

LA THEORIE QUANTIQUE ET LA « CATASTROPHE DU VIDE »

La théorie quantique des champs (TQC) aboutit à un résultat absurde dans le calcul de l'énergie du vide, c'est ce que l'on appelle la « catastrophe du vide » .

Le but de ce chapitre, qui est aussi la réponse au questionnement précédent (document 10), est d'essayer de comprendre pourquoi et d'en déduire une direction de recherche, dans un cadre quantique, pour trouver une valeur raisonnable que l'on puisse comparer à celle de la Relativité (constante cosmologique) qui, elle, est en accord avec l'analyse du rayonnement du fond cosmologique .

Examinons les méthodes employées par la TQC, méthodes appliquées avec succès dans le cadre du modèle standard pour décrire les réactions nucléaires et celles de l'électromagnétisme .

D'abord, on peut constater que les succès obtenus par la TQC concernent des systèmes où les échanges d'énergie sont de valeurs importantes .

L'espace y est occupé par les champs de « nature électromagnétique » excluant le champ gravitationnel qui semble échapper à toute tentative de quantification . Car ne sont traitables que les champs de nature quantique , le champ gravitationnel serait-il d'une autre nature ?

Mais, à propos, qu'est-ce qu'un champ de nature quantique ?

Le développement de la théorie a conduit à un certain nombre de contraintes mathématiques qui demandent de rappeler le sens physique profond de ce terme :

Le champ électrique, par exemple, à notre échelle, apparaît tout à fait continu mais lorsque on l'applique à une charge microscopique comme l'électron , on constate que son énergie ne peut varier que par éléments discrets, de nature vibratoire, que l'on appelle « sauts quantiques » .

Néanmoins, la théorie s'est attaquée avec succès à des problèmes du champ macroscopique comme les condensats de Bose /Einstein, l'effet Casimir et d'autres ... , la technique employée consiste à faire une sommation des énergies de tous les éléments discrets en question qui sont aussi des modes vibratoires, on obtient alors des séries divergentes dont on peut calculer les intégrales définies selon une méthode dite de « renormalisation » .

On dit aussi que la théorie ne permet de calculer que des différences d'énergie .

En ce qui concerne l'énergie du Vide , la TQC la définit comme la sommation des fluctuations des états d'énergie de points zéro de tous les champs quantifiables ;

L'énergie de point zéro, la plus basse, est celle du niveau fondamental (champ non excité)

Les fluctuations sont les variations, à très hautes fréquences de ce niveau , elles sont reliées à l'apparition de couples particules/antiparticules très éphémères que l'on qualifie de « virtuelles » .

L'amplitude de ces fluctuations est donnée par le relation de Heisenberg reliant le temps et l'énergie : $\Delta E \cdot \Delta t > h/4\pi$.

Le calcul peut être renormalisé mais conduit à une valeur énormément trop forte que nous avons qualifié de « résultat absurde » par rapport à la donnée expérimentale que montre l'analyse du fond diffus cosmologique, conforme à l'évaluation de la Relativité .

Doit-on s'étonner d'une telle divergence ?

Je pense que **oui** car on aurait pu s'attendre, au contraire, à une valeur plutôt inférieure à celle de la Relativité puisque **un** champ (champ gravitationnel) n'est pas pris en compte ...

Il y a donc une erreur dans les hypothèses prises en compte par la TQC et cette erreur me semble être due à l'absence de contrainte dans l'utilisation de la relation de Heisenberg .

En effet, on considère que les fluctuations du vide sont identiques à n'importe quel endroit de l'univers !

Or, pour créer un couple de particules, même très éphémère (virtuel), il faut disposer d'une énergie au moins égale à son énergie de masse .

Ceci impose un volume minimum autour du « point » de création par le fait que le « drainage » de l'énergie ne peut se faire à une vitesse supérieure à celle de la lumière .

La conclusion est que pour créer un couple de masse M ($\Delta E/c^2$) , il faut une densité d'énergie minimum $d(e)$ fournie par la relation :

$$d(e) > 3(4\pi)^2 M^4 c^5 / h^3$$

h et c sont , respectivement, la constante de Planck et la vitesse de la lumière

L'application numérique de cette formule indique que pour créer un couple proton /antiproton il faudrait la densité d'énergie fabuleuse de 10^{40} joules/m³, on peut comparer cette valeur à la densité interne d'une étoile qui est de l'ordre de 10^{20} Joules/m³ .

Autant dire que cette densité d'énergie n'existe (à l'état disponible) nulle part dans l'univers ...

On en est donc remis à la valeur moyenne donnée par la constante cosmologique de la Relativité, cette valeur est de l'ordre de 10^{-9} Joules/m³

On est pas dans le même monde (!!!)

Cette énorme densité peut, néanmoins, être atteinte dans le grand collisionneur LHC , on conçoit bien alors l'intérêt de la « virtualité » pour interpréter les différentes réactions observées .

On comprend aussi pourquoi il a fallu le « Big Bang » pour créer des particules virtuelles, qui sont devenues réelles par brisures de symétries .

YC. RAVERDY Juillet 2020

