

## Le dernier défi de la physique moderne

André Michaud

Cet article

fait partie de  
**Electromagnetic Mechanics  
of Elementary Particles**  
publié chez  
**Scholar's Press**



est tiré de l'ouvrage  
de vulgarisation  
**Géométrie  
maxwellienne  
augmentée de  
l'espace**



→ [Click here for English version](#)

### Abstract:

Synthèse de l'état actuel de la recherche concernant les processus de conversion impliquant l'énergie électromagnétique et la masse, et description d'une géométrie plus étendue de l'espace qui pourrait aider à en résoudre plusieurs des aspects non encore résolus.

**Mots clés:** Hamiltonien; géométrie tri-spatiale; équations LC tri-spatiales; quantum d'action; quantum d'induction; induction d'énergie adiabatique; Géométrie des 3-espaces

Cet article a été publié en avril 2017 dans le Journal of Physical Mathematics:

- Michaud A (2017) **The Last Challenge of Modern Physics**. J Phys Math  
8: 217. doi: 10.4172/2090-0902.1000217.

En voici la traduction française:

### La réalité physique objective

Durant le 20<sup>e</sup> siècle, une foule de particules élémentaires ont été identifiées, ou "définies", qui ont été répertoriées principalement dans le Modèle Standard de la physique des particules. Le Modèle Standard est le sur-ensemble de toutes les particules considérées comme pouvant exister et servir de matériau pour la construction de l'univers matériel, qui est le fondement de la réalité physique objective.

Elles peuvent être regroupées en plusieurs sous-ensembles : les particules virtuelles, les particules complexes instables, les particules élémentaires instables, les particules complexes stables, les particules élémentaires stables et finalement les neutrinos. Nous allons examiner chacun de ces sous-ensembles de manière générale.

Mais avant de procéder, examinons les outils qui sont à notre disposition pour identifier et vérifier l'existence physique de ces particules élémentaires.

## **Collisions destructrices vs collisions non-destructrices**

Une vérification de l'existence des particules élémentaires ne peut se faire que par le biais de collisions entre particules. Leurs trajectoires, déviées lors de telles collisions, peuvent être enregistrées par divers moyens pour être ensuite étudiées et interprétées. En fait, la preuve enregistrée de la déflexion des trajectoires des particules entrant en collision est en réalité la seule preuve hors de tout doute possible de l'existence physique des particules impliquées.

Les particules élémentaires n'interagissent pas comme s'ils étaient des objets solides durs pendant de telles collisions comme on pourrait s'y attendre de notre perspective macroscopique, mais comme des objets "élastiques", étant donné leur nature électromagnétique commune. Ils peuvent interagir soit électriquement, selon la loi bien connue de l'inverse du carré de la distance entre de telles particules, ou magnétiquement, selon la loi moins familière de l'inverse du cube de la distance entre les mêmes particules [1]. De notre perspective macroscopique, elles se comportent électriquement comme si elles "s'attiraient" ou "se repoussaient" mutuellement selon cette loi de l'inverse du carré.

Plus elles s'approchent les unes des autres, plus fortement elles semblent se repousser électriquement si leurs charges électriques sont de même signe, et plus fortement elles semblent s'attirer électriquement si elles ont des signes de charges opposés. Similairement, plus elles s'approchent les unes des autres, plus fortement elles se repousseront magnétiquement si elles interagissent en alignement de spin parallèle, et plus fortement elles s'attireront magnétiquement si elles interagissent en alignement de spin antiparallèle.

Les collisions exploratoires à haute énergie entre particules élémentaires peuvent être réalisées selon deux méthodes différentes, soit par collisions non-destructrices ou par collisions destructrices, et l'absence d'une description claire des différences entre ces deux modes dans les ouvrages de référence a été la cause de beaucoup de confusion.

## **Les collisions non-destructrices**

L'identification par collisions non-destructrices a été utilisée pendant une courte période dans la deuxième moitié des années 1960 pour explorer les deux seules particules composites stables dont on peut vérifier l'existence, le proton et le neutron, qui sont par ailleurs les seuls composants de tous les noyaux d'atomes qui existent. Puisqu'il avait été confirmé auparavant qu'elles occupent un volume mesurable dans l'espace, cela laissait supposer qu'elles pouvaient posséder une structure interne impliquant des particules plus petites, et que par conséquent, elles pourraient ne pas être élémentaires. Le proton fut découvert en 1919 par Ernest Rutherford et le neutron en 1932 par James Chadwick.

Il faut bien comprendre ici que l'ensemble des atomes du tableau périodique des éléments regroupe les seuls matériaux dont peut être constituée la "réalité physique objective" au niveau fondamental, puisque absolument tout ce dont l'existence peut être vérifiée est constitué de seulement ces atomes, ce qui inclue nos propre corps.

Les collisions non-destructrices avec des neutrons et des protons (noyaux d'hydrogène et de deutérium tels ceux captifs de molécules d'eau) implique de faire entrer en collision avec des électrons ou des positons dont on augmente suffisamment l'énergie cinétique qui détermine leur momentum avec des champs magnétiques, pour qu'ils pénètrent la structure des nucléons, mais avec une énergie insuffisante pour expulser les composants internes de leur structure.

Contrairement aux protons et neutrons, les électrons et positons ne semblent pas occuper un volume mesurable dans l'espace mais se comportent toujours comme si ils étaient des particules ponctuelles au sens mathématique du terme, chaque fois qu'ils sont impliqués dans des collisions. Ils sont considérés "élémentaires" parce que plus les collisions frontales non-destructrices entre deux électrons sont énergiques, par exemple, plus elles s'approchent de leur centre avant de rebondir, sans avoir rencontré de limite infranchissable à une certaine distance de ce centre. Ils étaient donc les projectiles idéaux pour tenter de percer l'énigme de la structure interne des protons et neutrons. L'électron fut découvert en 1856 par Joseph Thompson et le positon en 1932 par Carl Anderson.

Les électrons ou positons ne rencontrant aucun obstacle à l'intérieur des nucléons les traversaient alors complètement, mais leurs trajectoires étaient déviées plus ou moins fortement dépendant de la proximité avec laquelle ils approchaient ou frôlaient les composants interne des nucléons, en confirmant ainsi pour la première fois l'existence. Certains des électrons ou positons incidents étaient déviées très fortement, jusqu'à occasionnellement rebondir complètement à rebours lorsque leur trajectoire était en ligne directe avec l'un de ces composants internes.

