

UN TEMPS BI-DIMENSIONNEL POUR CONCILIER THEORIE QUANTIQUE ET RELATIVITE GENERALE.

Auteur : Augustin ROUSSELET, Ingénieur ENSEM Nancy 1989, Chercheur MERS.

[Mail: naceau@gmail.com - Phone : +33 622 707 702]

Remerciement :

Je tiens à remercier particulièrement mon ami David Chavalarias qui a pris beaucoup du peu de temps qu'il a de disponible, pour une relecture approfondie du présent document et pour ses conseils avisés.

Présentation (Français)

Actuellement la physique moderne considère l'espace-temps à 4 dimensions (3 spatiales, 1 temporelle) et est confrontée à un problème d'**unification de deux grandes théories : la théorie quantique et la relativité générale**.

Pour contourner les obstacles à cette unification, nous proposons de penser un espace à 5 Dimensions (3 spatiales, 2 temporelles). Nous faisons ainsi l'hypothèse d'un **temps décomposable dans un espace orthonormé à deux dimensions**, au même titre qu'une distance est décomposable dans un espace à 3 dimensions :

- **Première dimension, le temps classique T** que nous connaissons, celui de la masse au sens de la perception intuitive, mais en fait celui de la matière, ou celui « corpusculaire » et donc notre temps de référence dans notre réalité perçue. Dans notre expérience de pensée, ce sera le temps T de l'observateur macroscopique (cf. Annexes [11.2. Expérience de pensée](#))
- **Deuxième dimension, le temps quantique \dot{T}** qui nous est imperceptible et n'intervient qu'au niveau microscopique.

Le temps de tout système est donc le temps \ddot{T} qui est la composante de ses deux dimensions temporelles T et \dot{T} . Le temps propre d'un système quelconque est alors défini par $\ddot{T} = \sqrt{T^2 + \dot{T}^2}$

Nous allons montrer dans cet ouvrage que cette conception du temps permet d'intégrer les modèles mathématiques de la physique quantique et de la relativité générale dans un cadre théorique plus large qui conserve les résultats de chacune d'entre elles lorsqu'on les applique dans leur domaine de validité.

Nous vérifierons d'abord que le formalisme de ces deux grandes théories sont compatibles avec le cadre qui est proposé, puis que l'interprétation des phénomènes quantiques sont aussi en cohérence avec les résultats, avec en particulier le rôle de la mesure. Puis nous vérifierons que les grandes questions ouvertes de la physique actuelle (matière noire, énergie noire, prépondérance de la matière sur l'antimatière, la catastrophe du vide) trouvent aussi une réponse ou des pistes de réponses dans ce nouveau cadre théorique.

Enfin, des champs spécifiques de la physique comme la supraconductivité ou la suprafluidité et même le big-bang sont abordés pour ouvrir un nouveau regard sur ces phénomènes dans ce nouveau cadre théorique.

Avertissement :

« Ce document n'est pas une autre tentative pour interpréter les deux théories selon nos sens, ou une remise en cause de ce qui est admis dans la physique moderne. Cette théorie est systématiquement rapprochée des faits actuellement considérés comme acquis pour vérifier qu'elle est en accord avec les résultats des grandes expériences documentées. Cependant, dans ce document, seul le cadre est posé.

« Un formalisme complet et unique basé sur cette théorie nécessiterait des travaux théoriques et expérimentaux complémentaires, en particulier pour établir expérimentalement les paramètres de celui-ci. Insistons cependant sur le fait que ce formalisme à développer engloberait les deux théories actuelles que sont la relativité générale et la mécanique quantique.

A TWO-DIMENSIONAL TIME TO RECONCILE QUANTUM THEORY AND GENERAL RELATIVITY

Author : Augustin ROUSSELET, engineer ENSEM Nancy 1989, searcher MERS.

[Mail: naceau@gmail.com - Phone : +33 622 707 702]

Acknowledgments:

I would like to thank specifically my friend David Chavalarias, who has taken up much of the short time he has available, for a thorough review of this document and for his wise advice.

Presentation (English)

Currently modern physics considers space-time in 4 dimensions (3 spatial, 1 temporal) and is facing the problem of **unifying the two major theories: quantum theory and general relativity.**

To circumvent the obstacles to this unification, we propose to think of a space with 5 Dimensions (3 spatial, 2 temporal). We thus make the hypothesis of a **decomposable time in a two-dimensional orthonormal space**, just like a distance is decomposable in a 3-dimensional space:

- **The first dimension:** the classical time **T** that we know, that of mass in the sense of intuitive perception, but in fact that of matter, or “corpuscular” time and therefore our reference time in our perceived reality. In our thought experiment, this will be the time T of the macroscopic observer (Annexes [11.2](#). Expérience de pensée)
- **Second dimension:** quantum time \dot{T} Which is imperceptible to us and only intervenes at the microscopic level.

The time of any system is therefore the time \ddot{T} which is the component of its two temporal dimensions **T** and \dot{T} . The proper time of any system is then defined by $\ddot{T} = \sqrt{T^2 + \dot{T}^2}$

We will show in this work that this conception of time makes it possible to integrate the mathematical models of Quantum Physics and General Relativity into a broader theoretical framework which retains the results of each of them when applied in their field of validity. We will first verify that the formalism of these two major theories is compatible with the framework that is proposed, then that the interpretation of quantum phenomena is also consistent with the results, with in particular the role of measurement. Then we will verify that the major open questions of current physics (dark matter, dark energy, preponderance of matter over antimatter, the vacuum catastrophe) also find an answer or possible answers in this new theoretical framework.

Finally, specific fields of physics such as superconductivity or superfluidity and even the big bang are approached to open a new look at these phenomena in this new theoretical framework.

NB : Let the reader be aware that this document is not another attempt to interpret the two theories according to our senses, or questioning what is commonly accepted in modern physics. This theory is systematically compared to the facts currently taken for granted to verify that it is in agreement with the results of the major documented experiments. However, in this document, only the frame is been established. A complete and unique formalism would require complementary work which will necessarily have to call upon experiments to establish the parameters of this one. But this formalism to be established encompasses the two current theories of general relativity and quantum mechanics.

1 TABLE DES MATIERES

1	Table des matières	4
2	Introduction	6
	A. Postulats de départ	7
3	Cadre de la théorie.....	8
	A. Réflexion sur le temps.....	8
	B. Réflexion sur l'espace.....	9
	C. Réflexion sur l'espace-temps-masse.....	10
	D. Réflexion sur l'énergie.....	10
	E. Conséquences.....	11
	F. Introduction au modèle :.....	12
4	Le modèle : Un Temps à deux dimensions orthonormées.	13
5	Interprétation des deux grandes théories dans notre cadre.....	14
	A. Pour la relativité générale :	14
	B. Pour la mécanique quantique :	14
6	Interprétation des expériences emblématiques de la physique dans notre modèle	15
	A. Dilatation du temps :.....	15
	B. Absence de temps dans le formalisme quantique	16
	C. Réduction du Paquet d'ondes	16
	D. Principe d'incertitude d'Heisenberg.....	18
	E. Intrication quantique.....	18
	F. Fentes de Young	21
	6.1.1 Première approche de l'explication avec le temps quantique.....	21
	6.1.2 Allons Plus loin dans l'explication théorique :.....	24
	G. Calcul du temps quantique lors du changement de référentiel.	26
7	précisions sur le rôle particulier de la masse	27
	A. Introduction.....	27
	B. Interprétation selon notre modèle.	27
	7.1.1 Légitimité d'un temps quantique.	27
	7.1.2 Nouveau regard sur l'inflation.....	27
	7.1.3 L'inflation ou « champ scalaire primordial »	28
	7.1.4 Une énergie nouvelle pour l'énergie noire et/ou la matière noire.....	28
	7.1.5 Une explication pour la matière noire et sa localisation.....	30

7.1.6	Singularité de la relativité générale.....	31
C.	Nouvelle validation de la notion espace-temps-masse.....	32
7.1.7	Un nouveau regard sur l'espace-temps.	32
7.1.8	Une solution au problème de la catastrophe du vide ?	32
D.	Réflexion autour des phénomènes supraconducteurs ou suprafluidités	33
E.	Réflexion sur l'explication de la prédominance de la matière sur l'antimatière	33
F.	Réflexion à nouveau sur le temps	34
G.	Contraintes sur le nouveau formalisme à établir.....	34
8	CONCLUSION.....	35
9	Remerciements/ acknowledgments	36
10	Références.....	36
A.	Cours :.....	36
B.	Conférences :.....	36
C.	Chaines	37
D.	Livres :.....	37
E.	Publications	37
11	Annexes.....	38
11.1	Enregistrement.....	38
11.2	Expérience de pensée.....	38
11.3	Etat de l'art	39
11.3.1	Le monde quantique	39
11.3.2	La relativité générale.....	41
11.3.3	Relativité générale et mécanique quantique.	42
11.3.4	La compréhension de la masse selon Brout, Englert et Higgs.....	43

2 INTRODUCTION

Nous souhaitons proposer ici un cadre théorique global regroupant les deux théories de la Relativité générale et de la Mécanique quantique, tant d'un point de vue théorique qu'empirique. Ce cadre unique est relativement simple, mais reste très contre-intuitif. Cependant, il permet d'interpréter les phénomènes les plus étranges du **monde quantique** tels que :

- la réduction du paquet d'ondes et le rôle de la mesure ;
- l'intrication ;
- la fente de Young ;
- le principe d'exclusion de Pauli ;
-

Ce cadre permet également de donner une interprétation aux phénomènes ou contradictions surprenants de la **Relativité générale**, tels que :

- la dilatation du temps ;
- la nature de la vitesse de la lumière ;
- la nature de l'énergie noire ;
- la nature de la matière noire ;
- la catastrophe du vide ;
- les singularités de la relativité générale ;

Sans remettre en cause le Big Bang bien sûr, ma théorie en propose une nouvelle interprétation en toute point compatible mathématiquement avec ce qui est communément admis actuellement.

Voici la structure du présent document :

- Postulats ;
- État de l'art (Détail en annexe);
- Cadre de la nouvelle théorie ;
- Modèle ;
- Interprétation des deux grandes théories dans le cadre de ce modèle ;
- Conséquences et interprétations des grandes expériences physiques ;
- Conclusion.

Je précise que ce cadre permet mathématiquement de retrouver les deux grandes théories, mais que l'expression du formalisme unifié correspondant nécessitera un travail de fond par des experts du domaine afin d'établir les équations généralisées de la mécanique quantique dans ce nouveau cadre (si cela est possible en fonction des contraintes que nous pourrions établir), équations qui seront en tout point compatibles avec le formalisme actuel par projection. Ceci est précisé par la suite.

A. POSTULATS DE DEPART

Nous nous appuyons, sans les remettre en cause, les constats suivants communément admis par la communauté scientifique :

- la relativité générale décrit la gravité et le monde tel qu'on le perçoit à notre échelle,
- la mécanique quantique quant à elle, bien que contre-intuitive, est un formidable outil de prédiction de l'infiniment petit,
- la mécanique quantique n'intègre pas la gravité ni le temps,
- Dès que les conditions d'application de la relativité générale se retrouvent dans le domaine du monde quantique (échelle de Planck) alors non seulement les deux théories sont incompatibles, mais en plus la relativité générale tend vers des infinis et donc des singularités qui la rendent inapplicable,
- nous ne sommes pas encore en mesure de modéliser ce qui se passe dans les domaines où les deux théories doivent cohabiter (Big-bang ou trou noir)

POSTULAT de départ n°1 :

Quel que soit le système, le principe de conservation de l'énergie est vérifié, que cette énergie soit de nature quantique ou relativiste (l'énergie impulsion).

POSTULAT de départ n°2 :

Actuellement, ce qui détermine si une particule ayant une masse a majoritairement un comportement « quantique » ou « classique » est le rapport d'énergie de sa masse « au repos » sur son « énergie-impulsion » (impulsion pour quantité de mouvement)¹. Le postulat que nous posons est que ce rapport est vrai est étendant énergie-impulsion à « toute nature d'énergie autre que l'énergie de masse que pourrait avoir une particule massique »

Donc le rapport E_m/E_i (Énergie de Masse / Énergie-impulsion) est extrapolé au rapport E_m/E_t (Énergie de Masse / Énergie-totale) détermine la prépondérance d'un monde sur l'autre d'une particule ayant une masse. Le passage est continu, mais les impacts sont exponentiels. Nous allons voir, par la suite, que d'autres formes d'énergies n'ont pas été prises en compte. Elles expliquent les manques (matière noire, énergie noire) en cosmologie et les divergences aux limites des modèles.

Une particule sans masse est quantique par nature, mais son énergie de par sa quantification, nous amène à percevoir des effets corpusculaires (effet photo-électrique par exemple). Ou plus précisément, quand une particule a une énergie totale supérieure à l'énergie de masse d'une particule baryonique, alors l'effet de cette particule par équivalence énergétique, nous amène à constater des comportements identiques aux effet d'une particule corpusculaires.

¹ <https://youtu.be/YU1bffYC3bU> à 15:00

3 CADRE DE LA THEORIE

Afin de me « représenter » comment les deux théories s'articulent, j'ai réalisé différentes expériences de pensée. C'est à l'occasion de l'une d'elles ([ANNEXE : 11.2](#) Expérience de pensée) que l'idée m'est venue d'explorer le modèle ci-après. Mais avant de préciser le modèle, partageons un certain nombre de réflexions sur le temps, l'espace et certaines simultanités de phénomènes dans les modèles actuels.

A. REFLEXION SUR LE TEMPS.

Le temps est l'une des 4 dimensions d'un tout physique définie dans la relativité restreinte comme « l'espace-temps ». Cependant, le temps tel que nous le concevons n'apparaît pas directement dans le formalisme quantique.

La base même de l'incompatibilité entre les deux grandes théories provient en premier lieu du fait que ce temps que nous définissons n'apparaît pas dans le formalisme quantique.²

« En mécanique quantique, temps et espace sont différenciés. Dans la théorie de la relativité, le temps et l'espace forment une seule entité : l'espace-temps, et matière et énergie sont liées ».

Flèche du temps

Premièrement nous pouvons remarquer qu'il n'y a pas de temps dans l'absolu. Nous ne savons que mesurer une période ou un délai. Le fait de parler d'une heure ou d'un temps, c'est en fait l'expression d'un délai par rapport à une référence exogène, mais qui nous parle à tous : Date et heure par rapport à la naissance du christ, heure par rapport à minuit, jour de l'année par rapport au début de l'année, milliards d'années par rapport au Big-Bang, et finalement le « temps atomique universel » qui définit la seconde comme : « 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium ». Par extrapolation nous parlons d'un temps comme un délai par rapport à un moment de référence connue de tous.

La seule manière de mesurer notre temps est de construire un délai en rapport à un mouvement de matière. Il est nécessaire que quelque chose « bouge », un mouvement pour pouvoir établir un temps. On comprend que sur un système totalement figé, il ne peut y avoir de temps. Donc notre temps est intimement lié à la matière.

D'ailleurs que signifie le temps pour un photon ?

Prenons l'exemple de la première lumière apparue dans l'univers : celle qui est apparue il y a 13,8 milliards d'années, 380 000 ans après le big-bang. On a coutume de dire que ce photon a « voyagé » pendant 13,8 milliards d'années. Mais le photon va à la vitesse de la lumière, donc selon la relativité générale son temps ne change plus. Son temps s'est complètement arrêté. Il n'a plus de sens.

Donc quand on dit que le photon a mis 13,8 milliards d'années pour ne rejoindre : en fait pour le photon c'est faux : pour lui c'est « instantané » selon notre temporalité. D'ailleurs le formalisme quantique ne porte pas en son sein la formalisation de la décohérence. Ce phénomène appartient à l'interprétation dans notre temporalité.

