

Insuffisances

https://fr.wikipedia.org/wiki/Physique_au-del%C3%A0_du_mod%C3%A8le_standard

La **physique au-delà du modèle standard** se rapporte aux développements théoriques de la physique des particules nécessaires pour expliquer les défaillances du modèle standard, telles que l'origine de la masse, le problème de la violation CP* de l'interaction forte, les oscillations des neutrinos, l'asymétrie matière-antimatière, et la nature de la matière noire et de l'énergie noire. Un autre problème réside dans le cadre mathématique du modèle standard lui-même : son incompatibilité avec celui de la relativité générale, au point que l'une ou l'autre ou les deux théories deviennent inopérantes face à certaines conditions, par exemple les singularités gravitationnelles connues de l'espace-temps comme le Big Bang ou l'horizon des événements des trous noirs.

** La symétrie CP indique que les lois de la physique devraient être les mêmes si une particule est échangée avec son antiparticule (symétrie C) tandis que ses coordonnées spatiales sont inversées (symétrie P, ou « miroir »).*

Phénomènes non expliqués

De façon inhérente, le modèle standard est incomplet. Il existe dans la nature des phénomènes physiques qu'il ne peut expliquer convenablement.

- **La gravité** : le modèle standard n'explique pas la gravité. L'approche naïve d'un simple ajout d'un « graviton » au modèle standard ne recrée pas ce qui est observé expérimentalement sans nécessiter aussitôt d'autres modifications encore non découvertes au modèle standard. De plus, le modèle standard est largement considéré comme incompatible avec la théorie de la gravitation la plus précise à ce jour, la relativité générale.
- **La matière noire et l'énergie sombre** : les observations cosmologiques nous indiquent que le modèle standard n'explique qu'à peu près 4 % de l'énergie présente dans l'Univers. Des 96 % manquants, 27 % serait de la matière noire, qui se comporte exactement comme l'autre matière, mais n'interagit avec les champs du modèle standard qu'au moyen de l'interaction faible. Pourtant, le modèle standard ne présente aucune particule fondamentale comme bonne candidate pour la matière noire. Le reste des 96 % serait de l'énergie sombre, une densité d'énergie constante pour le vide. Les tentatives d'explication de l'énergie sombre en termes d'énergie du vide du modèle standard conduisent à une différence de 120 ordres de grandeurs.
- **La masse des neutrinos** : selon le modèle standard, les neutrinos sont des particules sans masse. Cependant, des expériences sur l'oscillation des neutrinos ont montré qu'ils en ont effectivement une. La masse des neutrinos peut être rajoutée « à la main » au modèle standard, mais ceci conduit à de nouveaux problèmes théoriques. Par exemple, les termes de masse doivent nécessairement être extraordinairement petits, et on ne sait toujours pas si la masse des neutrinos leur vient comme elle vient aux autres particules fondamentales du modèle standard.
- **L'asymétrie matière-antimatière** : l'Univers est principalement constitué de matière. Cependant, le modèle standard prédit que la matière et l'antimatière ont dû être créées en quantités (presque) égales puisque les conditions initiales de l'Univers ne supposaient pas de disproportion entre l'une et l'autre. Pourtant, aucun mécanisme n'apparaît suffisant dans le modèle standard pour expliquer cette asymétrie.