

DISCUSSION CONSECUTIVE A LA PRESENTATION DE NOTRE COLLEGUE Gilles COHEN-TANNOUDJI

- **Claude ELBAZ:** A propos de la constante de Planck. Tu as dit qu'il l'avait introduite avant le rayonnement du corps noir.
- **Gilles COHEN-TANNOUDJI:** Il l'a connaissait par la loi de Wien; pour le comportement de la loi de Planck à grande fréquence. C'est un article de Planck-Wien.
- **Claude ELBAZ:** Avec la valeur numérique?
- **Gilles COHEN-TANNOUDJI:** oui. C'est un article de 1899. En octobre 1899, il a établi sa loi et a demandé à des collègues de la vérifier expérimentalement; Et e décembre, il a donné la dérivation de sa loi. Il a dit alors à son fils: je crois que je viens de faire une découverte fondamentale.
- **Claude ELBAZ:** Quelles différences entre une constante universelle et une constante fondamentale?
- **Gilles COHEN-TANNOUDJI:** Il y a des constantes universelles fondamentales. je pense que ces quatre constantes sont universelles et fondamentales. Par contre les constantes que l'on peut ramener à des constantes sans dimension, elles sont fondamentales mais elles ne sont pas universelles.
- **Claude ELBAZ:** Cela se traduit par quoi?
- **Gilles COHEN-TANNOUDJI:** la constante de structure fine n'intervient que dans l'électromagnétisme. Elle n'intervient que dans un domaine tandis que la constante h intervient partout. Les constantes universelle sont les constantes cinématiques. Elles interviennent quelque soit l'interaction, qu'il y ait ou non interaction. c'est un point de vue personnel. Il peut y avoir beaucoup de monde non d'accord avec ça.
- **Claude ELBAZ:** Es ce qu'une constante fondamentale peut varier?
- **Gilles COHEN-TANNOUDJI:** La question se pose; Effectivement les mesures de temps, comme en a parlé Christophe SALOMON , deviennent très précises (*dérive des horloges par an inférieure à 1s par rapport à l'âge de l'univers*) et le problème se pose. Pour les constantes sans dimension, s'il y a une variation faut-il l'attribuer à une dérive de h ou de c ? Pour les constantes universelles et fondamentales, s'il y a une dérive, il y a eu erreur sur le principe de limitation qu'elle représentait et il faut chercher un autre principe de limitation. Les constantes fondamentales qui ne sont pas universelles, ce sont des paramètres du modèle standard. Le modèle standard, c'est une théorie effective. Comme c'est une théorie effective, il est difficile d'appeler les paramètres dont il dépend des constantes fondamentales. Mais cela ne veut pas dire

que ces théories ne sont pas importantes. De même les unités ont une certaine importance. En effet, si on prend des nombres sans dimension, si on ne dit pas ce qu'il représentent, on ne pourrait pas communiquer avec un extraterrestre qui ne sait pas de quoi on parle. Les unités ne sont pas arbitraires; par exemple, la température, on dit que c'est de l'énergie divisé par k ; mais la température ce n'est pas de l'énergie. Si on prend le développement actuel de la cosmologie observationnelle, il y a apparemment une température maximum de l'univers observable et une température minimum de l'univers observable qui n'est pas zéro. La température minimum est déterminé par la constante cosmologique et la température maximum est déterminé par l'inflation. Donc ce sont des propriétés de l'univers; ce n'est pas une propriété qui est dans ma tête seulement. Je peux l'exprimer avec des unités arbitraires, mais l'existence d'une température maximum, c'est autre chose.

- **Jean-Louis BOBIN:** Est-ce que ces concepts peuvent servir à définir la flèche du temps?
- **Gilles COHEN-TANNOUJJI:** C'est une très bonne question. Elle est très importante. Elle est liée à ce que j'appelle dans mon texte le tournant informationnel de l'interprétation de la physique. Si l'on tient compte de l'information et que l'on arrive à établir une théorie quantique de l'information, bien posée de manière axiomatique, alors il y a des gens, comme CONNES et ROVELLI, qui prétendent que l'on peut définir un temps.

Il faut distinguer, à mon avis, l'univers entier de l'univers observable. L'univers observable n'est qu'une partie de l'univers entier car il est borné par un horizon. Dans l'univers observable, il ya un temps; c'est le temps que mesure un observateur, qui est en co-mouvement avec les penseurs de l'univers.

Dans l'univers entier, on ne peut pas dire qu'il y a un temps. Le temps est la quatrième dimension d'un espace-temps. Il est complètement spatialisé. Ce n'est pas un temps qui a une flèche; La flèche du temps est une propriété de l'univers observable, mais pas de l'univers entier. Cette flèche du temps, tel qu'il est défini par les gens qui ont cette théorie de l'information, coïncide avec la flèche thermodynamique du temps. on arrive à prendre de la thermodynamique, lui donner un contenu fondamental; l'entropie dans cette thermodynamique n'est plus synonyme d'ignorance, mais une entropie appelée d'intrication qui traduit la propriété quantique d'intrication.

Donc, dans une physique quantique où l'on a le quantum d'action et le quantum d'information, on a une entropie qui n'est pas une entropie d'ignorance mais d'intrication et on a une flèche du temps.

C'est un enjeu qui est très élevé, mais ce n'est qu'une recherche qui est en court.

- **Victor MASTRANGELO:** l'entropie ne devient elle pas une grandeur fondamentale?

- **Gilles COHEN-TANNOUDJI:** Bien entendu, mais au sens d'entropie d'intrication. L'entropie devient une dimension fondamentale. Je ne peux pas me limiter dans les grandeurs fondamentales: masse, longueur, durée. il faut ajouter une quatrième grandeur physique fondamentale, entropie ou information. Il existe un physicien qui le fit, c'est Léonard SUSKY; il ne parle pas de *matière, espace, temps*, mais de *matière, espace, temps, information*.