2

<https://www.cea.fr/comprendre/Pages/physique-chimie/essentiel-sur-mecanique-quantique.aspx#:~:text=En%20m%C3%A9canique%20quantique%2C%20temps%20et,mat%C3%A8re%20et%20%C3%A9nergie%20sont%20li%C3%A9es.>

B. REFLEXION SUR L'ESPACE

La relativité générale démontre que l'espace et le temps (tel que nous le connaissons) n'est qu'un seul et même objet physique, d'autre part que notre temps T est intimement lié à la matière. On peut donc se demander aussi si l'espace n'est pas lui aussi lié intimement lié à l'apparition de la matière.

Il y a plusieurs raisons pour envisager ce point :

- a) L'espace-temps est un même objet physique selon la relativité générale.
- b) L'espace et le temps sont apparus au même moment et se sont développés ensemble lors du big-bang.
- c) Il est intuitivement logique que l'objet physique ESPACE se doive d'exister pour que la MATIÈRE existe. Ce n'est pas le cas des champs. En effet, pour des photons intriqués : nous sommes obligés de concevoir qu'il s'agit d'une même entité qui n'est pas contingente par la localité ; il existe une relation qui transcende la vitesse de la lumière. Pour ne pas être en contradiction avec la relativité générale, nous sommes obligés de considérer les deux photons intriqués comme un unique système quantique sans tenir compte de l'espace entre les deux photons.
- d) Du même, dans l'expérience des fentes de Young, on ne peut que constater des interférences entre photons envoyés ponctuellement. Ce qui revient à dire que notre temporalité est « ignorée » par la physique quantique.
- e) En outre, en mécanique quantique, le principe d'incertitude d'Heisenberg montre que la relation du monde quantique avec notre espace n'est pas simple.

D'ailleurs que signifie le la distance pour un photon ?

Reprenons l'exemple de la première lumière apparue dans l'univers : celle qui est apparue il y a 13,8 milliards d'années. On a vu que le temps (tel que nous le mesurons) pour un photon « est nul ». Donc si l'onde du photon se déplace à la vitesse de la lumière pendant 13,8 milliards d'années, mais que cela est instantané pour la particule quantique : tout se passe pour elle, comme si elle s'était téléportée instantanément dans notre objet physique « Espace-Temps ». Le photon a pour un même moment t , toutes les positions qu'il a prises pendant les 13,8 milliards d'années. On le voit : dire qu'il s'est déplacé dans notre espace n'a pour le photon, aucun sens.

En outre, la notion de dualité onde-particule montre que ce qui est vrai pour un photon l'est aussi dans ses interactions « corpusculaire » avec notre espace.

Nous pouvons conclure de cette représentation que notre temps et notre espace ne sont pas pertinents pour une particule non massique.

C. REFLEXION SUR L'ESPACE-TEMPS-MASSE.

Pêle-mêle nous sommes confrontés à quelques grandes difficultés dans la physique théorique.

- La matière noire (au sens masse noire)
- L'énergie noire
- Le déséquilibre matière-antimatière
- Le temps, notre temps, n'est pas présent dans la mécanique quantique.

Or, comme on l'a vu ci-dessus : le temps et l'espace ne semblent pas vouloir dire grand-chose dans le monde quantique. Le temps est absent du formalisme quantique, les particules quantiques ne s'appréhendent qu'à travers une probabilité de présence, une position dans l'espace-temps pour une particule quantique n'a pas de signification.

De plus, la masse est apparue avec le champ de Higgs³ en même temps que l'inflation, et notre temps.

Remarque : Nous pouvons relever que le fait que champ de Higgs devienne non nul peut être interprété comme une asymétrie au même titre que l'asymétrie matière-antimatière. Ceci permet d'ouvrir des pistes pour la prédominance de la matière dans notre univers comme nous le verrons par la suite (E - Réflexion sur l'explication de la prédominance de la matière sur l'antimatière).

D. REFLEXION SUR L'ENERGIE

Que ce soit en mécanique quantique ou dans la théorie de la relativité générale, tout phénomène se traduit en énergie via des équations qui :

- Traduisent la conservation de l'énergie pour tout système
- Permettent de traduire soit par l'un ou l'autre des modèles, les lois qui régissent l'évolution de cette énergie (même si c'est probabiliste en mécanique quantique)
- Qui établissent une correspondance exacte entre les énergies des mondes quantiques et massiques : quelle que soit la nature de l'énergie dans un monde, elle peut se transformer dans l'autre par une parfaite égalité.

Sauf que, dans le cas de la relativité générale, on traite avec exactitude la relation de la masse (au sens large puisque c'est l'énergie impulsion) avec son contenant physique qu'est notre espace-temps. La masse est apparue avec le champ de Higgs et notre espace-temps, et se modélise parfaitement par la relativité générale.

Alors que la vision quantique du monde :

- N'a pas de lien clair avec notre temps,
- Est incompatible avec la relativité générale quand la gravitation est dans des ordres de densité d'énergie comparable avec l'énergie « locale » quantique,
- Ne nous permet pas vraiment d'identifier le comportement quantique à notre échelle,
- Entretien une dualité entre onde de perturbation et quanta d'énergie
- Bouscule notre conception de la localisation avec le concept d'intrication,
- Ne prend pas en compte notre temps dans son formalisme, nous obligeant à concevoir des ondes de probabilité.
- Nous force à concevoir qu'il existe une grosse partie de l'énergie que l'on ne peut voir : la matière noire et l'énergie noire.

³ <https://home.cern/fr/news/series/lhc-physics-ten/higgs-boson-what-makes-it-special>

E. CONSEQUENCES

Nous pouvons conclure les éléments suivants :

- Il reste un principe fondamental qui est le principe de la conservation de l'énergie et que celle-ci est toujours sous forme de quanta.
- Si l'on reprend le modèle standard, nous pouvons en conclure que tout peut s'exprimer sous forme de particules qui respectent des règles de symétrie.

Les interactions entre ces particules se résument en 4 bosons de jauge : les photons, les bosons W et Z et les gluons. Chacun correspond à l'une des trois interactions élémentaires du modèle standard :

- les photons sont les bosons de jauge de l'interaction électromagnétique,
- les bosons W et Z ceux de l'interaction faible,
- et les gluons ceux de l'interaction forte.

Les connaissances actuelles nous mènent à penser que ces trois forces d'ailleurs pourrait n'être qu'un seul et même phénomène à très forte densité d'énergie donc avant l'apparition de l'espace-temps. Ces bosons peuvent être interprétés comme l'échange d'un quanta d'énergie (attractif ou répulsif) entre deux particules élémentaires au travers d'un champ de valeur moyenne nulle. Aucune des particules du modèle standard n'a de masse par elle-même (ce qui aurait violé la symétrie du modèle).

Afin d'interpréter la masse, il a été imaginé l'existence d'un champ de Higgs, champ apparu au moment du big-bang, ou plutôt un champ qui a pris au moment du Big-bang une valeur moyenne non nulle. L'interaction des particules avec ce champ confère à celles-ci une masse. Or qui dit masse dit espace-temps, car la nature de « l'énergie-masse » nécessite un espace : la masse est une énergie de nature nouvelle qui nécessiterait une densité, donc un espace. On en conclut qu'en même temps que le champ de Higgs est devenu non nul, l'objet espace-temps est apparu dans une période dite d'inflation.

La masse influence la géométrie de l'espace-temps qui est extrêmement rigide, mais faisant apparaître une nouvelle « force » qui est la gravitation. Nous la traitons ainsi, l'appelant improprement « force », car on constate un effet (attractif) de toute masse au même titre que les 3 autres interactions, mais qui n'est absolument pas de même nature et n'a pas du tout à être traité dans le modèle standard en tant que tel.

En d'autres termes, nous humains, nous sommes issues du monde espace-temps-masse, et nous cherchons à modéliser le monde quantique depuis notre univers perceptible. Alors que la masse, le champ de Higgs, l'espace-temps ne sont qu'une faible partie d'un tout qui existait préalablement, mais dont la simple rupture de symétrie que représente la non-nullité du champ de Higgs a amené à l'apparition de cet espace-temps-masse depuis lequel on cherche à construire le modèle complet.⁴

Tout ceci nous amène à l'intuition suivante : imaginons un monde préalable où le temps existe, mais pas l'espace. L'énergie existe, les particules existent, mais rien n'est spatial. À un moment, il y a une rupture de symétrie du champ de Higgs, la masse apparaît. C'est une forme nouvelle d'énergie qui nécessite un espace. Il y a inflation et l'espace apparaît. Attaché à cet espace, une partie du temps existant est associé à cette espace. Quelle partie du temps ? Le prorata d'énergie de la masse de la particule sur l'énergie totale de la particule. Fort de cela, on a une piste pour comprendre le fait que nous ne voyons que 5% de l'énergie de l'univers. Regardons, les conséquences d'une telle approche.

⁴ Dit de manière vulgarisée : C'est comme si une fourmi sur un fil essayait de modéliser un tout qui la dépasse en dimension. Du coup, elle arrive à des divergences et incompatibilités, ou à des interprétations faisant intervenir de la probabilité d'évènement par exemple.

F. INTRODUCTION AU MODELE :

Envisageons que le monde quantique existe préalablement. Il y a le temps, mais le champ de Higgs est nul. Les particules du modèle standard existent, mais n'ont pas de masse. L'énergie est sous forme de quantas. Tout ceci existe, mais il n'y a pas d'espace au sens géométrique du terme, en tout cas : pas notre espace.

À un moment, il y a une rupture de symétrie du champ de Higgs, celui-ci prenant une valeur non nulle. La masse apparaît, et des particules du modèle standard acquièrent une masse déterminée en fonction de leur nature. Or la masse a besoin de « matière » au sens "concentration d'énergie" par unité de volume : ce qui implique un espace. Celui-ci se crée instantanément en même temps que les particules commencent à interagir avec le champ de Higgs : c'est l'inflation.

Dès ce moment, tout ce que l'on perçoit, passe par l'interaction du préexistant quantique avec notre espace-temps. Le volume de celui-ci étant très petit initialement, il y a une forte concentration des interactions que nous mesurons comme une densité énergétique extrême. Celle-ci va se diluer selon le modèle du Big-bang bien compris.

Ceci est aussi une piste pour donner une légitimité à la constante cosmologique en lui donnant une explication physique. En effet, rien n'oblige que l'ensemble du monde quantique soit « visible » dès le début de l'apparition de l'espace-temps, il pourrait y avoir une part de l'énergie quantique qui soit « relié » au volume de notre espace-temps, permettant ainsi un « volume d'interaction en constante évolution ».

Une partie de l'énergie se retrouve dans la matière. La proportion de l'énergie qui est sous forme de matière conditionne la proportion de temps qui est associé à notre espace-temps et qui est le temps que nous percevons.

L'énergie impulsion déforme notre espace-temps ce qui est logique, car il en est la cause, l'origine, l'incontournable coexistence.

Le pont existe entre le monde quantique et cette nouvelle forme d'énergie qu'est la masse, mais le monde quantique interagit avec notre espace sous des formes qui défient notre compréhension car notre perception est contingentée par notre espace (plus que par le temps d'ailleurs).

Vu par nous, qui sommes limités au monde espace-temps-masse : les particules quantiques apparaissent sous forme intriquée, sous forme d'onde de perturbation, notre temps ne signifie rien pour les phénomènes quantiques constatés, elle apparaît même souvent sous forme probabiliste.

Nous avons réussi à établir le modèle quantique qui rend calculable le comportement quantique dans son interaction avec notre espace-temps, mais on n'en comprend pas la nature, et on ne peut que prédire une probabilité de comportement. En d'autres termes, même un poisson intelligent qui n'a aucune idée de ce qu'est l'atmosphère, le vent et la lune, peut modéliser le comportement des vagues et la surface de l'eau. Nous sommes dans la même situation : un humain dans notre espace-temps-masse ne voit le comportement quantique qu'à travers son interaction « de surface » avec notre espace-temps.

Si on peut difficilement imaginer ce que signifie l'espace pour le monde quantique, cependant, on peut facilement imaginer que l'évolution d'un système, quelle qu'en soit sa nature dans le monde quantique nécessite un temps propre qui par nature est le seul moyen de qualifier une évolution d'un système, ce qui nous amène à introduire une seconde dimension pour le temps, propre aux évolutions quantiques.

4 LE MODELE : UN TEMPS A DEUX DIMENSIONS ORTHONORMEES.

Actuellement on considère l'espace à 4 dimensions (3 spatiales, 1 temporelle). Imaginons un espace à 5 Dimensions (3 spatiales, 2 temporelles). Le temps est alors doté de deux composantes que l'on pose comme orthonormées. En fait il n'y a qu'un seul temps dans une espace à 2 dimensions, au même titre qu'une distance a besoin de 3 dimensions.

Première dimension du temps : C'est le temps que nous connaissons classiquement, celui de la masse au sens de la perception intuitive, mais en fait celui de la matière, ou celui « corpusculaire » et donc notre temps de référence dans notre réalité. Dans l'expérience de pensée en annexe, c'est le temps de l'observateur. **C'est le temps T.**

Deuxième dimension du temps : Établissons un **Temps quantique que l'on nomme \tilde{T} .**

Composante de ces deux dimensions : Le temps de tout système est donc le temps \tilde{t} qui est la composante de ses deux dimensions temporelles T et \tilde{T} .

Cela signifie qu'un système quelconque a pour temps propre : $\tilde{t} = \sqrt{(t^2 + \tilde{t}^2)}$

Par conséquent, quelle que soit la nature de l'objet, son temps propre est toujours identique (relatif), il a seulement deux composantes.

Ainsi : si l'on représente en plan les deux dimensions temporelles de notre espace-temps à 5 dimensions, nous pourrions établir que notre temps propre est la composante des dimensions temporelles quantique et massique.

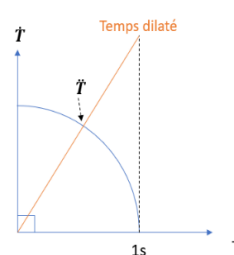


Figure a

Ou dit autrement puisque la masse est une énergie, Il y a dualité entre la vision onde et corpuscule, mais le temps, dans les deux approches équivalentes, n'est pas le même. En d'autres termes :

1. Pour un système purement « massique » (sans quantité de mouvement) : son temps propre est $\tilde{t} = t$ avec $\tilde{t} = 0$
2. Un système composé uniquement d'énergie non massique a pour temps propre $\tilde{t} = t$ avec $t = 0$

Pour tout système dont l'énergie totale est composée de masse E_m et d'autres formes d'énergies E_i (Energie impulsion, mais aussi toutes autres formes d'énergies, interaction faible et forte, électromagnétique ou même énergie cinétique selon le temps quantique), son temps serait la combinaison en proportion du rapport d'énergie du temps de masse t et du temps quantique \tilde{t} ⁵.

Remarque : On parle de temps quantique, mais on comprend qu'une particule massique qui va à très haute vitesse subit de plus en plus l'influence de ce temps : comme si elle devenait de plus en plus « quantique ». En fait, c'est son énergie non massique qui devient majoritaire.

Et au niveau macroscopique, on ne perçoit pas la dimension du temps quantique, il nous est inaccessible, et inversement le temps massique est inaccessible aux particules quantiques (voir l'interprétation des fentes de Young ci-dessous. Cette hypothèse est évidemment contre-intuitive. Mais elle ne l'est pas plus à mon sens qu'un temps qui se dilate, un espace à 11 dimensions ou l'existence de plusieurs univers (multivers)⁶.

