

Vide quantique

https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Vide_quantique

Fluctuation du vide et création de paires de particules.

L'équation la plus célèbre de la physique, $E = m c^2$, traduit l'équivalence entre masse et énergie. Donc en empruntant de l'énergie au vide il est possible de créer des particules massiques. Ce mécanisme est à l'origine de l'apparition de paires de particules virtuelles. Ainsi en mécanique quantique le vide est rempli de particules virtuelles apparaissant pendant un temps très bref avant de disparaître. [...]

<https://www.larecherche.fr/cosmologie-le-vide-nest-ilrien>

Serge Reynaud - « En effet, la définition classique du vide ne tient pas en physique quantique. Le vide quantique n'est pas « rien », il contient des fluctuations de champ, appelées fluctuations du vide. Elles ont de multiples effets, observés dans de nombreux domaines de la physique. Un atome isolé dans le vide interagit avec les fluctuations quantiques du champ électromagnétique, ce qui induit le phénomène de fluorescence. Plus généralement, l'interaction avec ces fluctuations est responsable d'effets quantiques omniprésents en physique atomique et subatomique [...].

<https://trustmyscience.com/les-fluctuations-quantiques-du-vide/>

Avec l'avènement de la mécanique quantique, la notion de « vide », déjà complexe à définir pour les physiciens, a pris une toute nouvelle dimension. Aujourd'hui, les scientifiques savent que le vide n'est pas une entité physique inerte mais, au contraire, qu'il est animé d'un mouvement chaotique permanent. En effet, le vide est continuellement le siège de fluctuations quantiques à l'échelle microscopique. Mais que sont ces fluctuations ? Comment apparaissent-elles ? Sont-elles observables ?

Le vide quantique : énergie, fluctuations et particules. Le vide quantique occupe l'ensemble de l'univers. Il possède une énergie présente en tout point de l'espace appelée « énergie du vide ». Cette énergie fluctue en permanence autour de sa valeur moyenne selon une relation liant le temps et l'énergie tirée du principe d'indétermination d'Heisenberg.

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$$

Inégalité d'Heisenberg liant le temps et l'énergie.

Le symbole « Δ » désigne la variation d'énergie et l'intervalle de temps. Le symbole « \hbar » désigne la constante de Planck réduite. Cette inégalité montre que l'énergie d'un système est inversement proportionnelle à la durée de la mesure effectuée. Ainsi, il peut y avoir une variation spontanée de valeur d'énergie du vide pendant un intervalle de temps extrêmement court, correspondant à une « création » ou à un « excès » d'énergie. En réalité, le vide quantique étant assimilé à un champ quantique (en théorie quantique des champs), cette « création d'énergie » n'est autre qu'une très brève variation locale du niveau d'énergie du champ. Cela n'entre donc pas en contradiction avec le principe de conservation de l'énergie. En d'autres mots, pendant un laps de temps très court, de l'énergie est empruntée et restituée au vide.

L'énergie du vide est donc animée de fluctuations quantiques permanentes. Mais ce n'est pas tout. Avec la relativité restreinte, Albert Einstein a introduit sa fameuse relation donnant l'équivalence masse-énergie : $E = mc^2$

Ainsi, les fluctuations d'énergie du vide peuvent donc correspondre à l'existence de particules massives. En effet, en théorie quantique des champs, les fluctuations quantiques donnent lieu à l'apparition spontanée de paires particule-antiparticule virtuelles qui disparaissent presque aussitôt en s'annihilant. Ces particules sont dites « virtuelles » car leur durée de vie est extrêmement brève. Le vide quantique est donc animé de paires de particules virtuelles apparaissant et disparaissant continuellement.