Une analyse approfondie révéla que ces composants internes des nucléons sont chargés électriquement tout comme les électrons et positons, parce que les déviations de trajectoires observées obéissaient à exactement la même loi gouvernant les collisions entre deux électrons ou deux positons, soit la Loi de Coulomb [2].

Plus les particules incidentes approchaient des composants internes des nucléons au cours de ces rencontres, plus fortement leurs trajectoires étaient déviées. Les électrons négatifs étaient attirés par les composants internes positifs et repoussés par les composants internes négatifs, pendant que les positons positifs étaient attirés par les composants internes négatifs et repoussés par les composants internes positifs. L'étude de la répartition de l'ensemble des trajectoires déviées lors de ces expériences conduisit à la découverte confirmée que seulement 2 particules élémentaires collisionnables chargées en opposition existent à l'intérieur des protons et neutrons.

La composante positive fut nommée quark up, possédant  $2/3$  de la charge du positon, et la particule négative fut nommée quark down, possédant  $1/3$  de la charge de l'électron [2]. C'est ainsi qu'il fut découvert que le proton est constitué de 2 quarks up et un quark down (uud) pendant que le neutron est constitué de un quark up et deux quarks down (udd).

Il fut découvert en outre que le quark up est légèrement plus massif que l'électron et que le quark down est légèrement plus massif que le quark up ([3], p. 11-6). Notons aussi que l'addition

des charges fractionnaires de leurs composants élémentaires internes explique directement les charges du proton et du neutron:  $+2/3 + 2/3 - 1/3 = +1$  pour le proton, et  $+2/3 - 1/3 - 1/3 = 0$  pour le neutron.

## Collisions destructrices

Ne trouvant aucun autre composant collisionnable à l'intérieur des nucléons, les collisions destructrices ont ensuite commencé à être utilisées à des niveaux d'énergie de plus en plus élevés depuis la fin des années 1960. Cette méthode consiste en la libération de l'énergie porteuse de deux particules de même signe, tel deux électrons, qui se produit lorsque deux telles particules entre en collision frontale directe, ce qui provoque l'évacuation sous forme de photons électromagnétiques de bremsstrahlung hautement énergiques de leur énergie porteuse lors de leur freinage brusque, ou la destruction physique de deux particules élémentaires de mêmes signes, tels un électron et un positon, lorsqu'ils se rencontrent ultimement, ce qui provoque la reconversion sous forme de photons électromagnétiques de l'énergie constituant leur masses au repos, en plus de libérer leur énergie porteuse aussi sous forme de photons électromagnétiques libres.

Lorsque le niveau destructif est atteint lors de telles collisions, une énorme quantité d'énergie est libérée lorsque la particule incidente (un électron, par exemple) et le quark up ou down impliqué du proton avec lequel il entre en collision directe se convertissent en énergie. La quantité totale d'énergie libérée est constituée de toute l'énergie cinétique supportant son momentum que possède l'électron incident, plus toute l'énergie adiabatique que possédait le quark up ou down impliqué [4] et finalement, plus l'énergie ayant constitué les masses au repos du quark et de l'électron impliqués s'ils se convertissent.

Chaque fois qu'une telle quantité d'énergie est ainsi libérée, elle recongèle immédiatement en toutes sortes d'états massifs transitoires métastables hyper-excités génériquement nommés "partons". Plus la quantité d'énergie libérée sera grande lors d'une telle collision, plus les particules transitoires créées seront massives, généralement beaucoup plus massives que l'étaient les particules qui sont entrées en collision.

Lors de telles collisions destructrices, il arrive aussi que le quark up ou down impliqué soit éjecté du nucléon sans être détruit, c'est-à-dire sans être converti en énergie. Notons en passant que cela diminue à peine la quantité totale d'énergie libérée puisque l'énergie constituant les masses au repos des deux types de quarks et de l'électron ou positon incident est très petite comparée à celle supportant le momentum de la particule incidente et l'énergie adiabatique stabilisée induite dans le quark impliqué, au moment de l'impact.

Notons que l'énergie supportant le momentum de la particule incidente ainsi que l'énergie adiabatique stabilisée induite dans chaque quark up ou down qui sont captifs de la structure interne des nucléons, est de l'énergie cinétique en excès de l'énergie cinétique déterminant leur masse au repos invariante, et à moins qu'une identification spécifique soit requise, les deux types seront généralement désignés dans ce texte par les expressions "énergie porteuse" ou "photon-porteur", pour des raisons qui deviendront claire plus loin.

C'est un fait avéré que des quarks up ou down n'ont jamais été observés se déplaçant librement après leur éjection tout *en conservant les mêmes caractéristiques* qu'ils possédaient à l'intérieur des nucléons. Cela ne signifie aucunement cependant qu'ils n'ont pas été observés *possédant*

---

*des caractéristiques différentes après leur éjection*, soit une possibilité encore non explorée qui pourrait bien avoir empêché les expérimentalistes de les reconnaître comme étant la même particule.

Par exemple, si les quarks up et down étaient en réalité des positons et des électrons dont les caractéristiques de masse et de charges étaient contraintes en ces états altérés par les stress imposés par ces états d'équilibres de moindre action les plus énergiques que les électrons et positons pourraient atteindre, si ils étaient le matériau que la Nature a utilisé pour construire les nucléons [4], alors si l'un d'entre eux est éjecté d'un nucléon sans être détruit, il retrouverait bien sûr ses caractéristiques normales soit d'électron ou de positon aussitôt qu'il s'échapperait de ces stress contraignants, ce qui pourrait directement expliquer pourquoi des quarks up et down n'ont jamais été observés se déplaçant librement.

Tous les partons produits lors de collisions destructrices se dégradent presque instantanément en une cascade d'états intermédiaires dont la dernière étape est toujours l'une ou l'autre ou une combinaison des particules stables, soit l'électron, le positon, le proton, le neutron et des photons résiduels. Toutes ces séquences de dégradation ont été étudiées et peuvent être consultées à la référence [3].

