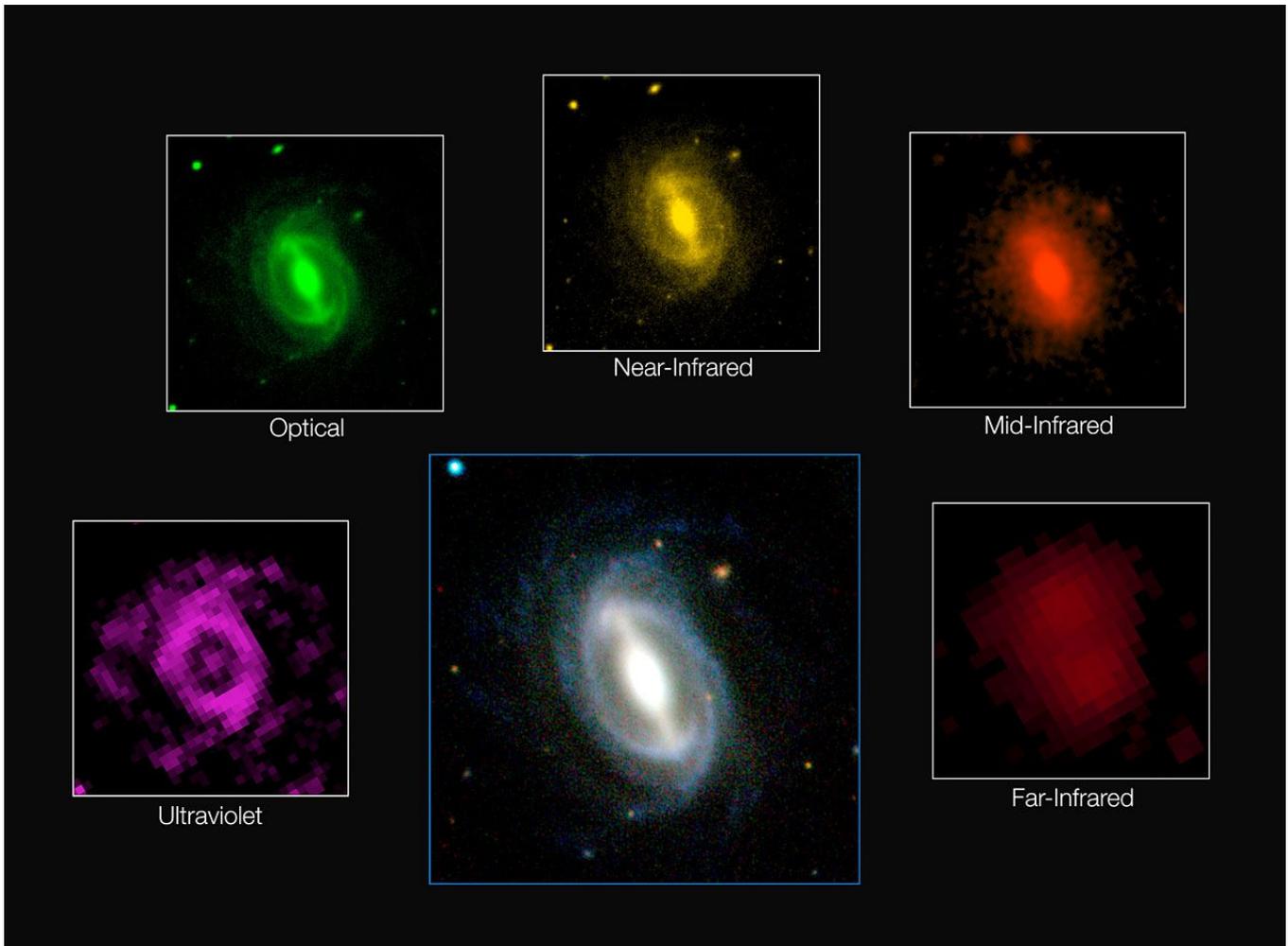


Mort prochaine de l'univers : rien de nouveau sous le Soleil !

Selon un communiqué de l'ESO, des scientifiques ont donné une mesure très précise de ce qui semble être « la mort thermique de l'univers ». En effet, la luminosité des galaxies baisse inexorablement par suite de l'épuisement des réserves de carburant nucléaire. Toutefois, l'idée n'est pas nouvelle et le destin du Cosmos reste encore largement indéterminé.



