Le "vide" est-il vide ?
Quelle relation avec l'expansion (accélérée) de l'Univers ?

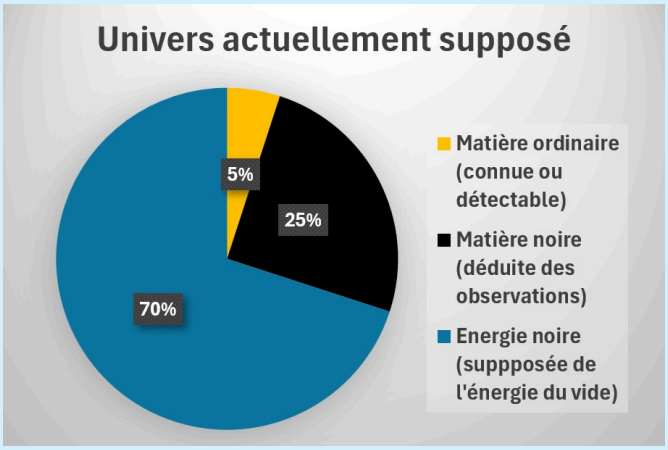
Science facile

Le vide, en principe, c'est quand il n'y a plus de matière, plus d'atomes, mais est-ce que pour autant il n'y a "rien" (d'autre) ?

Dans l'Univers infiniment grand ou petit, le vide total n'existe pas. Partout, même en absence d'atomes, des particules circulent et interagissent entre elles. Dans l'infiniment petit, comme dans l'infiniment grand, le "vide" est ainsi parcouru en permanence par des milliards de milliards de neutrinos, des particules non chargées électriquement et de très faible masse. Venant des étoiles et des galaxies, la lumière aussi, sous forme de photons, parcourt des espaces infinis. Nous utiliserons donc plutôt le volable "**espace**" et que celui de "vide".

Dans l'antiquité, Démocrite (400 ans avant J.-C.) pensait que les atomes baignaient dans un espace vide. Ce n'était pas la vision d'Aristote, qui, moins de 100 ans plus tard, affirma que *"la nature a horreur du vide"* et que l'univers est rempli d'une substance éternelle, *l'éther*. Cette théorie, nommée plus tard ***"horror vacui"*** survivra jusqu'au 17è siècle. En fait, c'étaient plutôt les hommes et les religions qui avaient horreur du vide !

Car Galilée et Torricelli, travaillent à démontrer la possibilité physique du vide, ce qui mènera à la célèbre expérience de Blaise Pascal au Puy de Dôme en 1648. **Pascal démontrera alors que que la pression atmosphérique existe, que l'air a un poids et donc que, selon lui, le vide existe.** René Descartes (début du 17è siècle), n'y croyait pas et restera toute sa vie dans l'erreur d'Aristote. **Pour Isaac Newton**, à la fin du 17è siècle, le vide est bien ce qui reste de l'espace si l'on retire toute la matière qu'il contient. C'est pour lui un espace absolu, infini et immuable, mais où s'exerce **la *"force de gravitation"* qui fait que les masses s'attirent à travers le vide sans aucun contact mécanique direct.**



Nous arrivons donc au début du 20è siècle lorsque la théorie relativiste, qui bouleverse le rapport entre la masse et l'énergie, se pose la question : qu'est-ce qui caractérise vraiment le vide ? Sans aucun doute l'absence de matière sous forme atomique. Et s'il n'y a pas de masse, en principe, il n'y a donc pas d'énergie (E=M.c2)...

Et bien, ce n'est pas tout à fait vrai et cela va avoir une importance considérable pour la cosmologie moderne car dans le vide, **le principe d'incertitude de Heisenberg** (évoqué dans un épisode précédent et confirmé par les expériences), joue un rôle très important.

En physique quantique, cet effet se traduit par l'impossibilité de connaître en même temps et avec une précision parfaite la position et la vitesse (ou quantité de mouvement) d'une particule. C'est un peu comme si l'on veut photographier une voiture de course. Soit on utilise une vitesse de déclenchement ultra-rapide, la photo est très nette, la position de la voiture est mesurée avec une très grande précision mais il est impossible de connaître sa vitesse ; soit on pose plus longtemps, la voiture apparaît comme une traînée qui permet de calculer la vitesse, sans pour autant pouvoir déterminer une position précise. Il y a une sorte d'incertitude croisée : mesurer avec précision la vitesse donne une imprécision sur la position et vice-versa.

De la même manière, **l'incertitude de Heisenberg exprime une indétermination sur la position et l'énergie d'une particule**, qui exclut de fait un état d'énergie strictement nulle sur une durée infinie. Ceci est totalement négligeable dans la physique sur Terre, mais, à grande échelle, il n'en va pas de même.

A cause de cette infime fluctuation, **l'énergie la plus basse du vide quantique n'est pas zéro**. Le vide possède une énergie résiduelle minimale, appelée ***"énergie du point zéro"***. Les expériences menées au CERN montrent que ces particules, en fait des paires d'électrons-positrons, sont très éphémères (on les appelle particules "virtuelles") car elles se percutent et se détruisent presque immédiatement, ramenant le vide à son état initial.

Et c'est là où l'infiniment petit et l'infiniment grand ce rejoignent : cette "énergie du vide" peut-elle expliquer l'expansion (accélérée) de l'Univers ?

Le bon sens voudrait que la gravité ralentisse le grandissement de l'Univers (suite au *big bang*). Mais on observe le contraire : l'Univers grandit de plus en plus vite ! Cette énergie du vide, appelée ***"énergie noire"***, en est-elle la cause ? Elle pourrait alors représenter 70 % de tout l'Univers... Le reste serait la matière visible (5%) et la ***"matière noire"*** de nature encore inconnue, simplement déduite de ses effets gravitationnels sur la matière visible (25 %).

Il reste donc encore beaucoup de travail aux astronomes et aux physiciens pour comprendre l'Univers...