Plus l'énergie de l'électron incident sera grande lors de telles collisions destructrices, plus la quantité d'énergie libérée sera grande, et plus grande sera la masse métastable des partons initiaux produits, qui vont presque instantanément se dégrader en une cascade d'états intermédiaires tel que décrit précédemment.

Même le boson de Higgs tellement publicisé dernièrement appartient à la catégorie des partons, soit le parton le plus massif détecté à date lorsque l'un des quarks up ou down d'un proton incident est entré en collision destructrice avec l'un des quarks up ou down du proton cible à l'accélérateur LHC.

Quatre des premiers partons qui ont duré suffisamment longtemps pour être détectés dans les années 1970 ont été nommés quark charm, quark strange, quark bottom et quark top parce qu'ils semblaient satisfaire la plus populaire théorie de l'époque, même si, comme tous les autres partons, ils se dégradent presque instantanément en l'une ou l'autre des particules du sous-ensemble des particules stables.

Malheureusement, tous ces partons éphémères sont inutiles lorsque vient le temps de décrire la matière normale de l'univers, parce qu'ils peuvent exister seulement hors des confins des protons et neutrons lorsqu'ils sont créés temporairement au moyen de ces collisions destructrices. En aucune circonstance ont-ils pu être identifiés à l'intérieur de la structure des protons et neutrons au moyen de collisions non-destructrices.

Ce fait vérifié n'a cependant pas empêché la communauté physique de classer ces états massifs métastables temporaires comme faisant partie du Modèle Standard en une recherche apparemment sans fin pour de plus en plus de ces états massifs transitoires de l'énergie, même s'ils ne peuvent de toute évidence pas faire partie des structures stables de la matière de l'univers.

La même restriction s'applique aussi à tout l'assortiment de particules "virtuelles" qui ont été définies, telles les gluons et les "photons virtuels", par exemple, qui sont des concepts mathématiques imaginés pour satisfaire les théories populaires du moment.

Une claire différence doit aussi être faite entre les photons réels, qui sont collisionnables contre des électrons et dont la trajectoire peut être infléchiée par la gravitation [5], et les "photons virtuels" de l'Électrodynamique Quantique, qui sont des métaphores mathématiques conçues par Richard Feynman ([6], p.711) pour aider à calculer plus facilement les interactions entre les particules fondamentales.

De plus, la métaphore "photon virtuel" de l'Électrodynamique Quantique combine malheureusement deux aspects fondamentalement très différents des relations entre les particules, soit la force de Coulomb et l'énergie cinétique induite par cette force et qui "soutient le mouvement", c'est-à-dire le "momentum", ce qui, combiné à la présence du mot "photon", induit un haut niveau de confusion avec les "véritables photons" qui sont constitués exclusivement d'énergie cinétique, tel qu'analysé à la référence [7], ce qui sera mis en perspective plus loin.

Dans la Nature, des partons instables sont aussi créés, tel les diverses configurations de mésons  $\pi$  et  $K$ , ainsi que les hyperons, ces derniers étant des particules complexes instables encore plus massives que les protons et neutrons, et quelques particules élémentaires instables telles le muon et le tau, avec des espérances de vie de quelques fractions de secondes tout au plus.

Ils sont créés comme fugaces sous-produits des rayons cosmiques qui entrent en collision avec des noyaux d'atomes des corps célestes ou de leur atmosphère, ou comme sous-produits des interactions à haute énergie dans les coronas des étoiles [8, 9], et à l'intérieur des masses stellaires en explosion permanente [10].

Notons ici que ce qu'il est convenu de nommer génériquement "rayons cosmiques" est en fait constitué principalement des protons qui sont plusieurs ordres de magnitude plus énergétiques que ce qui peut être réalisé même avec l'accélérateur LHC, ce qui signifie qu'ils peuvent potentiellement créer des partons encore plus massifs que le boson de Higgs récemment détecté lorsqu'ils entrent en collision avec d'autres particules.

Tout comme dans les accélérateurs à haute énergie, le produit final de la dégradation pratiquement instantanée de ces partons apparaissant naturellement est toujours une particule stable du sous-ensemble des particules massives stables, ainsi que des photons et neutrinos.

Le positon, connu pour être l'antiparticule de l'électron, est totalement identique à ce dernier sauf pour le signe de sa charge [11], mais ne devient pas partie des atomes stables contrairement à l'électron, car il se reconvertit rapidement à l'état d'énergie électromagnétique photonique lorsqu'il interagit avec un électron, convertissant aussi ce dernier au cours de ce processus nommé dégradation du positonium.

Le positon étant l'antiparticule de l'électron, il est considéré dans la communauté physique comme de "l'antimatière" par rapport à l'électron, qui est donc considéré comme de la "matière normale". Il y a incidemment depuis une centaine d'années une présomption que l'univers est fait presque exclusivement de "matière normale" (un concept qui inclue aussi les protons et les neutrons), et des spéculations sans fin à savoir pourquoi si peu d'antimatière semble exister, ce qui est considéré comme violant le principe de symétrie.

Ce problème se trouverait cependant complètement résolu en considérant simplement que lorsque les trois composants élémentaires chargés collisionnables internes des protons et neutrons (les quarks up et down) sont pris en compte au lieu des protons et neutrons eux-mêmes, qui ne

---

sont pas élémentaires, il existe par structure dans l'univers exactement la même quantité de "matière normale" et "d'antimatière", c'est-à-dire le même nombre de particules élémentaires chargées négativement que de particules élémentaires chargées positivement[9, 12, 13].

Examinons maintenant les divers sous-ensembles de particules.

## Les particules virtuelles

Nous pouvons inclure dans ce sous-ensemble les photons virtuels, qui sont une métaphore mathématique que Feynman proposa en 1949 [6] dans le cadre de sa nouvelle Électrodynamique Quantique (QED), pour introduire la quantification des interactions entre les particules chargées, qui permet d'utiliser la méthode de calcul lagrangienne plus simple plutôt que la méthode hamiltonienne plus élaborée pour rendre compte des interactions entre les particules élémentaires chargées. Ces photons virtuels regroupent en un concept unique la force de Coulomb et l'intensité de la quantité d'énergie associée, une méthode plus facile à manipuler mathématiquement que le hamiltonien, qui pour sa part rend plus précisément compte de la nature infinitésimalement progressive des variations d'énergie.