Cette image composite révèle l'apparence d'une galaxie typique du sondage Gama à différentes longueurs d'onde,. Ce vaste projet a mesuré l'énergie produite par plus de 200.000 galaxies. Le résultat obtenu offre l'estimation la plus précise à ce jour de l'énergie produite au sein de l'univers proche. Il confirme que la quantité d'énergie produite à l'heure actuelle dans une portion de l'univers représente la moitié environ de ce qu'elle était voici deux milliards d'années, et révèle que cette chute de production affecte l'ensemble des longueurs d'onde comprises entre l'ultraviolet et l'infrarouge lointain. © ICRAR/Gama and ESO

Un article récemment déposé sur arxiv rencontre actuellement un certain écho médiatique puisqu'il annonce qu'une équipe internationale d'astronomes a observé que l'univers est en train d'agoniser lentement. En fait, nous dit-on, le phénomène était connu dès les années 1990. On vient seulement de le mesurer de façon plus précise et plus complète dans le cadre du projet Galaxies et assemblage des masses (Gama), le sondage multi-longueurs d'onde le plus étendu jamais réalisé. Comme l'explique le leader du projet, l'astronome

Simon Driver de l'*International Centre for Radio Astronomy Research (ICRAR)*, en Australie : « nous avons utilisé autant de télescopes terrestres et spatiaux que possible pour mesurer, sur une bande spectrale aussi étendue que possible, l'énergie libérée par un échantillon de 200.000 galaxies ».

La conclusion des chercheurs est sans appel, le taux de quantité d'énergie libérée par ces galaxies, déduit des observations à 21 longueurs d'onde différentes, depuis l'ultraviolet jusqu'à l'infrarouge lointain, a été divisé par deux au cours des deux derniers milliards d'années. En d'autres termes, la luminosité des galaxies de l'univers est en train de baisser parce que les étoiles sont en train d'épuiser sans retour le carburant nucléaire disponible dans ces galaxies. Tôt ou tard, ces étoiles vont toutes mourir entraînant dans leur perte les civilisations technologiques E.T et les biosphères qui auraient pu se développer autour d'elles sur des exoplanètes.

Bien que la preuve de ce phénomène ait été donnée il y a une vingtaine d'années et qu'il est observé avec une grande précision pour la première fois, l'annonce n'aurait pas surpris les physiciens et les astronomes de la fin du XIX^e siècle qui savaient déjà que l'univers devait s'acheminer vers ce que l'on appelle la mort thermique (le nom est dû à Helmholtz mais l'idée remonte en fait à Kelvin qui avait des vues étonnamment modernes sur la question).

Entropie et mort thermique de l'Univers

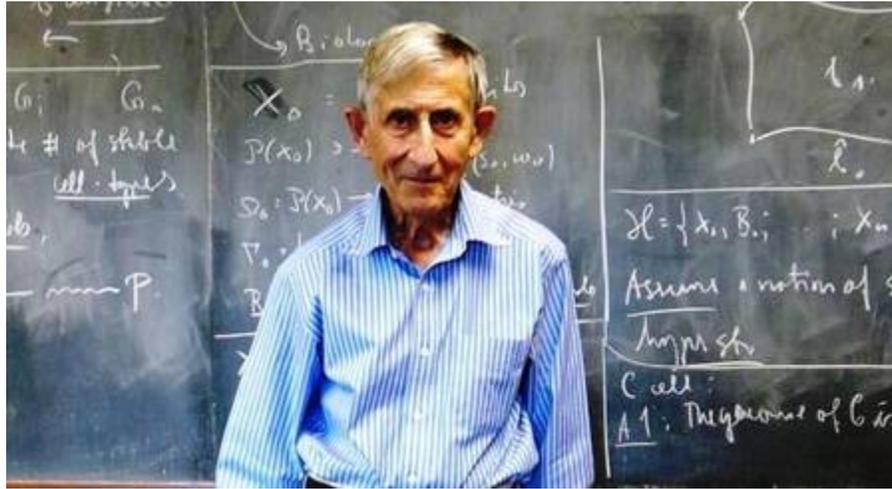
En effet, dès 1865, le physicien allemand Rudolph Clausius, à qui l'on doit la notion d'entropie et la première formulation du second principe de la thermodynamique qui l'accompagne, avait énoncé les deux lois suivantes :

- l'énergie de l'univers est constante,
- l'entropie de l'univers tend vers un maximum.

