

DES PARTICULES ELEMENTAIRES A L'UNIVERS : CE QUE J'EN PENSE

ANNEXES

A 1) Fluide de caractère quantique

Cette conception implique l'idée d'un milieu **fluide** contenant une phase possible où chaque composant « discret » est en relation avec l'ensemble des autres pour former un « condensat » qui est une phase très particulière.

Une analogie peut être faite avec un liquide super-fluide où chaque mouvement des molécules s'effectue sans entrave, par la mise en ordre, coordonnée et synchrone, des autres le long de sa trajectoire ; ce qui implique selon nous, la notion de phase commune ; c'est-à-dire un caractère ondulatoire associé aux molécules ...

Les condensats de **Bose-Einstein** constituent un exemple de ce type de fluide ; les particules qui le composent sont des bosons qui sont en cohérence quantique à l'intérieur d'une même fonction d'onde collective , ce qui implique qu'elles sont au même niveau d'énergie minimal .

Pour obtenir de telles phases ; il est nécessaire que la longueur d'onde de De Broglie de chacune des particules soit, initialement, supérieure à la distance qui les séparent, ce qui correspond à des températures très basses pour les particules élémentaires massives .

Par contre, pour des particules « sans masse » comme les photons , rien n'interdit que ce type de phase n'existe pour des températures élevées ; ce qui a pu être le cas des premiers plasmas du tout jeune univers .

Ce qui est caractéristique de ce type de milieu est que tout « mouvement » y est quantifié ; c'est par exemple le cas d'un tourbillon dans un condensat de Bose-Einstein .

De plus, tout déplacement ne peut être que collectif par une « mise en état synchrone » des constituants comme dans une troupe au défilé ...

Il semble, ainsi, que l'on pourrait identifier les particules élémentaires du fluide quantique qu'est l'Univers aux différents mouvements quantifiés autorisés et que leurs déplacements mettent en œuvre le mouvement collectif de cet état synchrone (...) ; on voit peut-être là la possibilité d'ébauche d'une théorie issue des idées que nous avons avancées ...

Pour en savoir plus :

C. Cohen-Tannoudji, J. Dalibard et F. Laloë,
La condensation de Bose-Einstein dans les gaz dans « Einstein aujourd'hui », Savoirs actuels
EDP Sciences-CNRS Editions, Paris 2005.

C. Cohen-Tannoudji,
Manipulating atoms with photons
Rev. Mod. Phys.
70,707-719 (1998)

A2) Conservation de l'Action

L'Action est une grandeur fondamentale en Physique, les principes de Maupertuis et de Fermat, qui lui sont associés, dirigent la Mécanique et l'Optique .

Louis De Broglie avait assimilé ces principes aux propriétés de l'onde-pilote dans une interprétation de la mécanique ondulatoire ... , voir par exemple :

Louis De Broglie ; « *Recherche sur la théorie des Quantas* » , Masson , 1963

Louis De Broglie et JL.Andrade e Silva ,« *La réinterprétation de la Mécanique ondulatoire* » , Gauthiers-Villars , 1971

Toute réaction, au niveau élémentaire, intègre un échange d'Action, qu'il y ait transfert d'énergie ou non. Cet échange est quantifié à la valeur **h** .

L'énergie et l'impulsion jouent donc un rôle similaire par rapport à cet échange, ce qui explique qu'on les trouve souvent rassemblées dans des entités théoriques telles le Lagrangien ou le tenseur **d'Einstein** .

La conservation de l'Action quantifiée apparaît donc comme la propriété principale de tout être physique élémentaire .

Nous avons voulu élever ce principe au niveau de l'existence même des particules :

Le déplacement d'un photon, sur une de ses longueurs d'onde, est du à l'adsorption d'un graviton (dit propulseur) ; ceci correspond à l'échange du quantum d'Action **h** entre la particule et l'Espace (qui est, comme nous l'avons dit, un condensat de ces quanta).

