

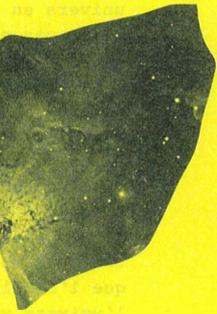
INGRÉDIENT

Énergie ¹

L – JEAN-PIERRE LUMINET

Interview par Marie Simon

P. 136



En tant qu'êtres humains, nous savons que l'énergie est essentielle à la vie, à l'animation des êtres, au devenir de nos corps, de nos machines et de nos sociétés. C'est pour nous une sorte de principe à partir duquel les choses s'agitent, un flux impalpable qui nous fait dire « je suis plein d'énergie » quand les journées prennent la forme de notre volonté ou « il n'y a aucune énergie là-dedans » lorsqu'une œuvre d'art échoue à soulever notre âme. Pour le non-scientifique, l'énergie, c'est la poésie de ce qui circule et de ce qui se transforme. Mais pour Jean-Pierre Luminet, astrophysicien, l'énergie n'est pas cette force impalpable qui n'a pas de nom. Au contraire, il n'y a rien de plus tangible. En sciences, on décrit l'énergie comme la capacité d'un système physique à produire un travail entraînant du mouvement, de la lumière, de la chaleur, des réactions, et à régir les interactions entre les phénomènes. Grâce à elle, nous pouvons écrire l'histoire de notre univers depuis ses origines et prédire son destin. C'est d'ailleurs la tâche de l'une des disciplines phare de la physique, la cosmologie, au sein de laquelle Luminet possède une réputation internationale.

Directeur de recherche au CNRS, Jean-Pierre Luminet travaille également à l'Observatoire de Paris-Meudon. Parce que passer ses journées à décrire l'univers dispose à l'émerveillement et que les équations ne sont pas toujours un support suffisant pour le contenir, il est également écrivain, poète, avec une affection toute particulière pour Jorge Luis Borges. Il porte d'ailleurs un extrait de « L'Aleph » comme un étendard : « J'eus le vertige et je pleurai car mes yeux avaient vu cet objet secret et conjectural dont les hommes usurpent le nom, mais qu'aucun homme n'a regardé : l'inconcevable univers ».

Si Luminet pense que les concepts les plus grandiloquents de la physique – énergie, trous noirs, quasars, ondes, Big Bang – ne peuvent à eux-seuls receler les mystères poétiques du monde, il estime que création scientifiques et création poétique doivent être strictement séparées. Aujourd'hui, c'est de sciences, et uniquement de sciences dont il me parlera.

Il faut dire que je me questionnais sur un concept qui exige la plus grande rigueur, surtout depuis que les rêveurs l'ont revêtu d'une aura de mystère : l'énergie sombre. C'est l'une des notions les plus débattues en physique actuellement, et elle est proprement fascinante.

Marie Simon Qu'est-ce que cette mystérieuse énergie sombre qui passionne actuellement les chercheurs, et quelle est sa nature ?

Jean-Pierre Luminet Le concept d'énergie sombre est apparu très récemment, à la fin des années 90 à la suite d'une découverte expérimentale. On s'est aperçus que l'univers était en expansion accélérée, c'est-à-dire qu'à grande échelle, les objets qui le composent (les galaxies par exemple) s'éloignent les uns des autres, et de plus en plus vite. En bref, la taille de l'univers observable augmente, et cette expansion subit une accélération, comme s'il l'univers était pressé d'être le plus vaste possible. Ce phénomène avait déjà été prédit par des modèles théoriques par le passé – par l'astronome Georges Lemaître par exemple. Georges Lemaître, dans les années 30, pensait que l'univers était en expansion accélérée, et que pour générer cette mystérieuse accélération

il fallait une composante qui allait à l'encontre de la gravitation, la force qui attire les corps massifs entre eux. Pour que l'accélération de l'expansion de l'univers soit compatible avec la gravitation, il fallait donc un « quelque chose » capable de repousser les objets de l'univers, de les empêcher de se rapprocher les uns des autres. Par la suite, les pères fondateurs de la cosmologie moderne ont plus ou moins oublié, ou du moins délaissé l'hypothèse de Lemaitre, qui était en fait une géniale intuition.

Marie On a redécouvert l'hypothèse de Lemaitre à la fin des années 90, c'est bien ça ?

Jean-Pierre Oui. Les mesures astronomiques ont confirmé l'accélération de l'expansion de l'univers en 1998. Il a fallu se confronter de nouveau à ce problème du « quelque chose », cette forme manquante d'énergie anti-gravitante. C'est là que notre énergie sombre intervient. Pourquoi est-elle noire ? Parce que ce n'est pas une énergie apparentée aux types d'énergie connus (comme l'énergie radiative, l'énergie lumineuse, l'énergie thermique, etc.) La nature de l'énergie sombre est inconnue, elle ne se « voit » pas directement, elle ne se détecte pas. On ne la connaît que par l'effet qu'elle aurait sur la vitesse de l'expansion de l'univers.

Marie Comment peut-on seulement utiliser un concept d'énergie dont on ignore la nature ?

Jean-Pierre Bonne question ! Les scientifiques ne s'accordent pas là-dessus. Georges Lemaitre estimait quant à lui que ce qu'on appelle aujourd'hui l'énergie sombre était en fait l'énergie du vide. Encore un concept surprenant. On sait aujourd'hui que, même si c'est très contre-intuitif, le vide a bel et bien de l'énergie. Si vous prenez une boîte et que vous enlevez tout ce qu'il y a dedans - les atomes, les particules, les champs de force - tout ce que vous pouvez imaginer, il restera quelque chose que vous ne pourrez jamais enlever, c'est l'énergie du vide. On a mis en évidence expérimentalement en laboratoire que cette énergie du vide existe bel et bien, et surtout qu'elle possède une pression négative. Plutôt que de pousser, on peut également

parler de « tension », c'est-à-dire quelque chose qui a tendance à étirer plutôt qu'à comprimer.