Incluons aussi les gluons, qui sont aussi une métaphore mathématique pseudo quantifiée, mais cette fois-ci, de l'interaction plus que probablement aussi progressive mais encore non complètement étudiée qui agit entre les composants chargés constituant les nucléons, dans le cadre de la Chromodynamique Quantique; et dont une des lois ne peut être que l'interaction coulombienne, étant donné que les quarks up et down sont chargés électriquement.

Ce qui distingue ces particules virtuelles métaphoriques des particules réelles, est le fait qu'il est impossible d'en prouver l'existence physique par la seule méthode disponible, soit par collision directe avec une particule du sous-ensemble des particules stables.

En d'autres mots, toutes les particules virtuelles s'avèrent être, sans exception, de simples concepts mathématiques.

## Les particules complexes instables

Ici nous retrouvons diverses configurations de mésons  $\pi$  et K, ainsi que les hyperons et le boson de Higgs, qui sont des particules complexes instables encore plus massives que les protons et les neutrons, avec des durées de vie ne dépassant jamais quelques fractions de seconde.

Ce qui est remarquable à propos de toutes ces particules complexes instables, qui sont toutes des partons produits seulement dans les accélérateurs à haute énergie, ou comme sous-produits du rayonnement cosmique, est que, tel que déjà décrit, le produit final de leur dégradation est systématiquement l'une ou l'autre, ou une combinaison, des seules particules stables connues, soit électrons, positons, protons, neutrons et photons.

Par conséquent, on pourrait considérer que toutes ces particules complexes instables sont simplement des états hyper-énergisés du sous-ensemble des particules stables fondamentales.

## Les particules élémentaires instables

Nous retrouvons ici les divers quarks, sauf les quarks up et down, ainsi que tous les partons élémentaires, qui se dégradent presque instantanément pour devenir l'une ou l'autre des particules du sous-ensemble des particules stables.

Dans cette catégorie, nous retrouvons aussi le muon et la particule tau. Les muons (partons de deuxième génération puisqu'ils proviennent de la dégradation de mésons, qui sont des partons de première génération, et la particule tau, qui est un parton de première génération produit lors de collisions frontales destructrices électron-positon, observées pour la première fois à l'accélérateur SLAC dans les années 1970, laissent toujours un électron isolé comme sous produit de leur dégradation, à part des neutrinos et occasionnellement quelques photons gamma.

D'une certaine manière, les muons et taus peuvent être considérés comme de simples états instables hyper-massifs des électrons et qui se dégradent rapidement jusqu'à l'ultime état de masse au repos stable de l'électron par émission de paires de neutrinos. La mécanique de l'émission de paires de neutrinos électroniques, muoniques et tauiques est analysée dans un article séparé [14].

Bien sûr, l'anti-muon et l'anti-tau laissent derrière un positon solitaire au lieu d'un électron.

## Les particules complexes stables

Dans cette catégorie, on retrouve le proton, qui est totalement stable, et le neutron, qui est totalement stable, lorsqu'associé à des protons dans les noyaux atomiques (*Quoiqu'il existe des cas limites d'instabilité du neutron dans certains noyaux instables*).

Les neutrons, quoique totalement stables lorsqu'ils font partie de noyaux atomiques deviennent instables lorsqu'ils sont isolés, avec une durée de demi-vie d'environ 16.88 minutes. Lorsqu'ils se dégradent, ils laissent derrière eux deux particules totalement stables, soit un proton et un électron ainsi qu'une paire de neutrinos [14].

## Les particules élémentaires stables

Dans ce sous-ensemble très spécial de particules, nous retrouvons un seul boson élémentaire, soit le photon électromagnétique, et quatre fermions, soit l'électron, le positon (qui est l'antiparticule de l'électron), et finalement, le quark up et le quark down.

Ces particules sont considérées "élémentaires", parce que absolument toutes les expériences de collisions non destructrices effectuées, même les plus énergiques sans les détruire, nous ont révélé qu'elles se comportent en toutes circonstances comme si elles étaient ponctuelles.

Ce comportement dit "ponctuel" est caractérisé par le fait confirmé expérimentalement qu'aucune limite infranchissable n'est atteinte à une distance mesurable de leurs centres "ponctuels" respectifs, même pendant les plus énergiques collisions frontales exécutées entre deux électrons, par exemple, peu importe à quelle distance elles ont pu s'approcher de leur centres ponctuels mutuels avant de rebondir. Ces expériences nous ont apporté la preuve formelle qu'elles ne sont pas constituées d'un assemblage de particules plus petites comme c'est le cas pour les protons et neutrons.



---

Elles sont considérées stables, parce qu'à moins d'être physiquement reconvertie en énergie sous forme de photons électromagnétiques, elles ont une durée de vie illimitée. Une particule stable est considérée détruite lorsque affectée par une collision de telle manière qu'elle cesse d'exister sous sa forme préalable, soit en se combinant à une autre particule, comme lorsqu'un photon électromagnétique est "absorbé" par un électron, par exemple, lui communiquant une partie ou la totalité de son énergie, qui s'ajoute à l'énergie supportant son momentum, ou dans le cas des quatre fermions élémentaires stables, en se reconvertissant à l'état de photons électromagnétiques pendant des événements de collisions déjà décrites. Dans des circonstances très particulières, les électrons et positons sont connus pour émettre une partie de leur énergie sous forme de neutrinos [14].

On remarque aussi quelque chose de singulier à propos de ces particules stables. C'est le fait que sauf pour le photon électromagnétique, elles possèdent toutes un spin de  $1/2$ , et que leurs charges électriques sont toutes soit négatives ou positives.

Le cas du photon électromagnétique est très particulier, en ce sens que malgré le fait qu'il se comporte en tout temps comme une particule ponctuelle comme les quatre fermions stables, il possède un spin égal à 1, qui est un signe incontournable d'une particule constituée de deux éléments, qu'il est électriquement neutre et qu'il est sensé n'avoir aucune masse.