On va le voir, **cette hypothèse reste compatible totalement avec les 2 grandes théories actuelles** et elle permet de donner une interprétation à bien des phénomènes qui nous semblent étranges.

⁵ Non pas parce que le temps est quantifié, mais qu'il est la dimension temporelle qui mesure l'évolution de la part d'énergie non massique d'un système.

⁶ Envisager que le temps ne soit pas une grandeur physique par elle-même, mais que ce soit un concept émergent n'est pas incompatible avec notre approche.

5 INTERPRETATION DES DEUX GRANDES THEORIES DANS NOTRE CADRE

Si le modèle proposé dans cet ouvrage s'avère correct, cela suppose que l'on peut faire évoluer les modèles mathématiques de Physique quantique et de Relativité générale en intégrant cette nouvelle dimension temporelle. **Mais dans tous les cas, les deux grandes théories restent totalement valables dans leur domaine de validité.**

A. POUR LA RELATIVITE GENERALE ⁷ :

En intégrant une nouvelle dimension au temps dans la Relativité générale, nous passons d'une hypothèse de dilatation du temps à celle d'une déformation du temps.

En effet, la relativité générale décrit très bien la projection de la gravité de cet espace-temps à 5 dimensions dans un espace-temps à 4 dimensions avec pour seule dimension temporelle T , sauf aux limites, quand l'énergie quantique devient largement prépondérante.

B. POUR LA MECANIQUE QUANTIQUE ⁸ :

Tout ce qui est statistique redevient temporel, mais selon le temps \hat{T} . Le formalisme quantique devra simplement être identique au formalisme actuel une fois projeté dans la temporalité T .⁹ Ainsi toute fonction d'ondes de probabilité de la mécanique quantique $|\psi(t)\rangle$, serait la projection dans notre temporalité d'une fonction $\psi(\hat{t}; t)$ où le \hat{t} décrit le fait que c'est que ce que l'on voit dans notre temporalité.

Il existe une infinité de fonctions $\psi(\hat{t}; t)$ dont la projection donne le formalisme existant $|\psi(t)\rangle$ pour établir une théorie unificatrice. Seules les contraintes expérimentales permettront éventuellement d'établir les fonctions $\psi(\hat{t}; t)$ qui seraient compatibles avec ce qui est constaté expérimentalement et modélisé statistiquement. Cela permettrait alors d'améliorer la compréhension, voir la prédiction des phénomènes quantiques (voir fin du document : [G](#) - Contraintes sur le nouveau formalisme à établir.).

Dans les contraintes expérimentales, nous devrions entre autres avoir :

- $P[|\psi(\hat{t}; t)\rangle] = |\psi(t)\rangle$ où P est la projection que l'on peut noter : $|\psi(\hat{t}; t)\rangle_{\psi(t)\rangle}$
- L'énergie E d'un système se conserve. Elle est la somme de l'énergie E_m et E_i .
Ou $E_m = mc^2$
Et $E_i = E_c + E_p + E_{\psi(\hat{t})} + \dots$
- Nous le verrons plus loin, l'énergie noire et la matière noire seraient pour tout ou partie directement déclinables des quantités de mouvement existantes dans la dimension temporelle \hat{T} . On pourrait même émettre l'hypothèse que la matière noire serait liée à la quantité de mouvement d'une particule massive vibrant selon une fonction du temps quantique, ce qui ne nécessiterait donc pas de « nouvelle matière », et que l'énergie noire soit liée à l'énergie de particules quantiques évoluant selon le temps quantique.

Pour une particule sans masse, donc purement quantique, il est donc normal et naturel que le temps T n'intervienne pas dans le formalisme actuel.

⁷ Annexe Etat de l'art : [11.3.2](#) La relativité générale.

⁸ Annexe Etat de l'art : [11.3.1](#) Le monde quantique

⁹ https://fr.wikipedia.org/wiki/Fonction_d%27onde

6 INTERPRETATION DES EXPERIENCES EMBLEMATIQUES DE LA PHYSIQUE DANS NOTRE MODELE

Dans cette partie, nous analysons les conséquences de notre cadre théorique sur les différentes expériences emblématiques. Celles-ci sont des faits admis au sens de « interprétation de Copenhague ». Nous étendrons cette analyse à d'autres phénomènes actuellement constatés.

À ce niveau d'hypothèse, il convient de se « représenter » ce que donne l'existence de cette seconde dimension temporelle liée à toute forme d'énergie d'un système autre que l'énergie de masse.

A. DILATATION DU TEMPS :

On le comprend, avec cette seconde dimension de temporalité quantique, nous avons une cohérence complète avec la dilatation du temps T en fonction de l'énergie d'un système que nous constatons expérimentalement. Nous dépassons d'ailleurs la notion de relativité des vitesses de référentiel (qui est l'exemple utilisé généralement pour expliquer ce phénomène) puisque cette dilatation du temps ne s'explique pas seulement en fonction de la vitesse, mais aussi de par la présence d'autres formes d'énergie.¹⁰

Le paradoxe des jumeaux de Langevin¹¹ se matérialise ainsi :

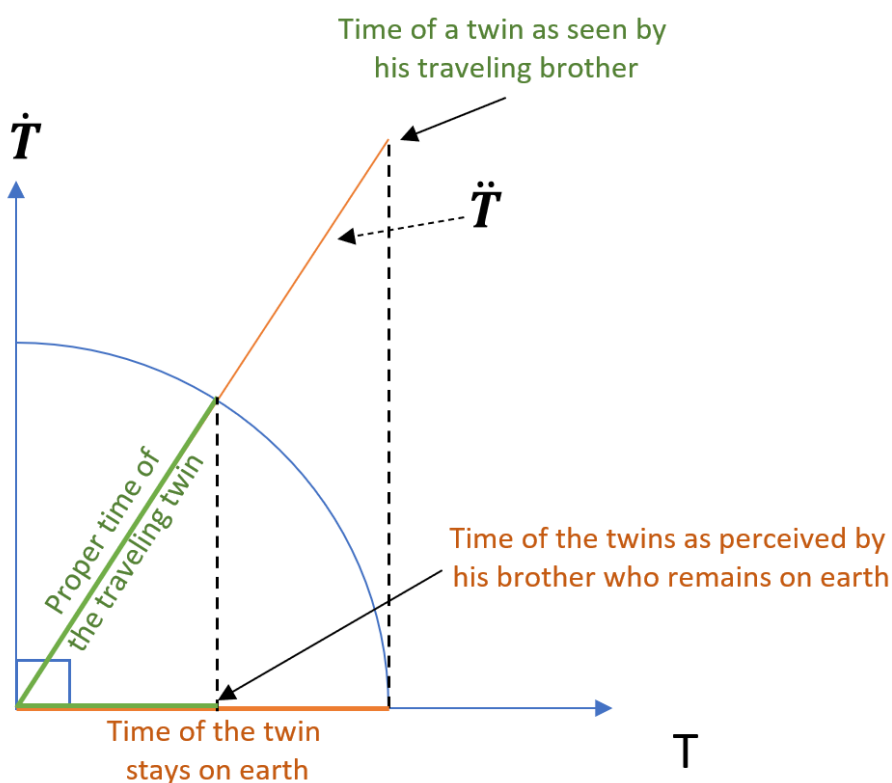


Figure b

Cette interprétation est détaillée dans une vidéo disponible sur <https://youtu.be/TtavBnvl4s>

¹⁰ <https://www.youtube.com/watch?v=KS03GLRgGik&t=3243s>

¹¹ https://fr.wikipedia.org/wiki/Paradoxe_des_jumeaux#:~:text=En%20physique%2C%20le%20paradoxe%20des,la%20relativit%C3%A9%20restreinte%20est%20contradictoire.

B. ABSENCE DE TEMPS DANS LE FORMALISME QUANTIQUE

(en dehors du formalisme mathématique qui décrit la fonction de probabilité. Mais ce n'est pas le même temps):

« La problématique équation de Schrödinger

Il est apparu très tôt une grave difficulté avec l'équation de Wheeler-DeWitt. En effet, alors que nous percevons que l'univers évolue, que l'espace en particulier y est en expansion, la version de l'équation de Schrödinger s'appliquant à l'espace-temps en entier (donc y compris son passé et son futur), ainsi qu'à son contenu en matière et champs de forces, ne dépend pas du temps. Comment se fait-il que nous, les observateurs faisant partie de l'univers, constatons bel et bien que celui-ci change au cours des milliards d'années de son histoire ? C'est ce que l'on appelle traditionnellement le problème du temps en cosmologie quantique. »¹²

Le fait que dans les modèles mathématiques quantiques actuels, le temps T (celui que nous connaissons) n'intervienne pas est lié au fait que dans le modèle proposé dans cet ouvrage, sa projection sur l'axe T est nulle dans le temps quantique \dot{T} . Il est donc normal que le temps tel que nous le percevons, n'intervienne pas en Mécanique quantique.

C. REDUCTION DU PAQUET D'ONDES

Au niveau quantique, seul le temps quantique \dot{T} prévaut. Au niveau « classique » le temps T prédomine. Le point commun entre ces deux mondes est l'espace géométrique pour constater les phénomènes. Lorsqu'une particule quantique bouge dans cet espace, elle le fait selon le temps \dot{T} . Un observateur placé dans le monde « classique » verra donc uniquement une des projections aléatoires de la position de la particule quantique. **D'où la notion d'ondes de probabilité ET le rôle de l'observateur dans la mesure de l'objet quantique.**

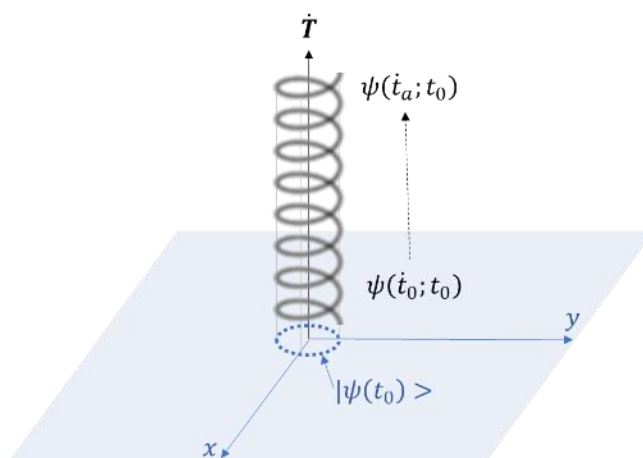


Figure C : Représentation d'une particule quantique en représentant 2 dimensions spatiales et la dimension temporelle « quantique » \dot{T}

À un temps t_0 quelconque du « temps que l'on perçoit » T , une particule quantique peut être représentée par une fonction de probabilité $|\psi(t_0)\rangle$. À cet instant t_0 précis, une particule quantique peut évoluer selon la temporalité \dot{T} selon une fonction $\psi(\dot{t}; t_0)$. Dans notre espace-temps. Quand un « observateur » veut regarder l'état d'une particule quantique, il va voir de manière statistique, une des positions de la particule quantique puisqu'il n'a pas « accès au temps quantique ». Ceci explique la décohérence, ou la régression du paquet d'ondes.

$$\forall \dot{t}; \psi(\dot{t}; t_0) = |\psi(t_0)\rangle$$

Voir la présentation animée de ce phénomène : <https://youtu.be/Rie3crjyaiw>

12 <https://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/physique-effet-epr-fait-il-emerger-temps-cosmologie-quantique-49996/>

Si on regarde ce phénomène de réduction de paquet d'ondes, ou de décohérence selon l'interprétation de Zurek (ou Darwinisme quantique), on se rend compte qu'elle est compatible avec notre approche.

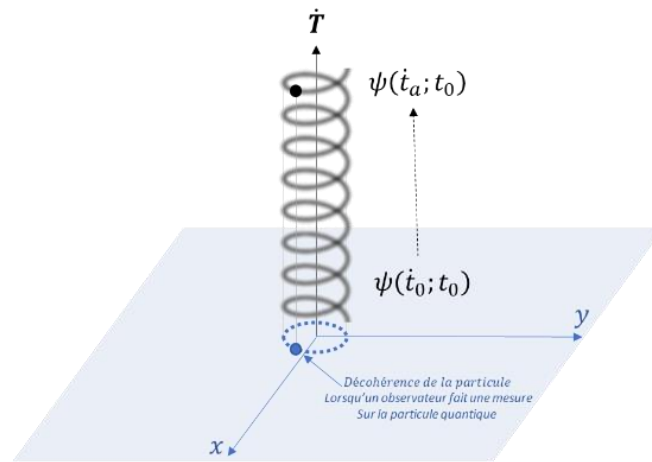


Figure d

Une particule a donc pour coordonnées $\{x \ y \ s \ t \ \dot{t}\}$, que l'on peut écrire de la manière suivante la fonction d'état d'une particule :

$$|P\rangle = \begin{pmatrix} a \cos bt \\ a \sin bt \\ 0 \\ t \\ \dot{t} \end{pmatrix}$$

La fonction d'état dans notre espace-temps a une dimension en moins et est donc :

$$\forall \dot{t} ; |P\rangle = \begin{pmatrix} |P_x\rangle \\ |P_y\rangle \\ 0 \\ t \end{pmatrix}$$

D. PRINCIPE D'INCERTITUDE D'HEISENBERG

Sur le même exemple, on comprend qu'une particule quantique répondant à une fonction d'onde avec en temporalité quantique, ne puisse avoir dans notre temporalité une position et une vitesse définie en même temps. Le principe d'incertitude D'Heisenberg va plus loin que ce simple raccourci, mais cette simplification de ce principe nous permet aussi de l'illustrer ci-dessous :

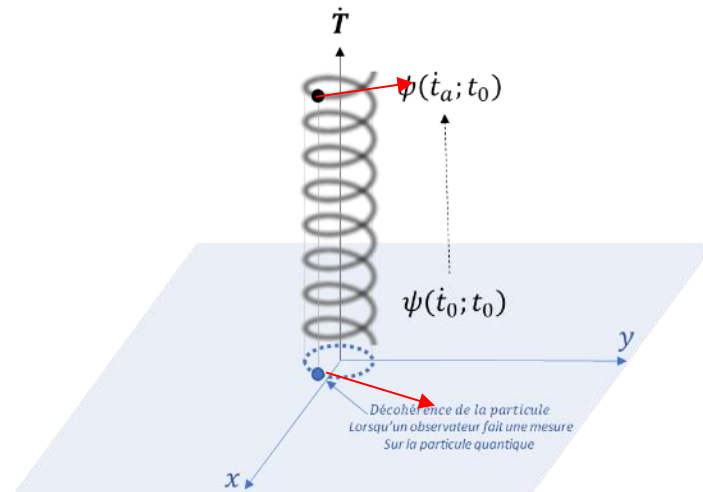


Figure e

On comprend dans cet exemple, qu'à tout instant je ne peux connaître la vitesse et la position de la particule quantique qui répond à cette fonction sinusoïdale en fonction du temps quantique, car nous n'avons pas accès à celle-ci et nous ne sommes pas en mesure de tenir compte de la vitesse tangentielle de la particule dans notre espace-temps.

E. INTRICATION QUANTIQUE

Dans l'expérience de pensée EPR, deux particules quantiques y_1 et y_2 intriquées s'éloignent. Représentons 3 des 5 espaces : les deux dimensions temporelles, et la dimension spatiale dans l'axe des deux photons qui s'éloignent l'un de l'autre.