Au contraire, pour une particule massique comme l'électron, on aura émission d'un graviton (dit bloquant) qui aura pour effet de réfléchir l'onde contenant l'énergie .

Dans les deux cas et selon nos hypothèses ; l'absence de ces réactions serait incompatible avec la nature même des particules considérées ; on peut en déduire qu'elles assurent la coexistence (équilibre physique) des deux phases du condensat que sont Particule et Espace « vide » .

A3) Déplacement d'une particule possédant une masse

Nous avons fait l'hypothèse qu'une telle particule était assimilable à un paquet d'ondes stationnaires, de célérité c , distribuées selon son champ propre .

Le déplacement de cet ensemble ne peut s'opérer que dans une direction normale à l'axe de la composante stationnaire .

On peut utiliser le modèle du « guide d'onde » qui est, en fait, l'analyse de la solution particulière de l'équation d'onde (Klein-Gordon) dans cette condition .

Voir, par exemple, l'ouvrage « *vibrations, propagation, diffusion* » de Michel Soutif, publié chez Dunod en 1970 .

On montre ainsi le caractère dispersif de la solution (vitesse de déplacement fonction de la fréquence) où la vitesse de groupe v correspond à la vitesse de déplacement de la particule .

Si l'on tient compte du fait que la fréquence est proportionnelle à l'énergie de la particule , le résultat se trouve synthétisé dans la relation bien connue :

$$E^2 = p^2c^2 + m^0c^4$$

où E est l'énergie totale (mc^2), $p = mv$ le moment cinétique et m^0 la masse à vitesse nulle

On rend compte, également, de la longueur d'onde de De Broglie ainsi que des relations entre grandeurs conjuguées dites « de **Heisenberg** » à partir de la fonction reliant vitesse et fréquence .

A4) Trajectoire fractale

La dispersion de la fréquence autour de la valeur centrale est induite par le bruit quantique (proximité aléatoire de gravitons , photons ...), elle a pour effet de faire varier, aléatoirement, la position des points de rebroussement , ce qui entraîne le caractère « fractal » du déplacement de la particule, avec une périodicité donnée par la formule de De Broglie .

La théorie actuelle ignore cette dispersion ; ce qui l'oblige à ne considérer que les points de détection .

A5) Matière et Energie Noires

Nous avons vu que ces deux entités correspondent à environ 90% de l'énergie de l'univers

Elles ont été conçues, chacune, pour expliquer des « anomalies » dans les prévisions de la Relativité Générale .

Voir, par exemple :

- « *Matière noire* » de Alain Bouquet et Emmanuel Monnier, édité chez Dunod en 2003
- « *Aux frontières de l'Univers* » de Marceau Felden édité chez Ellipses en 2005

On peut se demander, comme de nombreux scientifiques le font toujours dans un tel cas , si c'est la théorie qui est incomplète ou s'il s'agit d'une méconnaissance de certains constituants de l'univers ...

Nous avons présenté une interprétation nécessitant de dépasser la théorie actuelle pour tenir compte de l'énergie intrinsèque et granulaire du Vide .

La densité d'énergie du Vide y figure sous forme d'une fonction scalaire dont le signe du gradient précise le sens de l'interaction gravitationnelle des grandes structures (attraction ou répulsion) .

Cette hypothèse est à étayer par la mise au point d'une théorie contenant la Relativité dans le cas où la fonction scalaire peut être considérée comme constante, ce qui est le cas à l'intérieur des limites du système solaire .

A6) Hypothèse de **Milgrom** (MOND)

Il s'agit d'une loi empirique modifiant la loi de Newton pour les accélérations très faibles, l'hypothèse n'est pas en contradiction avec la Relativité, elle pourrait même être inscrite comme solution possible dans certaines conditions .

Elle explique assez bien la vitesses des étoiles périphériques d'une galaxie; une des anomalies envisagées plus haut .

Cette hypothèse peut, également, être mise en regard avec notre fonction scalaire qui ne peut être tracée que si l'on connaît, en détail, l'évolution de notre Univers .