Louis de Broglie nous apporta cependant un fondement des plus prometteurs pour aider à expliquer ces particularités du photon. Ayant longuement analysé les caractéristiques du photon à la lumière des aspects vérifiés des théories afférentes, il arriva éventuellement à la conclusion que la seule manière pour un photon de satisfaire à la fois la statistique de Bose-Einstein et la loi de Planck, et de parfaitement expliquer l'effet photoélectrique tout en obéissant aux équations de Maxwell et en se conformant aux propriétés de symétrie des corpuscules complémentaires de la théorie de Dirac, serait qu'il soit constitué non pas d'un corpuscule, mais de deux corpuscules, ou demi-photons, qui seraient complémentaires comme l'électron est complémentaire du positon dans la Théorie des Trous de Dirac ([15], p.277).

Cette conclusion semble contraindre l'association de charges, peut-être non signées, à chaque demi-photon, et par conséquent au photon lui-même, ce qui rendrait compte tout de même de sa neutralité électrique connue. Cette hypothèse conduisit à une description claire de la structure dynamique interne du photon de de Broglie dans la géométrie tri-spatiale de l'espace, tel que décrit à la référence [7].

Ce qui est remarquable à propos de toutes les particules élémentaires stables, est que sans exception, nous pouvons vérifier leur existence physique objective par collisions mutuelles avec n'importe laquelle des autres particules du même groupe.

En réalité, on pourrait même considérer qu'au niveau fondamental, la réalité physique objective ne peut être constituée que de l'ensemble de ces particules électromagnétiques stables qui sont en constante interaction électromagnétique, dont l'existence peut être physiquement prouvée par collisions et de l'ensemble de leurs interactions électromagnétiques mutuelles.

## Les neutrinos

Les neutrinos sont un cas non encore résolu en physique des particules. Nous savons depuis les années 1920, qu'une partie de l'énergie du neutron semble disparaître complètement lorsque celui-ci se convertit en un proton et un électron, c'est-à-dire que la somme des énergies contenues dans les masses de l'électron et du proton résultant de la conversion, plus l'énergie soutenant le momentum de l'électron éjecté, est presque toujours inférieure à l'énergie totale constituant la masse au repos du neutron avant sa conversion.

La quantité d'énergie perdue semble directement dépendre de la vitesse de l'électron éjecté. Il semble que dans certains cas limites, l'électron s'échappe avec une vitesse suffisante pour qu'aucune perte ne soit mesurable, alors qu'à l'autre extrême, la perte est maximisée lorsque l'électron s'échappe avec une vitesse très faible.

Fermi proposa l'hypothèse que cette énergie qui semblait disparaître devait être évacuée par une nouvelle particule qu'on n'arrivait pas encore à détecter physiquement, et qu'il proposa de nommer "neutrino". Mentionnons que même si la variabilité de la perte d'énergie au niveau la dégradation de chaque neutron individuel était connue, les cas limites pour lesquels aucune énergie n'était perdue ne suffirent pas à provoquer une remise en question du concept d'une particule évacuatrice, puisque dans ces derniers cas, il n'y avait rien à évacuer.

Les particules  $\mu$  (les muons) et  $\tau$  (tau) semblent aussi perdre leur excès de masse de la même manière, laissant un électron isolé comme unique sous-produit massif physiquement détectable de leur dégradation, en plus occasionnellement de quelques photons gamma, le processus étant toujours accompagné de la "disparition" apparente d'une partie de l'énergie.

Même après presque un siècle de recherche et d'expérimentation, on n'a toujours pas réussi à détecter physiquement les neutrinos par collisions directes avec des particules du sous-ensemble stable d'une manière directement vérifiable, quoique la définition de "détection directe" fut éventuellement étendue pour inclure des phénomènes indirects que seulement l'existence des neutrinos semble pouvoir expliquer. Une explication cohérente à l'énigme des neutrinos est explorée dans un article séparé [14].

## La matière stable de l'univers

Examinons maintenant de plus près cet ensemble très restreint de particules élémentaires stables dont sont constitués tous les corps dans l'univers.

Il a été établi très clairement que les quarks up et down s'associent par groupes de 3 pour former les nucléons (protons et neutrons), dont tous les noyaux d'atomes en existence sont faits. Les divers éléments du tableau périodique ainsi que tous leurs isotopes sont constitués de toutes les combinaisons possibles de ces nucléons. De leur côté, les électrons s'installent dans les divers états de résonance électroniques qui définissent les orbitales possibles autour des noyaux atomiques et qui définit ainsi le volume mesurable de chaque atome.

Lorsqu'un photon est absorbé par un électron dans un atome, cette énergie supplémentaire le force à quitter son état de résonance de repos pour s'éloigner du noyau jusqu'à une autre orbitale possible qui correspond minimalement à l'accroissement d'énergie qu'il vient d'absorber, où même à s'évader complètement de l'atome si l'énergie absorbée le permet.

Les photons électromagnétiques sont produits lorsque des électrons sur-énergisés dans les atomes, perdent de tels excès d'énergie sous forme d'un photon électromagnétique, en retombant vers le noyau jusqu'à ce qu'ils atteignent l'état de résonance de moindre action qu'il peut possiblement atteindre, soit l'orbitale la plus proche du noyau qu'elle peut possiblement atteindre, soit l'orbitale de repos de moindre action pour cet électron dans cet atome. Des photons peuvent aussi être produits lorsque les nucléons dans les noyaux perdent de l'énergie en excès d'une manière similaire, ou lorsque des nucléons sont capturés par des noyaux.

## La nature des particules élémentaires stables

Étant donné que toutes les particules instables s'avèrent n'être en fin de compte que des états hyper-énergiques extrêmement fugaces des particules stables, nous allons dorénavant limiter la discussion seulement à ce sous-ensemble de particules stables, prenant pour acquis, bien sûr, que les lois s'appliquant aux particules stables, s'appliquent aussi aux particules instables.

Alors que Maxwell était en processus d'intégration dans un tout cohérent des découvertes de Gauss, Ampère et Faraday à propos des divers aspects de l'électricité et du magnétisme, il comprit éventuellement et expliqua mathématiquement que la lumière devait être un phénomène électromagnétique qui ne pouvait se déplacer dans l'espace qu'à une vitesse très spécifique et invariante, lors qu'il conclut que la lumière qui nous atteignait venant des étoiles devait être causée par l'interaction d'un aspect électrique de l'énergie, interagissant orthogonalement avec un aspect magnétique de la même énergie, et que l'énergie que nous percevions comme de la lumière se déplaçait dans l'espace perpendiculairement au plan déterminé par la relation orthogonale entre ces deux aspects électrique et magnétique.