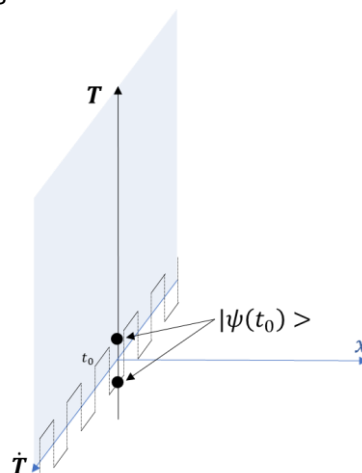


Figure f

t_0 : 2 photons intriqués sont émis dans la dimension temporelle x : Ils ont la même fonction de spin selon la temporalité quantique \dot{T}

Lorsqu'un observateur mesure une des propriétés (par ex le SPIN) de y_1 , il verra une des solutions aléatoires de la propriété observée (cf. point 3). Les fonctions d'état étant des deux photons étant synchronisées selon \dot{T} , quelle que soit cette solution aléatoire, elle sera identique pour les deux particules.

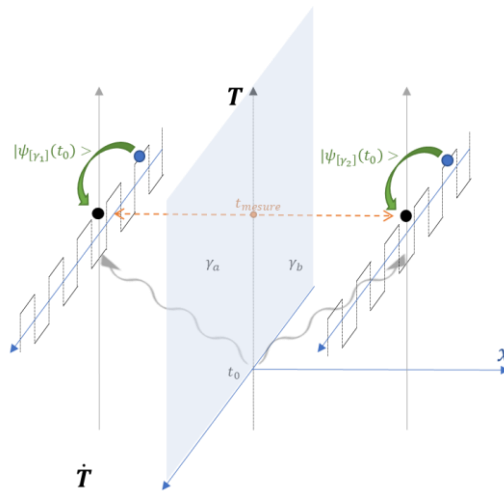


Figure g

t_{mesure} : les 2 photons intriqués se sont déplacés en opposition selon x et ont les mêmes coordonnées sur la temporalité T La mesure du spin de y_1 donne la valeur du spin, quelle que soit sa valeur de décohérence, elle est la même pour les 2 photons, car elle répond à la même temporalité quantique \dot{t}_{mesure} qui est aléatoire dans notre dimension temporelle

Ceci donne le sentiment que leurs états étaient liés (intrication). En fait, elles sont synchronisées dans la temporalité quantique \dot{T} qui n'est pas accessible pour l'observateur, mais cela explique le « rôle » de l'observateur dans le constat final.

Voir la vidéo animée qui détaille ce phénomène : <https://youtu.be/oRjPUwISSTQ>

Formalisation :

Dans le modèle exposé ici, les deux photons sont régis par la même fonction d'état, supposons une fonction d'état fonction de la temporalité \dot{T} qui donne 50% de chance d'avoir le spin $+\frac{1}{2}$ et 50% de chance d'avoir le spin $-\frac{1}{2}$. Donc les états de ces deux particules sont synchronisés dans le temps quantique \dot{T} puisqu'émises au de la même source.

La fonction d'état des deux photons peut s'écrire :

Pour la localisation spatiale P : (les deux photons s'éloignent selon l'axe des x selon la règle :

$$\begin{aligned} \gamma_{P_1} &= \{x = c.t; y = 0; z = 0\} \\ \gamma_{P_2} &= \{-x = -c.t; y = 0; z = 0\} \end{aligned}$$

t est notre temps

Pour le Spin des deux particules Spin :

$$P_{S_1} = P_{S_2} = \frac{1}{2} (|\cos(\dot{t})| / \cos(\dot{t}))$$

Ou \dot{t} est le temps quantique. Pour les deux particules, le temps \dot{t} est le même, car elles sont synchronisées puisque générées à la même source.

La fonction de spin ci-dessus est un exemple d'une fonction donc la projection (= régression), donne la probabilité 50% - 50%. Le temps quantique \dot{t} des deux spins sont les mêmes puisqu'émis au même moment

Ainsi la fonction d'état de deux particules intriquées P_1 et P_2 ; $P_i = \{x_i \ y_i \ z_i \ t \ s_i\}$ avec ($y = 0; z = 0$) s'écrit :

$$P_1 = \left\{ \begin{array}{c} c \cdot t \\ 0 \\ 0 \\ t \\ \frac{1}{2} (|\cos(\dot{t})| / \cos(\dot{t})) \end{array} \right\}; P_2 = \left\{ \begin{array}{c} -c \cdot t \\ 0 \\ 0 \\ t \\ \frac{1}{2} (|\cos(\dot{t})| / \cos(\dot{t})) \end{array} \right\}$$

$$\forall \dot{t}; |P_1\rangle = \left\{ \begin{array}{c} c \cdot t \\ 0 \\ 0 \\ t \\ |P_s\rangle \end{array} \right\}; |P_2\rangle = \left\{ \begin{array}{c} -c \cdot t \\ 0 \\ 0 \\ t \\ |P_s\rangle \end{array} \right\}$$

Quel que soit le moment t où nous regardons une des deux particules intriquées, quel que soit le temps quantique des deux particules, la fonction de spin des deux particules est la même et leur valeur est la même.

Remarque :

L'inégalité de Bell, qui a permis d'arbitrer entre Einstein-Podolsky-Rosen et Bohr en faveur de l'interprétation de Copenhague défendue par Bohr, suite à la l'expérience faite par Alain Aspect, n'est valable que si le principe de localité est respecté. À partir du moment où l'on envisage un temps quantique, ce principe de localité n'est plus respecté.

« le principe de localité : deux objets distants ne peuvent avoir une influence instantanée l'un sur l'autre, ce qui revient à dire qu'un signal ou une influence ne peut se propager à une vitesse plus grande qu'une vitesse limite, qui se trouve être la vitesse de la lumière dans le vide ; »

Sauf que pour une particule quantique, avec son temps propre, la contingence de la vitesse de la lumière n'existe plus. Donc la deuxième partie de cette annoncée n'est plus obligatoirement vraie.

Dans notre modèle, le principe de localité doit s'exprimer comme suit :

*« le principe de localité : deux objets distants **ayant une masse** ne peuvent avoir une influence instantanée l'un sur l'autre, ce qui revient à dire qu'un signal ou une influence ne peut se propager à une vitesse plus grande qu'une vitesse limite, qui se trouve être la vitesse de la lumière dans le vide ; »*

D'ailleurs, l'interprétation actuelle de la mécanique quantique considère que la violation des inégalités de Bell, démontre l'existence d'une "certaine forme" de non-localité. On a en effet bien une certaine forme de corrélation ou « influence » entre deux particules non locales, mais cette certaine forme d'influence est trop faible pour entrer en contradiction avec la relativité. En effet, il est possible de démontrer qu'aucune énergie ou information ne peut être transmise par ce moyen. Ceci montre que l'hypothèse de synchronisation « a priori » selon le temps quantique, pour expliquer l'intrication respecte les limites constatées sur la portée de l'expérience vis-à-vis de la relativité générale. Il n'y a pas « transport » d'information ou d'énergie, il y a constat d'un état identique.

F. FENTES DE YOUNG

Passons en revue les différentes expériences des fentes de Young¹³.

6.1.1 Première approche de l'explication avec le temps quantique

Dans l'expérience des fentes de Young, étudions différents résultats les plus inexplicables selon notre perception classique de l'expérience, afin de regarder dans quelles mesures l'existence d'un temps quantique pourrait expliquer les phénomènes constatés.

Nous commencerons tout d'abord par rappeler que, quand un électron est émis, il répond à une évolution spatiale qui obéit à une fonction de la temporalité quantique \dot{T} : en d'autres termes, à chaque instant t de notre temps tel que nous le concevons, l'électron, ou plutôt son quanta d'énergie, va se déplacer spatialement selon la fonction d'onde qui est fonction du temps quantique. Tout se passe comme si, bien que l'électron soit une matière, au moment de l'expérience, lorsqu'il est émis, c'est uniquement sa dimension énergie qui joue et celle-ci répond en termes de position spatiale à la fonction de temporalité \dot{T} . Au moment où l'électron arrive sur l'écran, l'écran joue le rôle d'observateur. De ce fait, cela génère une régression du paquet d'ondes, ce qui se traduit par un impact unique sur l'écran à un endroit précis. Celui-ci est une des positions aléatoires qu'il a dans le temps \dot{t} .

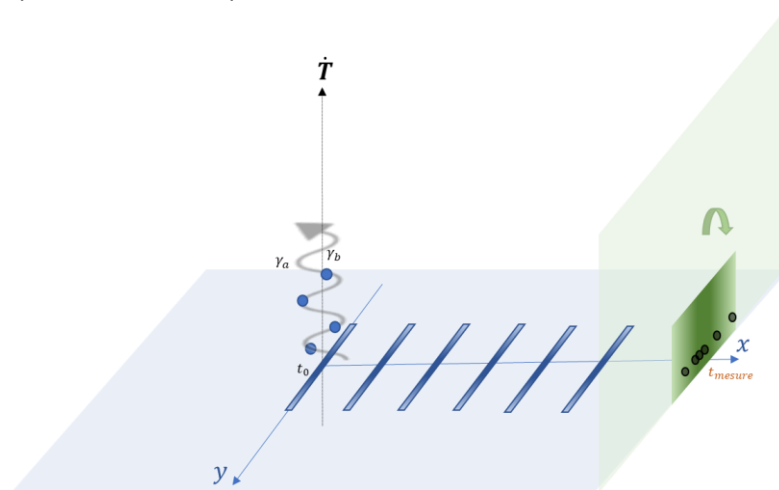


Figure h

13 <https://www.youtube.com/watch?v=zPolTp0ddRg> Parfait résumé de l'ensemble des résultats déroutants de l'expérience des fentes de young.

- a. L'expérience de Young commence par envoyer un grand nombre de photons à travers deux fentes. Les photons sont bien modélisés comme des ondes. Quand nous réalisons l'expérience : le passage des photons à travers les deux fentes génère une diffraction qui se traduit par des franges d'interférences sur l'écran.

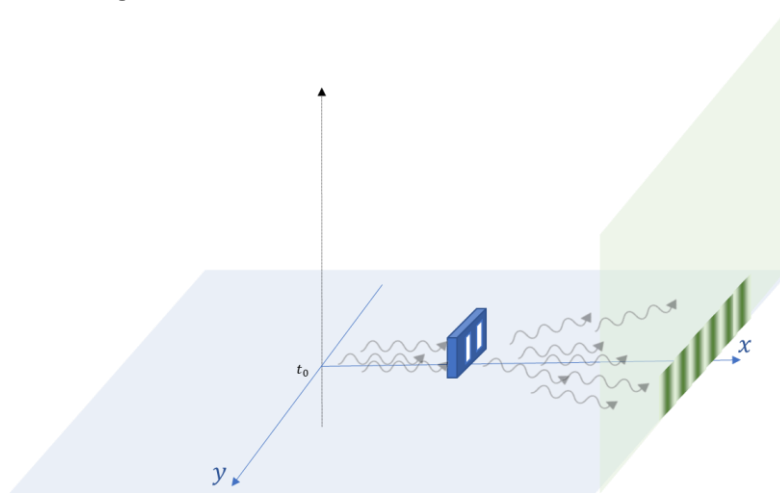


Figure i

- b. Si on reproduit l'expérience en envoyant des électrons (corpuscule), mais au travers d'une seule fente, ceux-ci génèrent des impacts ponctuels sur l'écran. Mais leur répartition dessine au bout d'un moment une frange diffuse : exactement ce que l'on attend d'une onde passant à travers une fente et subissant une diffraction, et non une frange fine unique en face de la fente. Cela prouve que l'électron se comporte bien comme une onde et non comme un corpuscule au niveau de la fente. En revanche, arrivé sur l'écran, l'écran joue le rôle d'un observateur, et l'électron va se décohérer en donnant une des positions qu'il a dans sa temporalité \hat{T} aléatoirement au moment où il arrive sur l'écran. On rappelle que la fonction de déplacement de l'électron selon la temporalité quantique donne une infinité de solutions, seule une sera visible aléatoirement selon la projection orthogonale de \hat{T} sur le temps t unique de l'impact.

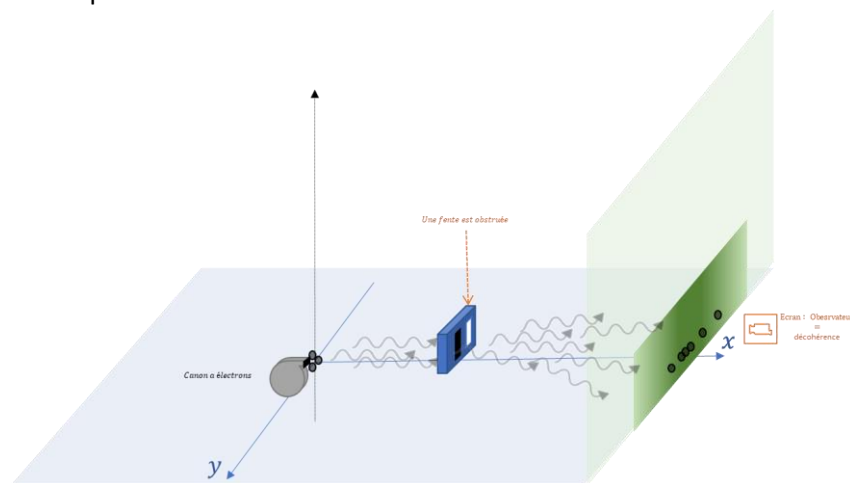


Figure j

- c. Si on utilise un canon à électrons, au travers des deux fentes, alors les électrons apparaissent sur l'écran de manière ponctuelle : mais leurs répartitions statistiques redessinent peu à peu, des franges de probabilité exactement équivalentes aux franges d'interférences des photons.

Ceci montre que bien que ce soient des électrons qui ont été envoyés, ils se comportent comme une onde : elles diffractent au passage des fentes, et interfèrent au niveau de l'écran. Cependant, l'écran étant un « observateur », il y a régression du paquet d'ondes, c'est-à-dire que l'électron donne une des positions aléatoires qui prend dans la temporalité quantique pour en choisir une au moment de l'impact sur l'écran.

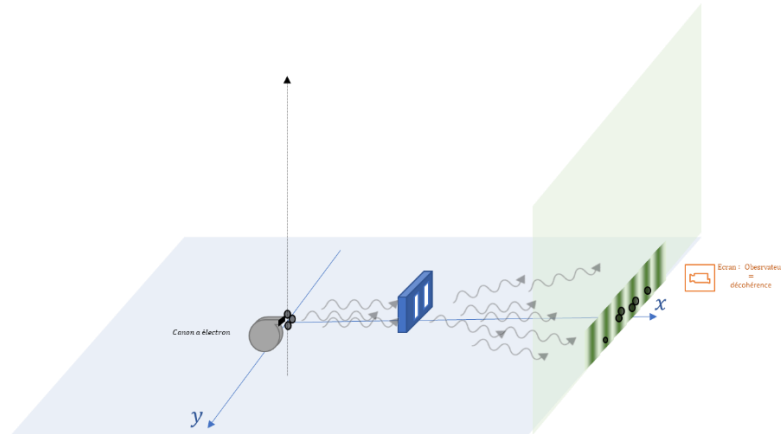


Figure k

- d. Si nous mettons un détecteur (ou observateur) juste avant les fentes, alors la régression du paquet d'ondes à lieu directement avant les fentes et à ce moment-là nous avons aléatoirement une des positions spatiales de l'électron selon la temporalité \dot{T} au moment où il passe la fente (et non sur l'écran) : tout se passe comme si les deux temps se synchronisent (\dot{T} et T), et donc l'électron garde son comportement décohéré jusqu'à l'arrivée sur l'écran. La figure obtenue n'est pas celle d'une balle envoyée : puisque cela donnerait une frange fine (de la largeur de la fente), mais bien d'une diffraction d'une onde au niveau des fentes, mais sans interférences : les impacts successifs redessinent deux ondes diffractées. L'observateur « joue » le rôle de synchronisation des ondes de comportements dans les deux temporalités, ce qui impacte la manière donc nous percevons les résultats des expériences.
- e. Prenons maintenant l'expérience la plus perturbante selon notre perception classique des fentes de Young. Des électrons sont envoyés ponctuellement à travers deux fentes. Bien qu'envoyés à des moments différents dans la temporalité classique T , nous constatons des interférences. Comment cela est-il possible ? Le formalisme quantique prévoit bien ce résultat, et l'interprétation de Copenhague confirme bien « qu'il n'y a pas à se représenter avec notre perception du monde, la manière dont le monde quantique fonctionne ».