Voir les références sur Wikipedia

A7) Champ à bosse (« bunched field ») d'Einstein

Le grand savant pensait que les seuls constituants de l'Univers étaient les champs qui devaient remplir tout l'espace .

Bien sur, il ne niait pas l'existence des particules et des atomes, mais il ne les séparait pas des champs dont ils devaient constituer de simples « accidents locaux », d'où l'appellation « bunched field » .

Il rejetait donc tout ce qui aurait pu être une discontinuité dans les équations des champs ou leurs solutions , s'opposant en cela aux adeptes de la vision de **Maxwell** qui supposait que chaque champ était généré par un ensemble de sources ponctuelles envisagées, comme des discontinuité et échappant à l'analyse .

Louis De Broglie s'est trouvé en accord avec les vues d'Einstein par la description ondulatoire des particules dans sa théorie de la « double solution » .

Ce même savant a décrit ces idées dans un discours mémorable à l'Académie des Sciences en hommage à Einstein le 5 Décembre 1955 , il a été publié sous le titre :
« *Le dualisme des ondes et des corpuscules dans l'œuvre d'Albert Einstein* » , on peut le trouver intégralement sur internet.

On doit noter que la théorie quantique des champs, qui fait autorité au jour d'hui, n'a pas dépassé la vision de Maxwell sur le sujet (particules ponctuelles cachées par le mur de Planck !) .

C'est bien cette constatation qui est à l'origine de l'essai que nous avons proposé, ici , celui-ci se rapproche beaucoup des idées de De Broglie et d'Einstein .

A8) Equation de Dirac

Cette équation résume l'essentiel de la contribution de PAM. **Dirac** à la physique quantique , elle est d'une grande importance car ses solutions contiennent à la fois la justification des antiparticules et celle des deux états de spin de l'électron .

Voir, par exemple : « *Mécanique quantique , tome 2* » de J.Salmon et A.Gervat , édité par Masson en 1963 .

La théorie de Dirac est devenue un des piliers de la théorie quantique des champs, utilisée par Feynmann dans la description et le calcul des interactions .

Il me paraît très important de noter qu'elle dérive d'une équation d'ondes (Klein-Gordon) compatible avec la Relativité ; ce qui souligne le caractère fondamental de la description ondulatoire des particules de matière et son association avec les théories relativistes .

A9) Onde de De Broglie

Louis De Broglie est le premier à avoir envisagé que toutes les particules élémentaires pouvaient avoir un caractère ondulatoire , tout comme celui de la lumière dont Einstein avait montré l'aspect également corpusculaire en 1905 .

De Broglie avait écrit cela dans sa thèse de doctorat rédigée en 1924 , rééditée chez Masson en 1963 sous le titre : « *Recherches sur la Théorie des Quantas* » .

De fait, on peut montrer que l'onde qu'il avait envisagée correspond à la progression du décalage de la phase du champ d'ondes de la particule que nous avons envisagé, décalage lié au déplacement de cette particule .

De plus il s'agit d'un groupe d'onde modulé par la dispersion de la fréquence propre ; si la particule est composée ; le groupe sera complexe et sa décomposition en série de Fourier doit redonner les différentes composantes ... mais la longueur d'onde (distance de répétition) restera toujours le quotient de la constante de Planck sur le moment cinétique (relation de De Broglie) .

A10) L' « indétermination » selon De Broglie et **Bohm**

Vers les années 1950, ces deux savants se sont détachés d'une partie de l'interprétation de la Mécanique Quantique de l'école de Copenhague dirigée par **Niels Bohr** .

Ils ont essentiellement critiqué l'aspect purement probabiliste de l'interprétation standard , ce qui les a conduit, dans des recherches séparées, à tenter de rétablir la causalité en préservant l'ensemble des résultats de la théorie .