Il percevait la lumière comme une onde dont la surface, ou front d'onde, se propageait en expansion sphérique à la vitesse de la lumière à partir de son point d'origine dans un médium qu'il concevait et nommait "éther". Mais suite aux travaux expérimentaux de Wien sur le corps noir cependant, Planck démontra mathématiquement que cette "onde" ne pouvait pas être continue au niveau fondamental contrairement à la conclusion de Maxwell, mais semblait plutôt être un phénomène discontinu.

Einstein confirma cette hypothèse en 1905, avec son expérience photoélectrique. Des confirmations supplémentaires furent ensuite apportées par Compton et Raman. Ces quanta de lumière séparés furent éventuellement nommés "photons".

Le doute n'était plus permis. Au niveau sous-microscopique, l'énergie électromagnétique libre à toutes les fréquences est constituée de manière vérifiable d'innombrables photons électromagnétiques individuels, chacun desquels se déplaçant à la vitesse de la lumière et ne pouvant être produit que par désexcitation d'un électron se déplaçant vers une orbitale plus proche du noyau d'un atome quelque part dans l'univers ou par désexcitation d'un quark up ou down à l'intérieur d'un nucléon, ou d'un nucléon complet à l'intérieur d'un noyau d'atome, ou encore d'un nucléon en cours d'être capturé par un noyau d'atome.

Un peu plus tard, de Broglie émit l'hypothèse que les électrons étaient aussi de nature électromagnétique et devaient donc aussi avoir une fréquence, ce qui fut ensuite confirmé expérimentalement par Davisson et Germer.

## Preuve que les photons et électrons sont faits de la même substance

Un nouveau pas fut ensuite franchi lorsque Frédéric Joliot et Irène Curie démontrèrent expérimentalement en 1933 que tout photon électromagnétique dont l'énergie égale ou dépasse le seuil de 1.022 MeV peut se découpler en une paire électron-positon lorsqu'on lui fait frôler un noyau d'atome [16], ce qui ne laissait plus de doute quant au lien de parenté entre l'énergie des photons électromagnétiques sans masse et l'énergie constituant la masse au repos des électrons et positons.

La création de paires électron-positon pendant des croisements à grande proximité de deux faisceaux de photons dont l'un contenait des photons de 1.022 MeV ou plus, sans qu'aucun noyau massif ne soit à proximité, fut confirmée expérimentalement par Kirk McDonald et al. au cours de l'expérience #e144, à l'Accélérateur linéaire de Stanford en 1997 [17].

D'autre part, nous savions déjà qu'il existe un lien direct entre l'énergie qu'un électron accumule dû à la force de Coulomb en accélérant entre les électrodes d'un tube de Coolidge, par exemple, et celle dont est constituée un photon électromagnétique, parce qu'après qu'un électron ait quitté la cathode et ait accéléré à travers le vide du tube jusqu'à l'anode, un photon électromagnétique est émis dans les fréquences des rayons-x au moment même où l'électron freine brusquement, lorsqu'il est momentanément capturé en équilibre électromagnétique de moindre action par un atome de l'anode.

Nous savons par vérification expérimentale que l'énergie de ce photon électromagnétique est exactement égale à la quantité d'énergie cinétique qui soutenait le momentum dont était animé l'électron au moment précis de sa capture, juste avant l'évacuation de ce photon. Nous savons aussi que le photon est évacué au moment exact de la capture, car l'origine de l'émission est clairement établie comme étant le point de capture de l'électron.

Par conséquent, nous avons la preuve expérimentale directe et formelle depuis les années 1930, qu'il est possible de convertir à l'état de photons électromagnétiques les quantités d'énergie cinétique qui soutiennent le momentum d'un électron en mouvement, une énergie qui s'accumulent par accélération coulombienne des électrons, et de reconvertir en paires électron-positon massives des photons électromagnétiques sans masse dont l'énergie égale ou dépasse 1.022 MeV.

Pour compléter ce cycle, il a été prouvé expérimentalement que lorsqu'un électron et un positon sont contraints à interagir dans un volume d'espace suffisamment restreint, ils finissent toujours par se capturer mutuellement en us système métastable nommé positonium, qui se dégradera très rapidement jusqu'à ce que les particules se rejoignent et se reconvertissent complètement à l'état de photons électromagnétiques. La même conversion à l'état d'énergie électromagnétique est aussi observée lorsque toute paire de particules de signes électriques opposés entrent en collision.

Bref, nous avons la preuve expérimentale que la "substance" qui supporte le momentum des particules électromagnétiques en mouvement, que celle dont sont constitués les photons électromagnétiques, et que celle dont la masse au repos des électrons et positons est faite, ne peuvent être que la même "substance", soit, de l'énergie cinétique pure, en dépit du fait aussi établi que les photons semblent n'avoir aucune masse et que les électrons et positons semblent massifs et possèdent un ensemble d'autres caractéristiques apparemment conflictuelles, tel des signes de charges opposés.

Pour revenir brièvement à la question des neutrinos, des considérations théoriques fondées sur les conclusions de de Broglie relativement à la structure interne des photons, et par extension à celle des électrons et positons, portent à penser que l'énergie qu'on associe aux neutrinos, lors de la désexcitation des particules mu et tau et lors de la dégradation des neutrons, pourrait simplement n'être que de l'énergie qui se déquantifierait dans l'espace sous forme de simple énergie cinétique libre, par un processus inverse de celui observé pour la quantification de l'énergie cinétique induite par accélération des électrons comme on peut l'observer dans un tube de Coolidge, lorsque ces électrons sont capturés par des atomes de l'anode. Cette possibilité est explorée dans le même article séparé concernant les neutrinos [14].

## Mécanique électromagnétique des particules fondamentales

Dans le sous-ensemble des particules élémentaires stables, chargées, massives et collisionnables, seulement deux autres particules élémentaires ont été identifiées en plus de l'électron et du positon, soit les quarks up et down.

Puisqu'ils sont massifs et chargés électriquement tout comme les électrons et positons, la possibilité qu'ils soient aussi être constitués de la même "substance" que nous identifions sous le nom d'énergie cinétique est loin d'être improbable. Elle est en fait pratiquement certaine, puisque leur énergie a été libérée sous forme d'énergie électromagnétique depuis des décennies lors de collisions destructrices dans de nombreux accélérateurs à haute énergie.