Regardons maintenant comment l'existence d'un temps quantique impacte cette expérience.

En envoyant des électrons, nous envoyons des objets quantiques puisqu'ils se comportent comme une onde (tant qu'ils ne touchent pas l'écran). Or notre temporalité T n'intervient pas dans la Temporalité quantique \dot{T} .

- De la même manière qu'un observateur qui regarde un objet quantique « force » la position de l'objet par décohérence en un des points aléatoires prévue par le modèle quantique. Ceci s'explique dans notre modèle comme étant une des positions que prend l'électron dans sa temporalité \dot{T} , qui par projection orthogonale est perçu par l'observateur comme étant une position aléatoire dans notre temporalité.

- De manière symétrique, dans un monde purement quantique, notre temporalité est inaccessible. En d'autres termes, ce qui pour nous, consiste à envoyer les objets quantiques que sont les électrons un à un dans NOTRE temporalité T , se passe exactement en même temps dans la dimension \hat{T} . Les objets quantiques peuvent interférer entre eux, car pour eux tout se passe en même temps dans la temporalité quantique. En d'autres termes, l'expérience des Fentes de Young est le symétrique de l'intrication. C'est une expérience qui mesure le comportement d'un système purement quantique, dans lequel notre temporalité a été annulée au moment de la décohérence.

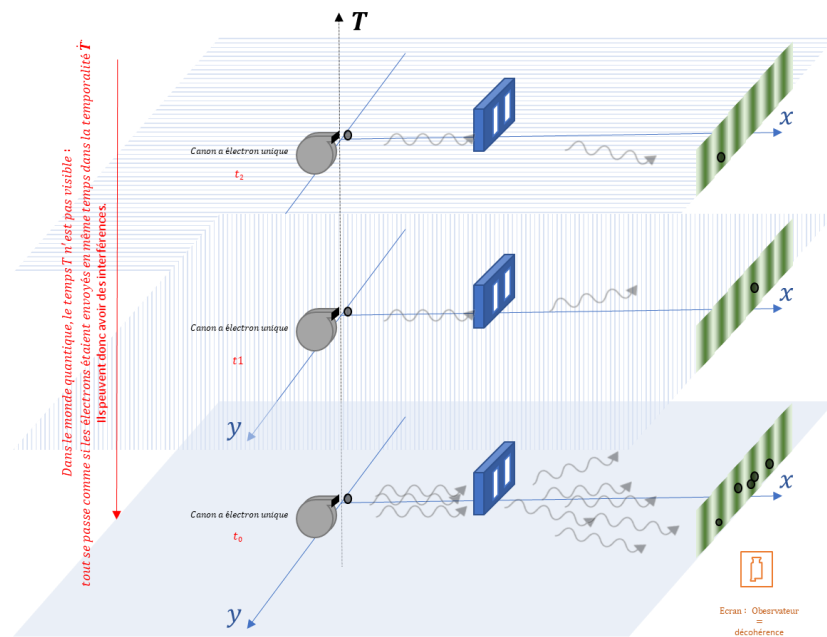


Figure 1

Voir la vidéo animée de ce phénomène : <https://youtu.be/ChylbDoPkuU>

6.1.2 Allons Plus loin dans l'explication théorique :

- Reprenons l'expérience des fentes de Young et commençons à analyser ce qui se passe avec un seul électron :
 - Si on a une fente et que nous tirons un seul électron. Selon notre modèle, on peut envisager que celui-ci ait une légère vibration autour de son axe de direction selon le temps quantique. En conséquence, il y a un seul impacte en face, mais qui, si on répète l'expérience, va donner une diffraction. Cette diffraction est d'autant plus large que la frange est fine, car du fait de sa vibration selon le temps quantique autour de son axe de déplacement, il aura plus de chance d'interagir avec le bord des franges et donc d'être détourné. Mais du coup, on comprend qu'aux abords de la frange, l'électron qui a une légère vibration selon le temps quantique autour de son axe peut ainsi plus ou moins interagir avec le bord de la frange et diffracter.
 - Si on a deux fentes : alors c'est le même phénomène, mais il a deux chemins : donc il y aura qu'un impact, mais pas encore d'interférence.

b) Avec plusieurs électrons, l'interférence peut exister. Mais une fois que ceux-ci « frappent l'écran », le déplacement selon notre temporalité s'arrête, mais pas selon le temps quantique : c'est pour cela que mathématiquement, les interférences existent, car on retrouve la fonction sinusoïdale selon le temps quantique qui va déterminer l'emplacement de l'électron, mais où notre temps se fige (l'électron ne bouge plus selon notre temporalité).

Il est difficile de se le représenter, car on est contingenté à notre monde : mais prenons des fonctions sinusoïdales selon le temps quantique qui représente la probabilité de présence une fois impactée sur l'écran. Attribuons une fonction sinusoïdale de vibration selon le temps quantique à chaque électron, et autre fonction d'envoi d'électron selon notre temps linéaire.

Une fois sur l'écran, la fonction linéaire s'arrête, et il ne reste que les fonctions sinusoïdales selon le temps quantique. Modélisés à travers deux fentes, nous allons retrouver le formalisme d'interférence.

Mathématiquement, cela revient à modéliser deux fonctions d'ondes selon notre temps à travers une fente, puis substituer le temps t par le temps quantique. Et on rajoute une fonction linéaire qui modélise le déplacement selon notre temps à une fréquence f des électrons. Sur l'écran, la fonction linéaire s'annule, reste seule la fonction d'interférence.

Supposons maintenant les deux électrons synchrones de pulsation commune ω . L'état ondulatoire de l'onde résultante en M s'écrit.

$$\psi(M, t, t) = e_1 \left[\cos(\omega t - \phi_1) + \frac{1}{f} t_1 \right] + e_2 \left[\cos(\omega t - \phi_2) + \frac{1}{f} t_2 \right]$$

comme

$$\langle \cos^2(\omega t + \phi) \rangle = \frac{1}{2}$$

Et

$$\cos(\omega t - \phi_1) \cos(\omega t - \phi_2) = \frac{1}{2} [\cos(2\omega t - \phi_1 - \phi_2) + \cos(\phi_2 - \phi_1)]$$

Et que sur l'écran, le point est figé selon notre temps :

$$t_1 = t_2 = t_0$$

$$I(M) = \frac{1}{2} A_1^2 + \frac{1}{2} A_2^2 + A_1 A_2 \langle \cos \Delta \phi \rangle + \frac{n}{f} t_0 \text{ avec } \Delta \phi = \phi_2 - \phi_1$$

Et le résultat est donc une fonction d'interférence dans lequel la temporalité quantique a disparu, et l'intensité des franges sur l'écran est une fonction proportionnelle de notre temps T . La disparition du temps quantique est ce qui, dans notre temporalité, se traduit par les interférences.

Remarque : la diffraction pourrait être une contrainte intéressante à exploiter pour déterminer la fonction de vibration d'un électron selon le temps quantique.

G. CALCUL DU TEMPS QUANTIQUE LORS DU CHANGEMENT DE REFERENTIEL.

Calculons le temps quantique d'une particule massique en déplacement rectiligne uniforme lors du changement de référentiel galiléen dans le repère Espace-temps-masse. Nous allons reprendre les transformées de Lorentz. Selon notre hypothèse : le temps combiné est constant, quel que soit le référentiel. Donc :

$$\text{Pour le premier référentiel : } t^2 + \dot{t}^2 = \ddot{t}^2$$

$$\text{Pour le deuxième référentiel : } t'^2 + \dot{t}'^2 = \ddot{t}'^2$$

$$\text{Et, selon notre modèle : } \ddot{t}^2 = \ddot{t}'^2$$

Or grâce aux transformations de Lorentz, la formule de dilatation des durées est dans un changement de repère selon l'axe des x :

$$t' = \gamma \left(t - \frac{vx}{c^2} \right) \text{ et } x' = \gamma(x - vt)$$

$$\text{Où : } t = \gamma \left(t' + \frac{vx'}{c^2} \right) \text{ et } x = \gamma(x' + vt')$$

$$\text{Avec : } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} \text{ et } \beta = \frac{v}{c}$$

Ce qui permet d'établir que :

$$t'^2 + \dot{t}'^2 = t^2 + \dot{t}^2$$

$$\dot{t}'^2 = t^2 - t'^2 + \dot{t}^2$$

$$\dot{t}'^2 = t^2 - \gamma^2 \left(t - \frac{vx}{c^2} \right)^2 + \dot{t}^2$$

$$\dot{t}'^2 = t^2 - \gamma^2 \left(t^2 + \left(\frac{vx}{c^2} \right)^2 - 2 \frac{vx}{c^2} t \right) + \dot{t}^2$$

$$\text{Or : } v = \frac{x}{t}$$

Donc :

$$\dot{t}'^2 = t^2 - \gamma^2 \left(t^2 + \frac{1}{c^2} \left(\frac{v}{c} \right)^2 x^2 - 2 \frac{v^2}{c^2} t^2 \right) + \dot{t}^2$$

$$\dot{t}'^2 = (1 - \gamma^2 + 2\gamma^2\beta^2)t^2 - \frac{\gamma^2\beta^2}{c^2}x^2 + \dot{t}^2$$

$$\dot{t}'^2 = \left(\frac{1-\beta^2}{1-\beta^2} - \frac{1}{1-\beta^2} + \frac{2\beta^2}{1-\beta^2} \right) t^2 - \frac{\gamma^2\beta^2}{c^2}x^2 + \dot{t}^2$$

$$\dot{t}'^2 = \left(\frac{\beta^2}{1-\beta^2} \right) t^2 - \frac{\gamma^2\beta^2}{c^2}x^2 + \dot{t}^2$$

$$(ct')^2 = \gamma^2\beta^2(ct)^2 - \gamma^2\beta^2x^2 + (ct)^2$$

$$ct' = \gamma\beta \sqrt{(ct)^2 - x^2 + \frac{(ct)^2}{\gamma^2\beta^2}}$$

7 PRECISIONS SUR LE ROLE PARTICULIER DE LA MASSE

A. INTRODUCTION

Depuis le début, la masse joue un rôle particulier dans les phénomènes physiques en général. De ce fait, elle a un rôle particulier aussi dans la proposition théorique de ce document puisque c'est elle qui « porte » la temporalité et l'espace que nous connaissons.

Annexe état de l'art : [11.3.4](#) La compréhension de la masse selon Brout, Englert et Higgs

B. INTERPRETATION SELON NOTRE MODELE.

Ainsi donc, dans notre modèle : le temps tel qu'on le connaît est intimement lié à la masse et donc au champ de Higgs. Mais si c'est le cas, cela permet d'émettre immédiatement quelques conséquences qui sont à nouveau en cohérence complète avec ce que l'on constate :

7.1.1 Légitimité d'un temps quantique.

Si un temps est associé au champ de Higgs, alors il est légitime d'envisager que les autres champs quantiques aient aussi leur temps propre, ce qui légitime l'hypothèse d'un temps quantique (ou un temps par champs ou type d'énergie). En effet, y compris dans le monde quantique, si évolution il y a, il doit y avoir un temps pour le mesurer. Pourquoi devrait-il être celui qu'on perçoit ?

7.1.2 Nouveau regard sur l'inflation

Comme indiqué ci-dessus et dans la conférence¹⁴ : « *Les grandes leçons d'un petit boson* », le champ de Higgs ne serait pas « actif » au tout début du big-bang (avant la brisure de symétrie électrofaible, $<10^{-10}$ seconde). Pour être plus précis, le champ de Higgs remplissait l'univers, mais la valeur moyenne de ce champ était zéro. Ceci a pour conséquence que toutes les particules n'ont pas de masse. Ce que notre théorie implique c'est qu'alors, le temps quantique seul existait, et donc que le Big-Bang n'est pas l'origine de l'univers, mais simplement l'origine de notre temps, de notre espace et de la matière. Ainsi donc, si l'univers tel qu'on le connaît à son origine au Big-bang, il existait déjà un univers quantique sous une forme purement immatériel (donc avec le champ de Higgs nul en moyenne, sans matière et sans notre espace-temps).

14 <https://youtu.be/YU1bffYC3bU> à (24:00)

Entre zéro et 10^{-10} seconde, le champ de Higgs acquière une valeur moyenne non nulle, et certaines particules interagissent avec ce champ, ce qui les « freine » comme si elles étaient baignées dans un champ « visqueux ». Ce ralentissement se matérialise par l'apparition d'une masse pour la particule, d'autant plus grande que l'interaction est importante.

De ce fait, l'inflation qui est cette période extrêmement rapide de croissance de l'espace-temps¹⁵ : « L'inflation cosmique est un modèle cosmologique s'insérant dans le paradigme du Big Bang lors duquel une région de l'Univers comprenant l'Univers observable a connu une phase d'expansion très rapide qui lui aurait permis de grossir d'un facteur considérable : au moins 10^{26} en un temps extrêmement bref, compris entre 10^{-36} et 10^{-33} secondes après le Big Bang. Ce modèle cosmologique offre une solution à la fois au problème de l'horizon et au problème de la platitude. », ne l'ait que dans notre temporalité : rien n'interdit d'envisager que tout ceci s'est passé « lentement selon le temps quantique \hat{T} ».

7.1.3 L'inflation ou « champ scalaire primordial »

Particule hypothétique, parfois théorisée, elle n'est plus indispensable pour expliquer l'inflation.

7.1.4 Une énergie nouvelle pour l'énergie noire et/ou la matière noire

Selon notre modèle, tout système qui a une énergie E a pour temporalité propre une combinaison du temps « classique » T et du temps « relativiste » \hat{T} . Cette combinaison est fonction du prorata d'énergie massique vs les énergies autres du système (voir l'hypothèse du paragraphe D). L'existence d'une temporalité \hat{T} , permet de supposer que : au-delà de l'énergie d'un système tel qu'on le mesure, il existe une énergie liée à la temporalité quantique.

Par exemple : la quantité de mouvement qu'un électron a dans son déplacement selon la temporalité quantique. Selon l'évaluation « classique » de la quantité de mouvement d'un électron : un électron porte pour quantité de mouvement, sa masse et sa vitesse dans notre temporalité. En complément, il est de nature intrinsèquement probabiliste.

Mais dans notre modèle, sa nature a priori « probabiliste » décrit des mouvements dans l'espace de ce système que nous ne percevons pas, mais qui porte en elle une quantité de mouvement dans la temporalité \hat{T} . Ceci représente une énergie que nous ne quantifions pas et que nous ne pouvons pas voir dans notre monde classique. Et ceci s'applique à tout objet ayant une composante quantique. C'est une réelle explication possible de l'énergie noire, en tout cas elle doit dans ce modèle être prise en compte.

15 https://fr.wikipedia.org/wiki/Inflation_cosmique

Cette hypothèse est confortée par la théorie de l'équipartition de l'énergie¹⁶

Cette théorie permet de relier l'énergie de vibration d'une particule baryonique à la température. En particulier, dans un gaz rare monoatomique, celle-ci est directement associable à l'énergie cinétique de la particule.