Le point commun de leurs idées est un essai de rétablissement de l'ontologie dans la physique quantique ; De Broglie par sa théorie de la « double solution » qui redonne un contenu physique à l'onde et Bohm par la considération du « potentiel quantique » , issu d'une interprétation de l'équation de Schroedinger, et qui préside à toute les destinées de la particule .

Dans les deux cas ; une particule garde son individualité à l'intérieur d'un champ (onde ou potentiel quantique) qui la dirige entièrement .

Ce champ contient un élément dispersif qui introduit une fluctuation aléatoire du comportement de cette particule et qui est à la base de l'indétermination , cause du probabilisme de la théorie standard .

Voir , par exemple ; « *Nouvelles perspectives en microphysique* » de Louis De Broglie chez Albin Michel (1963)

« *Jalons pour une nouvelle microphysique* » Louis De Broglie , Gauthers-Villars 1978 .

« *David bohm et la physique de l'infini* » , ouvrage de vulgarisation de Massimo Teodorani Macro-Editions (2011)

A12) « Thermostat caché »

Ce terme a été utilisé par Louis De Broglie dans une publication de 1964 intitulée :
« *La thermodynamique de la particule isolée* » éditée chez Gauthier-Villars.

Dans cet essai , l'auteur utilise les principes de la Thermodynamique pour décrire le comportement aléatoire d'une particule guidée par son onde dans le cadre de la théorie de la « double solution » .

A13) Voir A3) et A9)

A14) Ondes et Relativité

La considération d'un groupe d'ondes stationnaires pour représenter une particule massique permet de rendre compte des relations de Lorentz ; il s'agit du calcul donné en référence A3) .

Ce calcul donne la variation de la fréquence des ondes avec la vitesse de groupe « v » du paquet d'ondes, qui est assimilable à la vitesse de la particule .

Il devient alors possible d'évaluer le temps propre d'une particule en mouvement uniforme à partir du chemin optique de ses ondes, perçu par un observateur immobile. Ce chemin est rallongé par la progression des points de rebroussement alors que la vitesse des ondes (c) ignore cette variation , tout comme l'observateur mobile, en l'occurrence la particule, qui ignore ce rallongement .

Des considérations identiques peuvent rendre compte de la contraction des longueurs exprimée par la relation de Lorentz correspondante .

Louis De Broglie avait fait la même constatation en considérant que l'onde associée à la particule devait être constamment en phase avec le mouvement interne de celle-ci (référence donnée en A9))

On peut montrer que les deux approches sont équivalentes .

Il est très important de souligner que tout cela n'est valable que si la vitesse des ondes constituant la particule (c) est indépendante de toutes les formes de trajet et de mouvement .

Dans le cas de la lumière; ce point est parfaitement montré par la célèbre expérience de **Michelson** et **Morley** .

A15) Théories corpusculaires de la gravitation et Relativité

La force de gravitation, étudiée par **Kepler** et **Newton** au 17^{ième} siècle pour expliquer la chute des corps et le mouvement des planètes, a fait l'objet de tentatives d'explication bien avant l'avènement de la Relativité Générale vers 1915 .

L'un des premiers, au 18^{ième} siècle, à avoir voulu donner une explication à cette « force mystérieuse à distance » est le physicien Suisse Georges-Louis **Lesage** qui a imaginé l'Espace sillonné en tous sens par des corpuscules d'énergie infinitésimale et se déplaçant à «très grande vitesse» (les « ultramondains »), pouvant ainsi exercer une pression sur les corps massifs .

La théorie permettait de retrouver les formules de Newton et de Kepler au point que **d'Alembert** en fit un article dans la première Encyclopédie .

Le principe de la théorie est le transfert de quantité de mouvement des corpuscules aux éléments discrets de la matière à un niveau fondamental bien au-delà du niveau atomique ; chaque masse en proximité se faisant ombre en interceptant une partie du flux , d'où une force résultante

Bien que réexaminée à la fin du 19^{ième} siècle (**Thomson , Poincaré ...**), elle est tombée en désuétude car elle ne se prêtait pas aux « mathématiques modernes » de l'époque et puis il y a eu l'avènement de la Relativité ... , quoi qu'il en soit ; elle ne fut jamais réfutée sur des arguments de physique .