Mais à ce jour, le processus qui permettrait de comprendre comment ils s'intègrent dans la séquence des processus de conversion qui incluent la conversion de l'énergie cinétique soutenant le momentum en photons électromagnétiques, suivi de la conversion de photons électromagnétiques en paires d'électrons-positons massifs, et reconversion de paires électron-positons à l'état de photons électromagnétiques, que nous venons de mettre en perspective, n'a pas encore été identifié et décrit depuis leur découverte en 1968 à l'accélérateur SLAC.

La question suivante se pose donc:

*"Pourquoi aucune tentative n'a-t-elle été faite pour identifier et décrire ce dernier processus depuis la confirmation de l'existence physique des quarks up et down?"*

Cette question constitue à vrai dire le dernier défi de la physique moderne, puisque sa résolution mettrait finalement à notre disposition la séquence complète des processus de transformation qui semblent possibles au niveau sous-microscopique. Mais avant de tenter de résoudre cette question, il serait bon de mettre en perspective la philosophie de recherche qui a prévalu depuis le dernier siècle.

## La fonction d'onde et l'état réel des systèmes physiques

Au congrès de Solvay de 1927, la Mécanique Quantique fut adoptée comme étant la théorie la plus fondamentale pour traiter des particules élémentaires et des atomes. Vint-cinq ans plus tard, en 1952, Einstein avait ceci à dire à propos de la théorie quantique:

*"Je ne doute aucunement que la théorie quantique actuelle (plus exactement la "mécanique quantique") ne soit la théorie la plus parfaite compatible avec l'expé-*

*rience, pour autant qu'on fait reposer la description sur les concepts de point matériel et d'énergie potentielle comme concepts élémentaires. Mais ce que je trouve de non satisfaisant dans la théorie se situe ailleurs, dans l'interprétation que l'on donne de "la fonction  $\psi$ ". En tout cas, ceci est à l'origine de ma conception d'une thèse qui se trouve catégoriquement rejetée par les plus grands théoriciens actuels:*

*Il y a quelque chose comme "l'état réel" d'un système physique, qui existe objectivement, indépendamment de toute observation ou mesure, et qui peut en principe se décrire par les moyens d'expression de la physique.*

*Maintenant, il n'y a aucun doute que la fonction  $\psi$  ne soit une manière de description d'un "état réel". La question est alors si cette description d'un état réel a un caractère complet ou incomplet."*

*Albert Einstein ([18], p. 7).*

Soixante cinq ans après qu'Einstein nous ait quitté en 1955, ce sujet suscite toujours des débats passionnés qui sont rapidement calmés, étant donné le succès évident de la Mécanique Quantique à fournir des informations d'une totale précision sur les probabilités d'amplitude du momentum, de la position et de plusieurs autres propriétés physiques des particules.

Ce qu'Einstein déplorait en fait, était que la fonction d'onde ne peut pas donner une description claire des particules élémentaires en mouvement. Il lui semblait que cela devrait éventuellement être possible par quelque moyen non encore découvert, et qu'aucune piste ne devait être négligée dans la recherche d'une description plus claire des particules élémentaires. Cependant, les propriétés mêmes de la fonction d'onde sont telles qu'il semble n'y avoir aucun moyen de clarifier plus avant la description des particules en mouvement par le biais d'une modification de la Mécanique Quantique.

Tel que mis en évidence par Einstein cependant, cet "état réel" des particules élémentaires qui existe objectivement, indépendamment de toute observation et mesure, et que la fonction  $\psi$  décrit seulement vaguement lorsqu'elles sont en mouvement, est aussi connu pour être associé à une "énergie réelle" qui possède des propriétés électromagnétiques connues, qui ne sont pas complètement intégrées dans la MQ.

Par exemple, quoique la fonction d'onde soit l'outil idéal pour explorer les divers états de résonance des électrons dans les atomes, elle ne permet pas de séparer l'énergie de la masse invariante de l'électron de son énergie porteuse, qui est induite adiabatiquement en fonction de l'inverse du carré de la distance qui le sépare des autres particules chargées, lorsqu'il est immobilisé translationnellement dans des états de résonance, et qui supporte son momentum lorsqu'il se déplace librement.

## **La théorie électromagnétique ondulatoire de Maxwell**

La théorie de Maxwell pour sa part, traite de l'aspect électromagnétique de cette "énergie réelle", mais n'a pas non plus franchi le pas de manière satisfaisante entre la traiter comme étant une densité d'énergie sans structure par unité de volume ou comme un flot d'énergie sans structure traversant une unité de surface, et la traiter en additionnant l'énergie de photons électromagnéti-

ques localisés dans une unité de volume ou traversant une unité de surface, qui prendrait en compte la localisation des photons et représenterait tout aussi bien tous les phénomènes électromagnétiques observés au niveau macroscopique, tout en rendant compte de la localisation des quanta d'énergie au niveau sous-microscopique, et ainsi éventuellement rejoindre la Mécanique Quantique.

Ceci est dû au fait que l'énergie électromagnétique telle que Maxwell en établit la théorie la décrit comme un phénomène ondulatoire continu se propageant dans un "éther" sous-jacent, soit un concept qui semble nécessaire du point de vue continuité de l'onde telle que Maxwell la concevait, mais qui n'est pas directement réconciliable avec le concept de quanta localisés se déplaçant séparément, qui s'auto-propulseraient sans aucun besoin d'un médium sous-jacent comme l'éther.

Ainsi donc, du point de vue électromagnétisme, il ne semblait y avoir aucune avenue permettant une description plus claire des photons localisés à partir de la théorie électromagnétique plus générale de Maxwell. Et similairement au cas de la Mécanique Quantique, même avec le concept d'onde continue plutôt vague de l'approche de Maxwell en arrière plan, ses équations permettent néanmoins les calculs les plus précis de tous les aspects de l'énergie électromagnétique qui peuvent nous être utiles au niveau macroscopique.