« Gaz parfait monoatomique : l'exemple des gaz rares

Les gaz rares sont des exemples types pour l'application du théorème d'équipartition. Chaque atome dispose de trois degrés de liberté associés aux trois composantes de la vitesse, c'est-à-dire aux trois directions de l'espace. Si on décompose la vitesse de l'atome suivant ces trois directions en les notant v_x , v_y et v_z , en notant m la masse, alors l'énergie cinétique (newtonienne) s'écrit comme une somme de trois termes dont chacun correspond à un degré de liberté :

$$H^{cin} = \frac{1}{2}mv_x^2 + \frac{1}{2}mv_y^2 + \frac{1}{2}mv_z^2$$

À l'équilibre thermodynamique, chaque degré de liberté contribue d'après le théorème d'équipartition pour $1/2k_B T$ à l'énergie cinétique. L'énergie cinétique moyenne totale d'une particule est donc $3/2k_B T$, et l'énergie totale d'un gaz parfait composé de N particules est $3/2Nk_B T$.

Connaissant l'énergie cinétique moyenne, on peut calculer la vitesse quadratique moyenne v_{qm} des atomes du gaz où $M = mN_A$ est la masse d'une mole de gaz :

$$v_{qm} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

Par contre, le même article précise :

« ... il est mis en défaut quand les effets quantiques deviennent significatifs, notamment pour des températures suffisamment basses ou des densités élevées. »

Et pour cause, dans notre hypothèse, nous ne pouvons ignorer, quand la particule massive est proche du domaine quantique, l'énergie provenant du mouvement brownien de la particule, mais avec 2 composantes temporelles, ce qui porte son énergie cinétique dans l'exemple du gaz parfait à :

$$H^{cin} = \frac{1}{2}m \left(\frac{\Delta d}{\Delta t}\right)^2 + \frac{1}{2}m \left(\frac{\Delta d'}{\Delta t}\right)^2$$

Remarques :

1. Ceci ne remet pas en cause la possibilité de l'existence d'une constante cosmologique qui fait largement débat dans la communauté scientifique. Mais dans notre modèle, il convient d'établir préalablement les fonctions de description des particules dans notre espace à 5 dimensions, afin de pouvoir faire un bilan énergétique, et ainsi regarder si nous avons besoin de faire appel à la constante cosmologique qui est théoriquement envisageable.
2. Ceci pourrait aussi expliquer le phénomène de diffraction d'un électron passant au travers une frange fine, une vibration selon la temporalité quantique de l'électron autour de son axe de direction dans notre espace-temps-masse, pourrait expliquer la diffraction constatée que nous percevons encore une fois comme statistique. (Cf l'analyse des fentes de Young selon notre modèle).

¹⁶ https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89quipartition_de_l%27%C3%A9nergie

7.1.5 Une explication pour la matière noire et sa localisation

C'est une très bonne explication pour la matière noire aussi. Évidemment, l'existence de cette nouvelle temporalité fait que nous devons remettre en cause le bilan énergétique de la matière baryonique tel que nous le faisons actuellement. En effet, cette matière baryonique est, dans certaines situations (quand elle est de taille compatible avec le monde quantique : voir le paragraphe ci-dessus), animée d'une énergie cinétique liée à la temporalité quantique \dot{T} . Or, dans le cosmos, et exprimé de manière vulgarisée :

- Entre les galaxies il n'y a quasiment pas de matière : l'apparition spontanée de particules est rare et rapide et donc à peu d'impact sur la gravité. Le fait d'avoir un bilan énergétique incomplet à peu d'influence.
- Proche de puits de matière (trou noir, étoiles, planètes, nuage de gaz et poussière), la déformation de l'espace « concentre » l'énergie de telle sorte que la matière baryonique est beaucoup plus stable (moins « quantique ») et donc « visible » et contribue directement à la gravitation telle qu'elle est modélisée par la relativité générale, et son bilan énergétique rend l'énergie selon la dimension quantique négligeable par rapport au calcul tel qu'on l'évalue classiquement : comme indiqué dans le paragraphe ci-dessus.
- Mais au pourtour des galaxies, il y a toute une zone où l'influence de la gravitation est faible, mais non nulle et cette zone permet localement d'avoir une concentration locale d'énergie lié au temps quantique qui, du fait de la fluctuation des champs quantiques¹⁷, permette que les particules virtuelles apparaissent spontanément beaucoup plus souvent (donc deviennent baryonique, mais invisible d'un point de vue optique) que dans le reste de l'univers (atteints son niveau d'énergie de masse). Ces particules baryoniques ont une énergie quantique importante du fait de la temporalité quantique actuellement ignorée. Cette zone pourrait être une « pouponnière » de particules riches en quantité de mouvement selon la temporalité quantique \dot{T} (en fait, pour qu'une particule apparaisse, il faut que la fluctuation quantique permette à un moment donné une énergie-impulsion supérieure à mc^2 , avec m masse de la particule qui apparaît). Il se trouve qu'il y a environ 10 fois plus de matière noire que le bilan matière que nous faisons dans l'univers¹⁸. Et cette matière noire s'explique par le fait qu'avec la contribution de l'énergie liée à la dimension temporelle quantique, l'énergie-impulsion atteint plus souvent la limite mc^2 .
Au regard du volume concerné par cette zone, et de l'aspect très quantique des particules apparaissant de manière spontanée, nous avons une hypothèse forte pour la matière noire dans notre modèle.

17 <https://youtu.be/YU1bffc3bU> à (1:06:00)

18 <https://youtu.be/YU1bffc3bU> à (1:04:00)

L'existence de ce temps quantique permet :

- D'expliquer par la quantité de mouvement de la matière baryonique selon la temporalité quantique, l'existence de matière gravitationnelle complémentaire et non visible.
- D'expliquer pourquoi elle se retrouve majoritairement au pourtour des galaxies, et non en son centre ni entre les galaxies.
- D'expliquer pourquoi elle doit être nécessaire composée d'une partie de matière qui apparaisse spontanément et sur des temps courts, et comme elle est dans des zones de faible déformation d'espace-temps, ces particules sont composées d'une forte composante quantique et donc d'une quantité de mouvement importante si on tient compte de la composante quantité de mouvement selon la temporalité \dot{T} .

7.1.6 Singularité de la relativité générale

La relativité générale n'est que la projection en 4 dimensions d'un espace à 5 dimensions. De la même manière que la gravitation selon Newton n'est valable que dans un domaine de validité, il faut considérer dans notre modèle les deux dimensions temporelles.

- a. Dans tous les cas, le temps tel qu'on le conçoit ne diverge plus, car en deçà de l'échelle de Planck, tout objet redevient quantique pur. Ainsi, selon notre modèle, notre temps T « disparaît ».
- b. Nous pouvons même émettre l'hypothèse que sur l'horizon du trou noir, « notre temps » s'arrête et que c'est la limite du domaine de validité de la relativité générale qui, rappelons-le, n'est que la théorie sur 4 dimensions d'une réalité sur 5 dimensions.

Au-delà : la mécanique quantique reste seule valable, mais avec une dimension temporelle. Du fait des quantas, elle ne diverge plus en termes de contraction de l'espace, mais il faut reconstituer les fonctions temporelles \dot{T} pour pouvoir faire des prédictions.

Cette réalité amène à envisager l'hypothèse décrite dans le paragraphe suivant : elle invalide toute simplement la notion d'espace et de temps (classique) quand une énergie devient purement quantique. Si cette hypothèse se confirme, alors le domaine de validité de la relativité générale s'arrête effectivement au pourtour des trous noirs.

C. NOUVELLE VALIDATION DE LA NOTION ESPACE-TEMPS-MASSE

7.1.7 Un nouveau regard sur l'espace-temps.

En conséquence, seule l'énergie-impulsion de la matière baryonique pourrait déformer l'espace-temps puisque ET l'espace ET le temps seraient intimement liés à la matière.

Cependant actuellement, il est généralement admis que toute l'énergie ¹⁹ contribue à la courbure de l'espace-temps. Ceci est nécessaire, car l'énergie-impulsion seule de la matière baryonique ne suffit pas à expliquer la courbure telle qu'elle est observée en astronomie. En fait, toute énergie découlant de notre temporalité t, a une influence sur notre espace-temps, mais ce n'est pas toute l'énergie du système.

Mais ceci n'est plus vrai avec notre nouveau modèle où la matière baryonique a beaucoup plus de quantité de mouvement du fait de sa vibration dans la temporalité quantique non prise en compte actuellement. D'autant que, y compris dans le vide, la fluctuation quantique permet aussi l'apparition de matière baryonique de manière fugace, avec son énergie-impulsion, qui a son impact gravitationnel.

7.1.8 Une solution au problème de la catastrophe du vide ? ²⁰.

À partir du moment où, la matière baryonique a une énergie-impulsion beaucoup plus importante que celle que nous avons envisagée jusqu'à présent, alors il n'est plus nécessaire d'envisager que l'énergie des autres champs quantiques ait une influence sur la courbure de l'espace-temps.

Ceci est donc une piste à la résolution du problème de la catastrophe du vide, puisque nous n'avons plus besoin de mettre en rapport l'énergie des champs quantique du vide et les constatations cosmologiques ²¹ :

« Effet sur la courbure de l'espace-temps :

Cette densité d'énergie entraîne en principe des effets physiques, mesurables sur la courbure de l'espace-temps. Cependant, macroscopiquement, en se référant à la limite supérieure de la constante cosmologique, l'énergie du vide telle que physiquement observable a été estimée à 10^{-9} joules (10^{-2} ergs) par mètre cube, soit aussi de l'ordre de ~ 5 GeV/m³.

Inversement, l'approche théorique conduit à une énergie énorme, qu'elle soit infinie ou « simplement » limitée à la densité d'énergie de Planck, $4,63309 \times 10^{113}$ pascals.

Pour la physique théorique, cet écart, de l'ordre de 10^{120} entre la théorie quantique et l'observation astronomique, a été qualifié de « catastrophe du vide » : pourquoi l'énergie du vide observable ne correspond-elle pas à la valeur calculée, avec un écart impensable d'un facteur 10^{120} ? Cependant, cet écart doit être relativisé, la question paraissant plutôt être « pourquoi la violence des fluctuations quantiques, probablement réalisées à l'échelle quantique, n'est-elle pas observable à notre échelle ? ».

Le problème de la valeur totale de l'énergie de point zéro du vide immensément grande reste un des problèmes fondamentaux non résolus de la physique, car il reste à découvrir les phénomènes physiques avec une énergie opposée, qui permettent d'expliquer la valeur faible observée pour la constante cosmologique de l'énergie du vide ».

19 https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_du_vide

20 https://fr.wikipedia.org/wiki/Probl%C3%A8me_de_la_constante_cosmologique

21 https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_du_vide#Effet_sur_la_courbure_de_l'espace-temps

En résumé :

- **l'énergie-impulsion de la matière baryonique tenant compte de la quantité de mouvement lié au temps quantique, suffirait à expliquer la matière noire.**
- **L'espace-temps intimement lié au champ de Higgs non nul donc à la masse, permet de supposer que l'énergie des champs quantiques autres n'ait pas d'influence sur l'espace-temps**
- **Ce qui résoudrait le problème de la catastrophe du vide.**
- **Tout ceci pourrait être des contraintes sur le formalisme à établir.**

D. REFLEXION AUTOUR DES PHENOMENES SUPRACONDUCTEURS OU SUPRAFLUIDITES

Les phénomènes « supra », apparaissent quand dans notre espace-temps-masse, seule l'énergie de masse (mC^2) reste. Le « froid » limitant l'intervention des autres formes de l'énergie-impulsion.

Dans notre nouveau modèle, on comprend qu'on ne peut pas ignorer la temporalité quantique. En d'autres termes, si les règles qui régissent le mouvement dans notre temporalité d'une particule baryonique indiquent une annulation d'un certain nombre de phénomènes d'interaction atomique au niveau des particules lorsque celles-ci sont refroidies, elles ne disent rien sur ce qui se passe au niveau quantique, et en particulier au niveau de la temporalité quantique.

À mon sens, le comportement supraconducteur ou de suprafluidité est une contrainte forte sur la loi de comportement de l'énergie selon la temporalité quantique.

Exemple de piste de réflexion : supposons que les fonctions de vibrations selon le temps quantique d'un électron autour de protons, soit aussi fonction d'une loi sinusoïdale selon le temps quantique avec une fréquence propre à l'atome considéré. En dessous d'une certaine température, l'énergie de vibration selon le temps massique devient inférieure à l'énergie de vibration d'une particule selon sa fréquence propre de vibration selon le temps quantique. Le mouvement brownien selon notre temps disparaît, et la synchronisation des fonctions d'ondes des électrons peut se synchroniser selon le temps quantique annulant les effets perceptibles de résistance ou de capillarité à notre échelle.

En tout cas c'est un domaine qui permet d'annihiler les perturbations des mouvements « classique » dans les fonctions d'évolution de l'énergie selon la temporalité quantique.

E. REFLEXION SUR L'EXPLICATION DE LA PREDOMINANCE DE LA MATIERE SUR L'ANTIMATIERE

Il existe depuis peu une piste qui explique la prédominance de la matière sur l'antimatière, qui est lié à la violation de la symétrie CP de l'interaction faible sur les neutrinos tel que mesuré depuis 2013 dans T2K. Ce n'est pas encore une certitude (projet ST2K pour 2027), mais elle expliquerait que sur 10^{10} de matière et antimatière générés, il y en ait une de plus qui soit de la matière. Par annihilation de l'antimatière par la matière, il resterait que de la matière.

Si cette piste n'est pas confirmée, nous pourrions supposer que, quand le champ de Higgs était de valeur nulle, l'ensemble des particules quantiques aient une fonction de vibration de la propriété électrique de somme nulle. Au moment où le champ de Higgs passe par sa rupture de symétrie et acquiert une valeur non nulle, les premières particules massiques apparaissent. Nous pourrions imaginer que la propriété électrique soit liée de manière spécifique à la masse, et se retrouve « figée » à une valeur fixe. L'équilibre électrique de l'univers « pilotant » les valeurs électriques des autres particules.

Cette représentation qui est très spéculative, montre qu'il pourrait y avoir des explications sur la prééminence de la matière sur l'antimatière dans un modèle comme celui présenté ici.

F. REFLEXION A NOUVEAU SUR LE TEMPS

Il est évident que le temps est une notion physique atypique, l'existence de la flèche du temps en est un exemple. Pour autant, il est tellement omniprésent, que nous le prenons comme intangible et base de la construction de la physique. Cependant, on l'a vu, la relativité générale a associé le temps à l'espace et l'a rendu relatif. Puis la mécanique quantique ne sait pas comment le traiter ou l'intégrer dans son formalisme.

On peut s'interroger sur le fait que le temps ne pourrait être qu'une notion induite par les lois de l'évolution d'un système, interprété par notre cerveau comme une donnée physique au même titre que les autres. Le temps serait alors à l'évolution de l'énergie de masse, ce que les couleurs sont aux ondes électromagnétiques ou la température à l'activité des atomes. Alors notre temps perçu serait le seul dont on arrive à se représenter, à le mesurer même ; et pour le reste, ce qui nous échappe dans notre perception humaine, il pourrait avoir sa métrique d'évolution, en d'autres termes son propre temps.

Relativiser l'importance du temps comme fondement scientifique de référence peut aider à imaginer une notion si contre-intuitive qu'un autre temps qui échappe à nos sens.