Ce n'est que très récemment qu'un petit nombre de physicien, d'ailleurs très peu connus, ont repris le concept en essayant de le « moderniser », voir par exemple :

« *Contribution à a théorie corpusculaire de la Gravitation* » de Marcel **Doligez**, publié chez Blanchard en 1965

« *Vérification de la théorie corpusculaire de la Gravitation* » par Maurice **Duval**
ACFAS Congress 1996

Ce qui m'apparaît très important est qu'ils sont parvenus au calcul de l'avance des périhélie des planètes en se basant sur des éléments secondaires de l'échange d'impulsion ...

Si l'on tient compte du fait que ces théories contiennent directement le principe d'équivalence et, comme je l'ai envisagé; la courbure des trajectoires des photons par les masses, c'est l'ensemble des résultats de la Relativité Générale dont doit pouvoir rendre compte une théorie corpusculaire de la gravitation.

J'ai présenté les bases d'une telle théorie où les « ultramondains » s'appellent « gravitons » , déficits unitaires dans le condensat de QE qu'est l'Univers .

Ces gravitons se déplacent à la vitesse de la lumière et sont produits par les corps massifs .

J'ai également indiqué comment une telle manière de voir pouvait rendre compte du principe de Covariance .

Une théorie de ce genre devrait-elle remplacer un jour la Relativité Générale ? Non, de toute évidence, car la Relativité est une théorie physique, de caractère mathématique, qui est exacte .

Nous pensons qu'elle devrait, justement, s'appuyer sur les considérations très « physiques » d'une théorie corpusculaire, ce qui pourrait expliquer les principes sur lesquels elle repose et indiquerait la nature de l'Espace-temps. Ceci en vue d'une meilleure compréhension de notre Monde et le dépassement de son champ d'application .

A16) Calcul de l'énergie et de la dimension des gravitons

Les gravitons que nous avons envisagé ont une énergie négative, puisqu'ils correspondent à un déficit dans le condensat de QE.

La force de pression exercée sur une masse sera donc une attraction ; l'impulsion de chaque graviton étant $(-\mu^{\circ}c)$.

La théorie corpusculaire que nous avons étudiée permet le calcul de μ° que l'on peut assimiler à la masse d'un QE ; on trouve une valeur dont le rapport avec la masse de l'électron vaut celui de l'âge de l'Univers à la période des ondes de cette particule, soit une valeur extraordinairement petite de l'ordre de **$10\exp(-68)$ kg**.

Le calcul permet aussi d'atteindre la section de capture d'un graviton par la particule du niveau le plus fondamental de la matière qu'est le QE en structure ordonnée ; il s'agit d'écrire l'expression de l'impulsion du flux de gravitons généré par une masse M, exerçant ainsi la force de gravitation sur un corps d'épreuve de masse M'.

On identifie alors cette expression à la formule de Newton donnant la force d'interaction gravitationnelle entre M et M'.

On trouve pour la section de capture, et ceci est un résultat remarquable, le carré de la longueur de Planck, qui ne dépend que de **G** (constante de gravitation), **h** (constante de Planck) et **c** (vitesse de la lumière et des gravitons).

Notre théorie corpusculaire donne donc une signification à la longueur de Planck ; il s'agit de la « dimension » du QE qui est la brique la plus élémentaire de toute énergie, incluant celle du Vide.

A17) Relation entre l'énergie et la fréquence des ondes

La relation $E = h/T$, valable pour toute particule élémentaire, se justifie (ou se comprend) de différentes manières ; on peut considérer, par exemple, la formule donnant la fréquence (1/T) (voir référence A3) en fonction de la vitesse; son développement pour des vitesses v très petites, qui ne peut être assimilé qu'à l'énergie cinétique, n'est compatible avec la formule initiale que si 1/T est proportionnel à l'énergie interne de la particule.