Marie Pourquoi les cosmologistes s'intéressent-ils autant à cette fameuse énergie noire, impalpable ?

Jean-Pierre Parce qu'elle gouverne la dynamique de l'univers ! Ce n'est pas rien. L'histoire de l'univers est liée à son contenu matériel - on a donc besoin de savoir ce qu'il y a là-dedans pour comprendre l'origine de l'univers et son destin. On a notamment besoin de savoir quelles formes d'énergie le remplissent. Aujourd'hui, on est capable de faire des mesures sur tout ce qui remplit l'espace. Or, ces mesures convergent vers des proportions assez étonnantes : 68% de l'ensemble de l'énergie de l'univers serait sous forme d'énergie sombre. Le reste serait constitué par des formes d'énergie matérielles qui engendrent de l'énergie gravitationnelle, c'est-à-dire de l'énergie « normale ». L'énergie sombre, elle, est totalement anormale. C'est une forme d'énergie à l'état diffus qui domine pourtant la dynamique de notre univers et le met en expansion.

Marie Comment se comporte-t-elle ?

Jean-Pierre Prenez le tonneau des Danaïdes, le tonneau troué que vous ne pouvez jamais remplir. C'est à peu près pareil. Nous avons dit que l'univers se dilate. Bien. Maintenant, prenez un volume donné d'espace et suivez son évolution au cours du temps. À cause de la dilatation, la densité de matière qu'il y a à l'intérieur diminue de plus en plus. Cela signifie que l'énergie matérielle diminue au cours du temps. En revanche, l'énergie noire, elle, remplit le tonneau des Danaïdes troué à taux constant. L'espace peut grandir autant qu'il veut, elle sera toujours là. Si l'on applique cela à l'histoire du cosmos, on s'aperçoit que dans les 5 ou 6 premiers milliards d'années de l'histoire de l'univers (à partir du Big Bang), les formes d'énergie matérielles étaient dominantes et l'expansion de l'univers ralentissait. Sauf que la matière a continué de se diluer avec le temps, tandis que l'énergie noire, elle, restait constante. Elle est donc devenue majoritaire dans l'univers ; c'est à ce

moment-là que l'expansion de l'univers a commencé à accélérer, il y a 6 à 7 milliards d'années environ. Ce point d'inflexion correspond à peu près à la moitié de l'âge de l'univers, qui a 14 milliards d'années.

Marie Si l'univers continue de se dilater de plus en plus vite, quel est son destin ?

Jean-Pierre Dans l'hypothèse où l'expansion accélérée se poursuivrait indéfiniment, l'univers se dilaterait de plus en plus rapidement et deviendrait toujours plus froid, toujours plus sombre. Plus aucune étoile ne se formerait, les vieilles étoiles s'éteindraient, la vie ne pourra plus suivre son cours. L'univers sera silencieux, obscur, vide, un vrai désert cosmique. C'est ce qu'on appelle l'hypothèse du Big Chill, la mort thermique de l'univers.

Marie Même si en tant que cosmologiste vous êtes familier de ce sujet depuis très longtemps, est-ce que l'idée d'un univers en expansion accélérée ne vous donne pas encore le vertige, parfois ?

Jean-Pierre Je ne parlerai pas de vertige en ce qui me concerne, mais certains scénarios prévus par la cosmologie ont de quoi chambouler les esprits, c'est sûr. Si on extrapole et que l'on imagine que l'énergie noire sera toujours là et dominera toujours notre univers, cela signifie que l'accélération de l'expansion de l'univers va devenir exponentielle. L'univers va donc adopter le type de croissance le plus rapide que l'on puisse imaginer. Il risque alors de mourir lors d'un événement épouvantable, le Big Rip, qui est en fait le déchirement de l'espace lui-même suite à un étirement de l'univers de plus en plus violent. Toute structure existant dans l'Univers, des amas de galaxies aux atomes, serait alors disloquée, détruite. Ce scénario a de quoi donner le vertige, j'en conviens.

Marie Selon vous, quelle est la probabilité que l'énergie sombre ne soit qu'un artefact, et qu'à terme l'hypothèse de son existence soit

Jean-Pierre En sciences, il n'y a pas de vérité absolue, il n'y a que des consensus. Quand il n'y a plus de consensus on améliore les théories, on fait des hypothèses plus fines, plus adéquates. Actuellement, il y a un consensus sur l'existence de l'énergie sombre. Cependant, des voix s'élevaient de plus en plus pour la remettre en question ; des chercheurs pensent que nous nous sommes trompés dans l'interprétation des mesures astronomiques réalisées jusqu'à présent, ou encore que nous aurions mal compris la gravitation. Pour ma part, je pense que l'hypothèse de l'énergie noire est solide et convaincante.

Marie Vous paraît-il difficile de communiquer un concept aussi étrange que celui d'énergie noire aux non-scientifiques ?

Jean-Pierre Non, même si on me pose parfois des questions assez déroutantes. On ne demande souvent, par exemple, si l'énergie noire pourrait constituer une forme d'énergie renouvelable, propre, illimitée, que nos sociétés pourraient utiliser dans le futur. « Cette énergie cosmique, M. Luminet, ne pourrait-on pas la récupérer ? » C'est une question très amusante qui montre une conscience écologique radicale ! Et elle n'est pas forcément idiote. Aller pomper l'énergie du vide cosmique pour faire tourner nos voitures, ça fait rêver !

À lire : Jean-Pierre Luminet et Hubert Reeves, « Dialogues sous le ciel étoilé », Robert Laffont, 2016.