G. CONTRAINTES SUR LE NOUVEAU FORMALISME A ETABLIR.

Ainsi, il va falloir définir le formalisme global intégrant la temporalité quantique. Il existe plusieurs contraintes aux équations à établir :

- La fonction $f(t; \dot{t})$ qui régit une particule quelconque doit donner le modèle de la relativité générale par projection dans notre espace-temps. ($\forall \dot{t}$)
- La fonction $f(t; \dot{t})$ qui régit une particule quelconque doit donner le modèle de la mécanique quantique par projection dans notre espace. $f_x(t; \dot{t}) = f(x) > (\forall [t; \dot{t}])$
- Le bilan énergétique de l'univers doit permettre par le complément d'énergie modélisé par le temps quantique, de donner la somme de l'énergie noire + la matière noire.
- Le bilan d'énergie noire sur matière noire est aussi une contrainte sur le formalisme à établir en fonction du temps quantique, que ce soit dans l'évolution de sa proportion depuis le big-bang, ou la localisation de la matière noire en fonction de la déformation de l'espace-temps.
- Le formalisme respectera la théorie de jauge.
- Les phénomènes de supraconductivité et de suprafluidité seront certainement des contraintes fortes sur le formalisme à établir.
- La diffraction pourrait être aussi des contraintes sur les énergies quantiques des particules baryoniques.
- Le formalisme devra aussi expliquer le principe d'exclusion de PAULI. Ce formalisme permettra entre autres qu'une fonction que deux particules avec les fonctions d'états :

$$\psi_1(\dot{t}; t; x; y; z) \langle \rangle \psi_2(\dot{t}; t; x; y; z) \quad \forall [\dot{t}; t; x; y; z]$$

8 CONCLUSION

Le modèle propose donc de travailler à présent sur un espace à 5 dimensions. Ce modèle englobe les deux théories : Relativité générale et Mécanique quantique qui se différencient par la proportion d'énergie massique sur l'énergie totale d'un système. En théorie, il serait donc possible d'écrire une équation fonction du temps \tilde{T} liant ces deux modèles en intégrant leurs temporalités respectives à savoir T et \tilde{T} . Cette équation doit redonner la relativité générale en éliminant la composante temporelle \tilde{T} , et par projection selon cette même dimension temporelle, devra reconstituer la dimension probabiliste du formalisme quantique.

En allant au bout de la logique, nous pouvons émettre l'hypothèse que :

- Que l'équivalence :

Energie totale d'une particule > énergie de masse

\Leftrightarrow

passage du monde quantique au monde baryonique.

- L'espace et le temps sont uniquement liés à la matière baryonique et donc au champ de Higgs non nul. Et que la relativité générale n'est QUE la modélisation de l'influence de cette matière baryonique sur cet objet espace-temps. Mais pour une particule « proche du monde quantique », on doit tenir compte de son énergie quantique, ceci permettrait d'expliquer le manque d'énergie nécessaire aux particules baryoniques pour avoir l'influence gravitationnelle constatée : matière noire, énergie noire, équipartition de l'énergie au niveau proche du monde quantique.
- Et que l'énergie quantique n'a pas d'influence sur la gravitation. D'où une réponse au problème de la catastrophe du vide, l'inflation constatée au big-bang, et élimine les singularités de la relativité générale.
- Tout cela en donnant une explication dans notre espace-temps aux phénomènes quantiques comme le principe d'exclusion de Pauli, du phénomène d'intrication quantique, aux fentes de Young, de la régression du paquet d'ondes et le « rôle de l'observateur ». Mais aussi : pourquoi notre temps n'entre pas dans le formalisme de la mécanique quantique.
- Enfin : matière au détriment de l'antimatière pourrait être lié à l'asymétrie de la valeur du champ de Higgs et donc légitimé la prédominance de la matière seule dans notre espace-temps.

Mesure et observation : Pour l'instant, je n'ai pas trouvé d'expériences de pensées qui permettraient de mesurer de temps quantique \tilde{T} . Actuellement, le seul accès au temps quantique est sa conséquence statistique. Y a-t-il un moyen de voir le temps quantique et de le mesurer ? Juste après une décohérence ? Par une interprétation du big-bang qui intègre la nouvelle dimension temporelle ?

9 REMERCIEMENTS/ ACKNOWLEDGMENTS

Je remercie David Chavalarias, Pierre-Louis Alzieu et Samia Didane pour leur relecture de la première version de cet article, et leurs remarques pertinentes.

10 REFERENCES

Compte tenu de la multiplicité des conférences et cours disponibles en ligne, je ne cite ici que les principales.

A. COURS :

- L'Univers. Cours « tout public » Aurélien Barrau. (Université Joseph Fourier ; 11 juil. 2017) : 11 cours
- Mécanique quantique (2017-2018) (Université Paris Diderot par Etienne PARIZOT ; 15 janv. 2018) : 4 cours.
- Cours de Physique quantique par Etienne Klein (1 déc. 2016) : 3 cours
- Cours de cosmologie par Richard Taillet (28 nov. 2015) : 4 cours.
- Cours à l'ENS-Lyon (niveau Master) : relativité générale, cosmologie et gravitation quantique (aurelien barrau ; 2 déc. 2019)
- Collège de France : Thermodynamique des trous noirs et effet Hawking - Aurélien Barrau (18 déc. 2015)
- La cosmologie relativiste et le big bang Cours donné par Marc Lachièze-Rey en 2005.
- Qu'est-ce qu'un champ quantique ? Scientia Egregia (21 novembre 2020)
- Electrodynamique quantique et diagrammes de Feynman. Scientia Egregia (27 février 2021)
- La supersymétrie Scienceclac (15 mai 2022)

B. CONFERENCES :

- Origine de la matière (CEA Recherche ; 10 nov. 2015) : 7 conférences
- Au cœur de la mécanique quantique: un nouvel éclairage sur la lumière des atomes (CEA Sciences ; 30 avril 2013)
- Au-delà de la relativité générale : Aurélien Barrau et Laurent Sacco au Centre Pompidou (15 février 2017)
- Les dernières Découvertes sur les Trous Noirs (Jean-Pierre Luminet Université permanente de Nantes 2017 ; 25 juin 2018)
- Avant le Big Bang et au-delà de l'horizon par Aurélien Barrau (Université de Grenoble-Alpes ; 17 juil. 2018)
- Sursauts gamma et ondes gravitationnelles - Frédéric DAIGNE (Les rencontres du ciel et de l'espace ; 2 avr. 2019)
- L'énigme de la matière et de l'énergie noires (CEA Recherche ; 25 avr. 2019)
- conférence sur les grandeurs physiques Richard Taillet (Laboratoire de Mathématiques et Ecole supérieure du professorat et de l'éducation ; 30 avr. 2016)
- [Jean-Philippe Uzan] Le big bang : un siècle de cosmologie (espace des sciences ; 6 nov. 2019)
- Le stream du 7 novembre 2018: Etienne Klein, Roland Lehoucq et sciences au programme (7 nov. 2018)
- Étienne Klein : la structure fondamentale de la matière : le boson de Higgs (24 mai 2018)
- L'infiniment petit, clé de l'Univers ? (CNRS-université Paris-Diderot ; 28 févr. 2020)
- Le LHC, projection dans les infinis (CNRS ; Michel Spiro)
- Au plus intime de la matière (Collège Universcience ; 28 févr. 2020)
- Planck, une fenêtre sur l'univers (Cité des sciences et de l'industrie ; 1 mars 2020) 1 & 2.
- Le big-bang : un siècle de Cosmologie (ESEO ; Jean-Philippe UZAN ; 20 mars 2019)
- À la Poursuite du Boson de Higgs (29 avr. 2020)
- Débat sur la mécanique quantique, La notion de localité Claude Aslangul et Etienne Klein, A.Porcher (CEA Sciences ; 6 mai 2014)
- La matière noire balayée par une nouvelle théorie ? Françoise Combes (13 août 2019)
- Parenthèse Culture 16 - Etienne Klein - Qu'est-ce que la masse ? Et le boson de Higgs ? (27 mars 2014)
- Le mystère de la matière noire par Benoît Famaey (3 nov. 2020)
- La physique quantique cent ans après l'atome de Bohr par Serge Haroche (Cité des sciences et de l'industrie ; 18 mai 2020)
- De l'origine de l'Univers aux étoiles - Patrick LECUREUIL (Festival d'Astronomie de Fleurance ; 10 août 2020)

- Initiation - Etoiles à neutrons, quasars, trous noirs... - Patrick LECUREUIL (Festival d'Astronomie de Fleurance ; 11 août 2020)
- Conférence de l'après-midi - L'univers en expansion - Jacques DELABROUILLE (Festival d'Astronomie de Fleurance ; 9 août 2020)
- Approcher les étoiles, par Jean Pierre Luminet par Jean-Pierre Luminet (3 oct. 2018)
- Qu'est-ce que la gravitation quantique ? Pour physicien non-spécialiste. Par Aurélien Barrau (27 janv. 2019)
- « LES GROUPES DE GALAXIES, CLEFS DE NOTRE COMPRÉHENSION DE L'ÉVOLUTION DES STRUCTURES DE L'UNIVERS » par Remi Cabanac (Institut d'astrophysique de Paris ; 5 oct. 2021)
- [David Elbaz] L'Univers est-il une illusion ? (7 févr. 2018)
- Les grandes leçons d'un petit boson par Etienne Klein et Sandrine Laplace (Palais de la découverte ; 25 sept. 2019)
- Electrodynamique quantique et diagrammes de Feynman ; 27 févr. 2021
- Composants ultimes de la Matière ; 7 Dec. 2021
- Qu'est-ce qu'un champ quantique ??; 21 nov. 2020
- Masse des corps : du Higgs à la matière noire ; 6 dec. 2021
- Vers une nouvelle physique ? : 25 sep. 2019
- A la recherche de l'antimatière. Palais de la découverte (25 septembre 2019)
- Thibault Damour " 100 ans de Relativité Générale ". Société Française de Physique (2 mai 2022)
- Antimatière, entre fiction et réalité Roland Lehoucq (20 septembre 2022)
- Aux sources de la lumière Palais de la découverte (25 septembre 2019)
- Les neutrinos et les découvertes associées : masse, antimatière... » (13 octobre 2021)
-

C. CHAINES

- ESPACE DES SCIENCES
- AURELIEN BARRAU
- SCIENCE ETONNANTE
- HUGO LISOIR
- CEA SCIENCES
- SCIENTIA EGREGIA
- SCIENCECLIC

D. LIVRES :

- « Par delà le visible : La réalité du monde physique et la gravité quantique » de ROVELLI-C, Odile Jacob (21 janvier 2015)
- « La théorie des cordes » (José Carlos Somoza) Edition actes sud 27 juin 2018
- « A la recherche de l'Univers invisible: Matière noire, énergie noire, trous noirs » David Elbaz, Odile Jacob, 19 octobre 2016
- « L'Univers élégant: Une révolution scientifique : de l'infiniment grand à l'infiniment petit, l'unification de toutes les théories de la physique » , Brian Greene, Folio, 17 février 2005
- « Et si le temps n'existait pas ? » , Carlo Rovelli, Dunod, 7 avril 2021
- « Une brève histoire du temps: Du Big Bang aux trous noirs », Stephen Hawking, Flammarion, 7 novembre 2018
- « L'Univers à portée de main », Christophe Galfard, Flammarion, 8 novembre 2017
- « Mon grand mécano quantique », Julien Bobroff, FLAMMARION, 13 février 2019
- « Discours sur l'origine de l'univers », Etienne Klein, FLAMMARION, 7 septembre 2016
- « Le facteur temps ne sonne jamais deux fois », Etienne Klein, FLAMMARION, 7 septembre 2016.
- « Ondes gravitationnelles et trous noirs », Thibault Damour, Cnrs, 20 juin 2019
- « Trous noirs et espace-temps », Aurélien Barrau, Bayard Culture, 17 octobre 2018
- « Comment je vois le monde » d'Albert Einstein, Flammarion octobre 2009.

E. PUBLICATIONS

- "Gauged Duality, Conformal Symmetry and Spacetime with Two Times" a I. Bars, C. Deliduman, O. Andreev Department of Physics and Astronomy University of Southern California Los Angeles, CA 8 avril 1998.
- "Une solution par la physique ? La décohérence" ; Guido Bacciagaluppi, HAL Open Science 23 mars 2016
- « Réflexion sur les concepts de temps » Michel Paty, 2001.

11 ANNEXES

11.1 ENREGISTREMENT

Version :

- Première version : 15/08/2019
- Dossier Soleau : DSO2019012401 du 19/08/2019, Mise à jour : 11/11/2021
- Dossier Soleau : DSO2022004139 du 16/03/2022 (92 INPI)
- Dossier Soleau : DSO2022014398 du 14/10/2022 (92 INPI)
- Dossier Soleau : DSO2023005917 du 11/04/2023 (92 INPI)

11.2 EXPERIENCE DE PENSEE

L'expérience de pensée suivante n'a aucune valeur physique, mais elle est simplement l'expérience de pensée qui à l'origine m'a amenée à établir l'hypothèse de cet ouvrage. Elle m'a amené à imaginer une similitude entre mécanique quantique et relativité générale. C'est donc une expérience de pensée que j'utilise que dans un but de vulgarisation, et non pour sa réalité physique en soi.

Supposons l'expérience de pensée suivante :

- *Un voyageur sur l'horizon d'un trou noir ou à la vitesse lumière (ce qui n'est dans la pratique pas possible);*
- *Pour lui les choses se passent normalement, et il peut bouger. Par exemple, il peut lever la main.*
- *Un observateur est sur Terre, pour lui le temps du voyageur est fixe selon la Relativité générale (que ce soit sur l'horizon du trou noir ou à la vitesse de la lumière), donc pour l'observateur le voyageur ne peut pas bouger puisque son temps ne bouge pas.*
- *Pourtant le voyageur qui va à la vitesse de la lumière ou sur l'horizon du trou noir a bougé sa main.*
- *On a donc une incohérence :*
 - o *Pour le voyageur, il a levé sa main.*
 - o *Pour l'observateur au bout de la même seconde, le voyageur n'a pas pu bouger la main, car son temps est figé.*
- *Question : que voit l'observateur ?*
Et si l'observateur voyait statistiquement une des positions de la main ?

Remarque : cette expérience de pensée est contestable puisqu'un humain ne peut pas aller à la vitesse de la lumière, et que techniquement, un voyageur ne peut pas « rester » sur l'horizon du trou noir sauf à aller à la vitesse de la lumière. Mais là n'est pas l'intérêt.

CONCLUSION DE L'EXPERIENCE DE PENSÉE :

Cette expérience de pensée m'a semblé être analogique à la notion de réduction de paquet d'ondes.

Ou plutôt, le parallèle de la réduction du paquet d'ondes d'une particule quantique dans l'interprétation du monde classique, elle m'a fait penser qu'un objet massif qui aurait une énergie purement quantique (ce qui est impossible encore une fois), aurait aussi une perception statistique de sa forme.

C'est de là qu'est né l'idée d'un temps quantique.

11.3 ETAT DE L'ART

11.3.1 Le monde quantique

Pour résumer les difficultés liées à l'appréhension du monde quantique, nous pouvons les résumer en quelques points clefs :

1. **Superposition des états** :²² Celui-ci stipule qu'à l'état quantique une particule n'a pas un état établi : mais il peut être plusieurs états en même temps. Cette notion a fait l'objet de nombreux débats. Selon le consensus actuel : c'est l'interprétation de Copenhague qui prime :
« l'état quantique n'a pas de sens physique avant l'opération de mesure. Seul l'état projeté, après la mesure, a un sens physique ».