A18) Ondes et principes de moindre Action

C'est encore Louis De Broglie qui a perçu la relation existant entre les principes de moindre Action (Maupertuis, Fermat) avec le caractère ondulatoire de celles-ci. Voir les références données en A2.

A19) Le trou noir Univers

La formule qui donne le rayon du **trou noir** (celui du volume limité par la « surface horizon ») montre que lorsque celui-ci augmente, la densité de masse qu'il contient diminue fortement (quadratiquement) .

Si l'on considère les valeurs approchées des grandeurs qui concernent l'Univers dans son ensemble, issues de la Relativité générale, à savoir : son âge (temps écoulé depuis de « big-bang ») et la densité moyenne de matière que l'on obtient à partir de la constante de Hubble , il est possible d'évaluer son « rayon » et donc la masse qu'il contient ; on trouve les ordres de grandeurs suivants :

Pour **R ; 10exp.26 m** et pour **M ; 10exp.53 kg** .

Ces valeurs satisfont à la formule donnant le rayon d'un trou noir $R = GM/c^2$

Dans cette évaluation nous avons considéré que la vitesse d'expansion avait été, de tout temps, égale à c ; mais il s'agit ici du rayon de la « sphère » horizon qui contient la « zone galactique » .

L'expansion de cette zone est, au contraire, de vitesse inférieure à c et variable au cours du temps selon le taux de création de la matière (...) .

L'hypothèse d'un Univers **trou noir** depuis son origine est compatible avec la réaction principale qui est celle du transfert de l'énergie initiale des particules sans masse aux particules massiques qui ont constitué ensuite les atomes, les molécules, les composés solides puis les étoiles , galaxies et trous noirs géants ...

Elle conforte *aussi* celle de l'existence de la vitesse limite c qui devient celle de l'extraction de toute particule et produit, ainsi, l'impossibilité de la voir quitter l'Univers .

Voir : « *Réflexions sur l'électrodynamique, l'éther, la géométrie et la Relativité* » – Albert Einstein – édité chez Gauthiers-Villars en 1972 (nouvelle édition) .

A20) Ligne d'univers

Selon nous, cette appellation désigne la trajectoire d'un graviton, ordonnée en onde ou non, et qui est courbée à proximité d'un corps massif .

La section de cette ligne est le carré de la longueur de Planck (A16)

A21) Expériences d'Alain Aspect

Ces expériences sont les plus belles et les plus convaincantes, proposées ces dernières années afin de tester la physique quantique .

Elles concernent, d'une part, la dualité onde-corpuscule et, d'autre part, l'intrication.
Elles utilisent les derniers progrès techniques qui permettent le contrôle des photons un à un .

On peut trouver sur internet (*You Tube*) un certain nombre de conférences, par l'auteur, qui les décrivent ...

Nous pensons avoir apporté un éclairage sur la compréhension de ces phénomènes par la considération du **champ de phase ; véritable mise en résonance de l'espace par le mouvement atomique précurseur à l'émission du photon .**

A22) Théorie de De Broglie-Bohm

Nous en avons parlé en A10) , la théorie permet de couvrir tous les résultats de la physique quantique standard , elle rétablit la causalité et l'individualité de la particule au sein de son onde .

Voir une discussion dirigée par Franck **Laloë** avec les meilleurs spécialistes Français de la physique quantique .

Cette discussion intitulée « *La théorie de l'onde pilote de Louis De Broglie et David Bohm* » est disponible intégralement sur internet .

A23) Longueur d'onde du quantum élémentaire (QE)

Le quantum QE est la particule d'énergie minimale , son opposé qui est le graviton mobile, est assujetti à la courbure limite de l'univers .

Ceci lui confère la longueur d'onde maximale qu'est le « rayon » de l'Univers, la formule de Planck ($E=hc/R$) permet de retrouver l'énergie du QE (donnée en A19) .

