa topologie.

- **Personnellement, avez-vous fait des découvertes ?**

J'ai produit des idées nouvelles, qui ont été publiées dans des revues scientifiques. Mais pas de découverte au sens de « découvrir une nouvelle théorie » ou « découvrir un nouvel objet de l'univers ». Le travail des scientifiques est avant tout de faire progresser les connaissances scientifiques collectivement et en collaboration.

- **Quelle serait la composition de l'air sur Pandora pour qu'on puisse créer de l'oxygène ?**

L'atmosphère de Pandora est irrespirable pour les humains, mais ils peuvent se contenter d'un simple respirateur. Au vu de ses exubérantes forêts, elle doit être plus riche en dioxyde de carbone (CO₂), que « mangent » les plantes via la photosynthèse, comme l'était l'atmosphère terrestre il y a quelques centaines de millions d'années, à l'époque du Carbonifère. L'enrichir en dioxygène serait utile aux humains, mais sans doute fatal aux Navi's qui respirent parfaitement cette atmosphère : faut-il donc le faire ? Concernant la Terre, son enrichissement en dioxygène a commencé lors d'un épisode de son histoire nommé Grande Oxydation, il y a environ 2,5 milliards d'années.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Grande_Oxydation

- **Comment peut-on être sûr que l'atmosphère est propice à la vie ?**

Notre atmosphère est incontestablement propice à la vie ! Une atmosphère en général ne l'est pas forcément. Reste qu'une atmosphère est nécessaire pour espérer avoir de l'eau liquide (considérée elle comme indispensable à la vie) à la surface d'une planète : par la pression qu'elle exerce et l'effet de serre qu'elle provoque elle peut donc faciliter l'apparition de la vie.

- **Qu'espère-t-on découvrir grâce aux ondes gravitationnelles ?**

Les ondes gravitationnelles sont de nouveaux vecteurs d'information sur les phénomènes qui se déroulent dans l'univers. Elles s'ajoutent aux autres messagers que sont la lumière (dans toutes les longueurs d'onde) et les particules (rayons cosmiques, neutrinos). Celles que nous avons détectées pour l'instant résultent de la coalescence de deux objets compacts (étoile à neutrons ou trou noir) en orbite autour de leur centre de gravité commun. Nul ne sait ce que nous découvrirons grâce à elles, mais il est certain que nous en apprendrons plus sur les objets compacts.

- **Si le modèle de Big Bang est assimilé à une explosion, il devrait y avoir un centre de l'univers ; connaît-on ce centre ?**

Les modèles d'univers à Big Bang ne doivent justement pas être associés à une explosion car il n'y a pas de centre d'expansion : toutes les galaxies s'éloignent de toutes les autres.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Expansion_de_l%27Univers

- **Qu'est-ce qu'un pulsar ?**

Il s'agit d'une étoile à neutrons fortement magnétisée et tournant rapidement sur elle-même (période comprise entre un dixième et une seconde).

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Pulsar>

- **Pourquoi y a-t-il plus de matière que d'antimatière ?**

L'origine de cette asymétrie entre matière et antimatière est encore débattue et reste l'une des grandes questions ouvertes de la physique, mais la violation de CP pourrait y jouer un rôle. La physique des particules a montré que la symétrie CP, combinant inversion de la charge électrique et de l'orientation de l'espace, n'était pas respectée par certaines particules, les kaons neutres et les mésons B. Comme la symétrie CPT doit être assurée pour préserver la causalité, c'est que la symétrie T de renversement du temps n'est pas respectée à l'échelle microscopique. Cela a une conséquence importante car certaines particules, comme le kaon ou le méson B, se transforment en leur antiparticules respectives, et réciproquement. Oscillant entre leur état matière et leur état antimatière, on pourrait s'attendre à ce que ces particules passent autant de temps sous forme de matière que d'antimatière. Mais les expériences sur la violation de CP montrent le contraire : ces particules passent plus de temps dans leur état de matière. Cette violation de la symétrie par renversement du temps pourrait expliquer que l'antimatière se soit retrouvée en très légère minorité face à la matière lors des premiers instants de l'univers, conduisant, lors de leur annihilation mutuelle, à ne laisser que de la matière sur le terrain cosmique.

<https://home.cern/fr/science/antimatter/matter-antimatter-asymmetry-problem>

<https://www.pourlascience.fr/sd/physique-particules/les-neutrinos-la-cle-de-l-asymetrie-matiere-antimatiere-19318.php>

https://fr.wikipedia.org/wiki/Violation_de_CP

- **Comment peut-on connaître l'évolution de l'univers ?**

On peut se faire une idée de l'évolution passée de l'univers en observant les objets qui le composent, notamment les galaxies et leur regroupement, les amas de galaxies. Plus ils sont lointains dans l'espace, plus leur lumière a mis du temps pour nous parvenir. Elle porte donc témoignage d'époque ancienne que les scientifiques décrivent, pas un modèle cosmologique, c'est-à-dire une description de l'évolution de notre univers et de son contenu. La lumière la plus ancienne fut émise il y a 13,8 milliards d'années, à une époque où n'existait nulle galaxie. Elle se nomme « rayonnement diffus cosmologique ».

https://fr.wikipedia.org/wiki/Fond_diffus_cosmologique