En particulier, Albert Einstein privilégiait l'idée que si l'état d'une particule n'était pas connu, c'est qu'il existe des variables cachées qui nous empêchent de l'établir. Grâce aux inégalités de Bell publiée en 1964, un cadre théorique a permis de concevoir un test permettant d'arbitrer entre les deux approches. L'expérience a été réalisée en 1982 par Alain Aspect et est allée dans le sens de l'interprétation de Copenhague. Dans cette expérience, la notion de localité est clef.

2. **Probabilité de présence** :²³ Ainsi, du fait de la superposition des états, le formalisme mathématique quantique établit que dans le monde « classique » nous percevons les comportements quantiques comme « statistiques » avec une notion de « probabilité de présence ». En d'autres termes, dans son état normal, nous ne pouvons modéliser les objets quantiques.

« En mécanique quantique, qui traite du comportement physique des particules atomiques et subatomiques, la fonction d'onde permet de calculer la densité de probabilité de présence d'une particule en certains points. En effet, à cette échelle, toute tentative de mesure influe directement sur la particule de sorte qu'il est impossible de connaître simultanément sa position et sa vitesse, c'est le fameux principe d'incertitude d'Heisenberg. Du coup, les mesures n'expriment pas des certitudes, mais seulement des probabilités, représentées par la fonction d'onde.

Pour les physiciens, la fonction d'onde est une abstraction mathématique et statistique qui permet de réduire, pas complètement, l'incertitude quantique.»

3. **Décohérence** :²⁴ Par contre, afin d'expliquer la réalité des comportements quantiques, en particulier lors d'expériences physiques, les théoriciens de la mécanique quantique ont été amenés à considérer que l'environnement d'une particule quantique peut forcer celle-ci à subir une décohérence quantique. Ce phénomène est aussi appelé réduction de paquet d'ondes, puisque la meilleure manière de représenter une particule quantique est de la modéliser par une onde de probabilité. La notion de réduction du paquet d'ondes qui fait intervenir l'observateur dans l'état d'une particule quantique ce qui

« pose de nombreuses difficultés sur le plan logique et épistémologique ».

Néanmoins, force est de constater qu'une simple mesure « force une particule quantique à fixer son état ».

Des pistes d'interprétations sont explorées comme le Darwinisme quantique, mais n'est à ce jour toujours qu'exploratoire²⁵. De toute façon, cette constatation est compatible avec la théorie proposée.

22 https://fr.wikipedia.org/wiki/Principe_de_superposition_quantique

23 https://www.sciencesetavenir.fr/fondamental/mecanique-quantique-nouvelle-definition-de-la-fonction-d-onde_22853

24 https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9duction_du_paquet_d%27onde

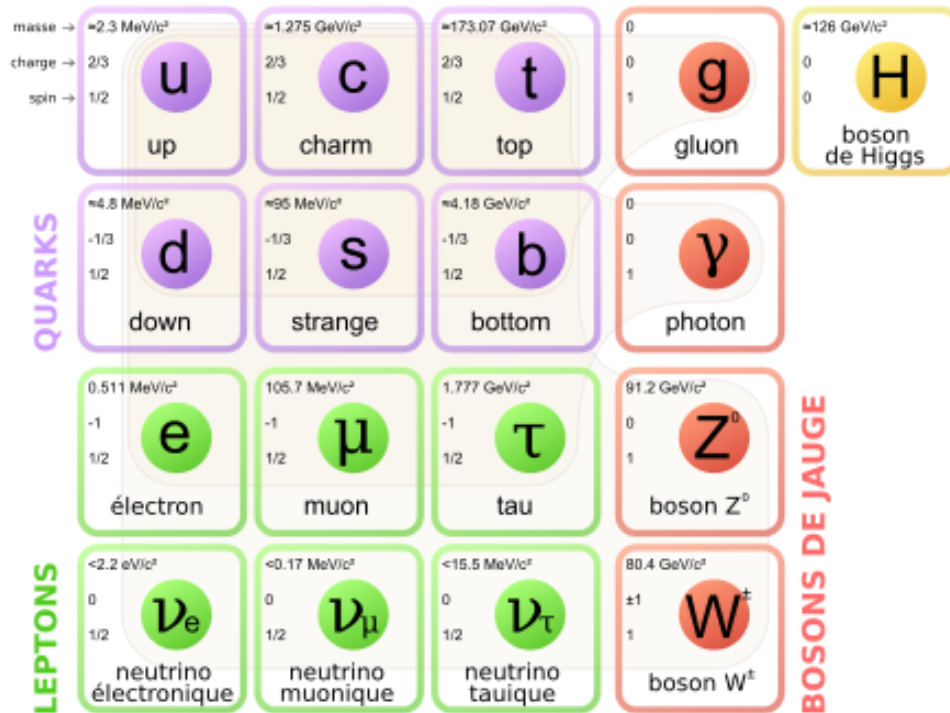
25 https://fr.wikipedia.org/wiki/Darwinisme_quantique.

4. **Principe d'incertitude** :²⁶ Enfin pour compléter le tout, le principe d'incertitude d'Heisenberg établit :

« L'état quantique d'une particule est défini par des « nombres quantiques ». Le principe d'exclusion interdit à tout fermion appartenant à un système de fermions d'avoir exactement les mêmes nombres quantiques qu'un autre fermion du système. ».

On dit souvent que le principe d'exclusion indique que nous ne pouvons pas connaître en même temps la position et la vitesse d'une particule quantique. Ce résumé n'est qu'une conséquence du principe.

5. **Modèle standard** :²⁷ Tout cela est à considérer avec le modèle standard de la physique des particules :



Représentation du modèle standard qui décrit toutes les particules subatomiques (les fermions), et les 3 autres forces l'électromagnétisme, les interactions fortes et faibles (les bosons de jauge) et le boson de Higgs qui explique la masse des particules élémentaires comme étant la conséquence de leur interaction avec le champ de Higgs.

La relativité restreinte a permis en complément d'établir certains points qui concernent la mécanique quantique comme :

- Le monde quantique est constitué de quantas d'énergie
- Qu'il y a une relation directe entre l'énergie et la masse qui est $E = mc^2$
- Que la vitesse d'une énergie sans masse, est de 300 000 km/s (onde électromagnétique, onde gravitationnelle ...) et donc que cette vitesse est un absolu. En fait, cette limite est liée directement au principe physique de relativité des référentielles : un phénomène physique ne peut pas être dépendant du référentiel inerte dans lequel il est modélisé, et que les lois physiques sont isotropes.
- Que le temps est fonction du référentiel considéré

Toutes ces notions étranges sont pourtant largement démontrées et admises.

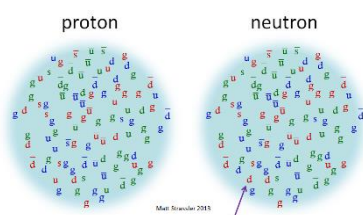
26 https://fr.wikipedia.org/wiki/Principe_d%27incertitude

27 https://fr.wikipedia.org/wiki/Mod%C3%A8le_standard_de_la_physique_des_particules

11.3.2 La relativité générale.

La relativité générale est une théorie relativiste de la gravitation. Elle établit plusieurs points essentiels :²⁸

- La notion d'espace et de temps est un tout appelé espace-temps (Relativité restreinte)
- Que l'espace-temps se déforme en présence de matière ou plutôt d'énergie, on parle d'énergie-impulsion (c'est la courbure de l'espace-temps). En d'autres termes, l'espace-temps se déforme localement dans notre réalité en présence d'énergie-impulsion qui est l'énergie de masse, l'énergie cinétique (la vitesse), et l'énergie de liaison par exemple. L'équivalence énergie/masse ($E=MC^2$) fait que, factuellement, quand une particule va très vite : elle « est » plus « massique ». De même, par exemple, le corps humain à une masse composée à 5% de ses composants baryoniques (protons, neutrons, électrons), le reste provient de l'énergie de liaison à l'intérieur de ses atomes.



“A more realistic, though still imperfect, image of protons and neutrons as full of quarks, anti-quarks and gluons, moving around at high speed. More precisely, a proton consists of two up quarks and a down quark plus many gluons (g) plus many quark/antiquark pairs (u, d, s stand for up, down and strange quarks; antiquarks are marked with a bar.) The edge of a proton or neutron is not sharp”²⁹.

- Et donc que la gravité n'est pas le fait d'un boson de jauge (parfois théorisé par le « graviton » : particule jamais trouvée), mais qu'elle est la conséquence d'un déplacement linéaire dans un espace à géométrie non euclidienne (courbe) qu'on appelle géodésique.

$$G_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu} - \Lambda g_{\mu\nu}$$

Equations d'Einstein de la relativité générale avec *constante cosmologique* (lambda à droite). A gauche, figure le tenseur d'Einstein G qui décrit la géométrie de l'espace-temps, à droite apparaît le tenseur d'énergie-impulsion T qui décrit le contenu matériel. Selon la phrase de Wheeler "l'espace-temps dit à la *matière* comment elle doit bouger et la matière dit à l'espace-temps comment il doit se courber".

De la même manière : la relativité générale est une théorie qui a largement démontré son efficacité.

²⁸ https://fr.wikipedia.org/wiki/Relativit%C3%A9_g%C3%A9n%C3%A9rale

²⁹ <https://profmattstrassler.com/articles-and-posts/particle-physics-basics/the-structure-of-matter/protons-and-neutrons/>

11.3.3 Relativité générale et mécanique quantique.

Cependant, dans des domaines où la relativité générale et la mécanique quantique s'appliquent : une incompatibilité majeure existe entre ces deux théories.

- Ceci est en particulier le cas lors du big bang à $< 10^{-10}$ s, ou au centre des trous noirs. Effet, la relativité générale diverge aux limites (masse infinie, énergie infinie, dimension ponctuelle ...) alors qu'elle ne peut pas être ignorée. Et la mécanique quantique ne décrit rien sur la gravité dans ces cas.
- De plus, la gravité n'est actuellement pas modélisable en quantas, contrairement aux autres formes de forces. Toute tentative de quantification de la gravité génère de nombreuses divergences dans le modèle résultant, sans solutions à ce jour.
- De la même manière, la mécanique quantique a du mal à « sortir » des limites de la taille de Planck du fait de la décohérence.
- Et la mécanique quantique n'intègre pas intrinsèquement le temps (si ce n'est pour l'écriture de fonctions d'ondes de probabilité, mais cela n'a rien à voir avec le temps commun)³⁰.

C'est pour cela que depuis plus de 100 ans, les théoriciens de la physique recherchent une « théorie du tout ». Les deux approchent les plus travaillées étant :

La théorie des cordes dont le formalisme est magnifique. Mais :

- Elle fait intervenir une notion de supersymétries. Cependant, actuellement, cette théorie est confrontée au fait que les théoriciens s'attendaient à ce que les dernières expériences du LHC confirment l'existence de celles-ci. Ce n'est toujours pas le cas.³¹
"From squarks to gluinos: It's not looking good for supersymmetry"
- De plus, elle fait intervenir 11 dimensions (pour la plus standard) qui obligent à envisager des dimensions spatiales recourbées sur elles-mêmes.
- Et enfin, dans l'état actuel de la théorie, elle ne permet aucune prédiction pratique. En effet, 10^{500} paramètres seraient à établir pour avoir un formalisme prédictif.

La théorie à boucle, qui n'est pas une « théorie du tout », mais une approche de quantification de la gravité.

30 https://fr.wikipedia.org/wiki/Fonction_d%27onde

31 <https://www.space.com/no-signs-supersymmetry-large-hadron-collider>

11.3.4 La compréhension de la masse selon Brout, Englert et Higgs

Tout d'abord, rappelons ce qui est actuellement admis comme modélisant le mieux la masse en théorie quantique.

Le modèle standard qui donne toute sa beauté par sa simplicité et sa cohérence, non seulement ne donnait pas de légitimité à la masse pour les différentes particules, mais au contraire, imposait que les composants du modèle standard, n'est pas de masse « en soit ». D'où le champ de Higgs théorisé par Brout, Englert et Higgs.

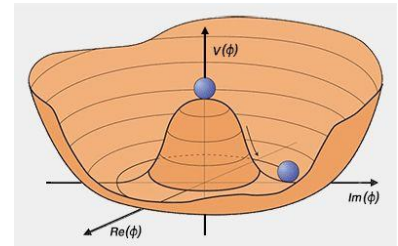
Le résumé ci-après précis : « *L'origine du mécanisme Brout-Englert-Higgs*³²

Robert Brout, François Englert et Peter Higgs ont émis l'hypothèse que les particules acquièrent une masse en interagissant avec un « champ de Higgs »

Dans les années 1970, des physiciens ont compris que deux des quatre forces fondamentales étaient étroitement liées : la force faible et la force électromagnétique. Ces deux forces peuvent être décrites à l'aide d'une seule théorie (un même groupe de symétrie), sur laquelle s'est érigé le Modèle standard. Une théorie dite « unifiée » parce qu'elle décrit l'électricité, le magnétisme, la lumière et certains types de radioactivité comme des manifestations d'une seule et même force fondamentale, appelée la force électrofaible.

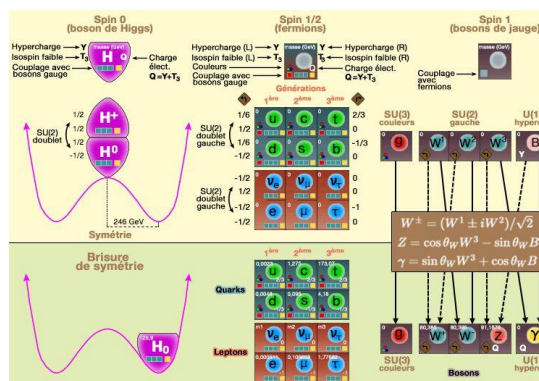
Les équations fondamentales de la théorie unifiée rendent parfaitement compte de la force électrofaible et des particules porteuses de force qui s'y associent, à savoir le photon et les bosons W et Z. Sauf qu'il y a un hic : selon ce modèle, ces particules seraient dépourvues de masse. Or, si le photon n'a bel et bien aucune masse, nous savons que les particules W et Z en ont une, équivalente à près de 100 fois la masse du proton. Heureusement, les théoriciens Robert Brout, François Englert et Peter Higgs ont élaboré une théorie qui allait résoudre le problème. Ce que nous appelons aujourd'hui le mécanisme de Brout-Englert-Higgs donne une masse au W et au Z lorsqu'ils interagissent avec un champ invisible, mais omniprésent dans l'Univers, récemment baptisé « le champ de Higgs ».

Immédiatement après le Big Bang, le champ de Higgs était de valeur nulle. L'Univers a toutefois commencé à se refroidir et, lorsque sa température est descendue en dessous d'une valeur critique, le champ de Higgs a augmenté spontanément – et communiqué une masse à toutes les particules qui interagissaient avec lui. Plus une particule interagit avec ce champ, plus elle est massive. Les particules qui, comme le photon, n'interagissent pas avec lui, restent dénuées de masse. Tous les champs fondamentaux sont associés à une particule. Le champ de Higgs est associé au boson de Higgs, qui est la manifestation visible du champ de Higgs, un peu comme une vague à la surface de la mer. »



Ceci est résumé dans la conférence suivante : <https://youtu.be/YU1bffYC3bU> à (1:32:00 à 1:34:30)

Et ceci doit être complété par le rôle des groupes de symétrie U(1), SU(2) et SU(3) qui est une opération de quantification : théorie complète [ici](#)³³:



³² <https://home.cern/fr/science/physics/origins-brout-englert-higgs-mechanism>

³³ <http://vetopsy.fr/mecanique-quantique/symetries-groupes-exemples.php#:~:text=Les%20interactions%20fortes%20sont,%C3%A0%20ce%20groupe%20de%20jauge>