Rappelons que l'entropie peut se voir comme la disponibilité de l'énergie (laquelle ne peut être ni créée ni détruite) pour effectuer un travail, par exemple maintenir vivant un organisme. Selon le second principe de la thermodynamique, l'entropie d'un système isolé croît toujours, de sorte que l'énergie se dégrade et devient de moins en moins utilisable. Nous savons aussi que la théorie moderne de l'entropie indique qu'elle est également une mesure du degré de désordre d'un système. Son inexorable augmentation implique donc que l'univers entier doit un jour finir dans la décrépitude.

Cette conclusion tragique semble inévitable puisque, par définition, l'univers est tout ce qui est, donc un système isolé. Un jour donc, toute l'énergie de l'univers sera inutilisable. Elle ne pourra alors plus servir à faire briller des étoiles ni fonctionner les cellules vivantes. L'univers semble, d'après les observations actuelles, en expansion éternellement accélérée, se refroidissant sans cesse. Il devrait ainsi terminer son histoire dans un état de vide presque parfait, froid et dépourvu de structures complexes qui finiront par disparaître puisque entropie croissante implique désordre croissant tendant vers le maximum possible.

Dès la fin du XIX^e siècle, bien conscients des implications philosophiques et existentielles en cosmologie de la découverte de Clausius, plusieurs esprits avaient bien du mal à ne pas partager un pessimisme radical quant au destin du cosmos. Il est particulièrement bien exprimé par le plus grand philosophe occidental du XX^e siècle, Bertrand Russell, dans son texte *La profession de foi d'un homme libre*.



Freeman Dyson dans son bureau à l'université de Princeton. Le physicien a bien connu de grands noms de la physique comme Hans Bethe, qui a découvert comment brillent les étoiles, et Robert Oppenheimer, pionnier de la physique des trous noirs et des étoiles à neutrons. Dyson fut le premier à comprendre l'importance des travaux de Richard Feynman sur l'électrodynamique quantique relativiste, dont il donna une forme plus rigoureuse, ce qui lui permit, sans doctorat, de décrocher un poste à vie à l'université de Princeton. © Monroem, Wikipédia

Une intelligence éternelle dans un univers en expansion ?

En fait, les progrès de la physique et de la cosmologie moderne ont particulièrement brouillé les cartes pour la prédiction du destin ultime du cosmos. La découverte de l'expansion de l'univers met en question la pertinence du concept de système isolé pour l'univers. La possibilité d'envisager des cosmologies cycliques, comme celle du grand physicien et mathématicien Roger Penrose, ne rend pas non plus les choses faciles pour envisager une fin ultime pour le cosmos, sans parler des implications possibles des théories sur les multivers inflationnaires.

Il n'est même pas certain que l'on puisse raisonnablement dire ce que sera l'univers dans 3.000 milliards d'années. La découverte de l'expansion accélérée de l'univers peut laisser penser que le cosmos va effectivement devenir de plus en plus dilué et froid. Mais comme nous ignorons quelle est la nature exacte de l'énergie noire, il se pourrait que l'expansion se change en contraction, menant donc à un Big Crunch ou aboutissant en un Big Rip et non pas en un Big Chill (le Grand Refroidissement).

En tout état de cause, un univers en expansion éternelle implique-t-il que toute vie intelligente est condamnée à périr ? Ce n'est pas certain, là non plus. Le grand physicien Freeman Dyson l'avait d'ailleurs montré en 1979 dans un article intitulé *Time without end: Physics and biology in an open universe*, portant sur le destin de la matière et de la vie dans un univers sans constante cosmologique et en expansion éternelle. Selon lui, même si la quantité d'énergie disponible est finie, il peut exister une infinité de pensées différentes pour cette vie intelligente si elle pense de plus en plus lentement. En pratique, cela revient à une vie éternelle pour une forme d'intelligence et de conscience qui serait, par exemple, une super IA.

Dyson était cependant conscient de plusieurs problèmes potentiels qui pouvaient invalider ses conclusions. Certes, une telle intelligence pourrait disposer de sources d'énergies plus durables que les étoiles ordinaires, par exemple en utilisant le rayonnement émis par des trous noirs supermassifs en train de s'évaporer par effet Hawking. Mais la matière pourrait être instable, sa durée de vie serait donc limitée. C'est ce que suggèrent certaines théories de GUT qui prédisent que les protons finiront par se désintégrer.