Un rayon d'espoir demeurait cependant, si on considérait les équations de Maxwell comme étant séparées de sa théorie ondulatoire. Louis de Broglie, qui a découvert le lien entre les états quantiques discrets et les états de résonance, ce qui a inspiré à Schrödinger son équation d'onde, et qui introduisit alors la fonction d'onde, donnant naissance à la Mécanique Ondulatoire, ensuite enrichie par Heisenberg et Feynman, ce qui donna naissance à la Mécanique Quantique, a aussi conclu au début des années 1930 qu'un photon localisé en permanence et suivant une trajectoire de moindre action pourrait satisfaire en même temps la statistique de Bose-Einstein et la loi de Planck, expliquer parfaitement l'effet photo-électrique tout en obéissant aux équations de Maxwell, et demeurer conforme aux propriétés de la théorie des trous de Dirac quant au principe de symétrie complémentaire des particules, si il était constitué de deux particules, ou demi-photons de spin 1/2 ([12], p.277).

La solution qu'il élaborait ensuite dans les années 1930 et 40 à partir de la fonction d'onde, quoique intéressante, ne fut pas concluante de manière satisfaisante, présumément parce qu'en dépit de ses efforts, présumément parce que la fonction  $\psi$  ne peut vraiment pas être réconciliée avec une description du photon en mouvement localisé en permanence.

## Expansion de la géométrie spatiale

Confronté aux difficultés inhérentes à la définition de son concept de photon localisé à double-particule au moyen de la fonction d'onde, il finit par conclure en 1936 qu'il était impossible de représenter exactement les particules élémentaires dans le cadre d'un espace continu à trois dimensions:

*"... la non-individualité des particules, le principe d'exclusion et l'énergie d'échange sont trois mystères intimement reliés : ils se rattachent tous trois à l'impossibilité de représenter exactement les entités physiques élémentaires dans le cadre de l'espace continu à trois dimensions (ou plus généralement de l'espace-temps continu à quatre*

*dimensions). Peut-être un jour, en nous évadant hors de ce cadre, parviendrons-nous à mieux pénétrer le sens, encore bien obscur aujourd'hui, de ces grands principes directeurs de la nouvelle physique." ([15], p. 273).*

Une analyse approfondie du bagage augmenté de données et des connaissances accumulées permet maintenant d'établir une description électromagnétique clairement conforme aux équations de Maxwell de la structure interne des photons localisés, en accord avec l'hypothèse de de Broglie, ainsi que de celle des particules électromagnétiques massives, dans le cadre d'une mécanique électromagnétique des particules élémentaires qui peut être définie dans une géométrie spatiale augmentée.

Cette nouvelle géométrie de l'espace a été proposée sommairement à l'événement CONGRESS-2000 tenu en juillet 2000 à l'Université d'État de Saint-Petersbourg [24], et les considérations séminales qui ont conduit à l'élaboration de cette géométrie sont exposées à la référence [7].

Ce n'est bien sûr pas la première tentative de résolution des problèmes restants en physique des particules par considération d'un plus grand nombre de dimensions de l'espace-temps, la plus notable étant la Théorie-M à onze dimensions, mais qui ouvre apparemment trop de possibilités pour permettre d'identifier facilement un fondement complètement cohérent pour la physique des particules.

Diverses approches ont été explorées au cours de ces tentatives, la plupart impliquant la notion de compactification, qui consiste à définir des dimensions supplémentaires qui ne seraient pas significatives selon notre perspective d'espace-temps macroscopique 3+1 (3 dimensions spatiales plus le temps), mais qui deviennent mathématiquement utilisables plus on s'enfonce dans le niveau sous-microscopique. Diverses combinaisons ont été explorées, soit des espaces-temps à 9+1, 10+1, 25+1 dimensions et autres. La direction opposée a aussi été explorée, impliquant que notre espace-temps 3+1 soit un sub-espace-temps appartenant à un super-espace-temps, qui produisit des théories de branes. Toutes ces tentatives cependant, impliquaient des multidimensionnalités d'un espace-temps "unique" qui contiendrait des nombres variables de dimensions, plus une dimension temps.

Il y a cependant un aspect de l'espace-temps 4D de Minkowski qui suscite un accord universel et est mathématiquement facile à traiter. C'est le fait que les 4 dimensions de l'espace-temps 3+1 sont orthogonales les unes par rapport aux autres.

Un examen attentif de l'ensemble des particules électromagnétiques élémentaires révèle aussi que l'orthogonalité est aussi une caractéristique fondamentale de l'énergie électromagnétique, et qu'il y a aussi un accord universel quant au fait que le momentum dans l'espace d'un quantum électromagnétique est orthogonal à son aspect électrique, qui est lui-même orthogonal à l'aspect magnétique du même quantum, ce qui est en fait la triple orthogonalité fondamentale de l'électromagnétisme.

Étant donné le fait que d'augmenter le nombre de dimensions d'un espace unique augmente exponentiellement sa complexité, ce parallèle évident entre les structures orthogonales autant de l'espace-temps 3+1 de Minkowski que de tous les quanta électromagnétiques fit germer l'idée que d'associer l'orthogonalité électromagnétique de l'énergie à la structure orthogonale du concept de l'espace pourrait réduire la complexité mathématique du modèle résultant.



C'est ainsi que naquit l'idée de séparer les divers aspects orthogonaux des quanta d'énergie entre 3 espaces orthogonaux qui co-existeraient et agiraient comme des vases communicants par le biais d'une "zone de passage" ou "point de jonction", lequel point de jonction serait "l'objet" collisionnables au comportement quasi-ponctuel que nous identifions comme se déplaçant dans l'espace.

Ainsi, tel que décrit à la référence [7], l'énergie soutenant le momentum d'une particule électromagnétique serait localisée dans son propre espace 3D séparé (l'espace-X ou espace normal), et l'énergie de la même particule qui oscille entre les états électrique et magnétique oscillerait maintenant entre deux autres espaces séparés, qui seraient un deuxième espace 3D (l'espace-Y ou électrostatique), où l'énergie manifesterait les caractéristiques électriques, et un troisième espace 3D (l'espace-Z ou magnétostatique), dans lequel l'énergie manifesterait les caractéristiques magnétiques.

Les dimensions orthogonales internes de chaque espace peuvent alors être identifiés comme X-x, X-y, X-z, Y-x, Y-y, Y-z et finalement Z-x, Z-y et Z-z, tous uniquement identifiés, l'orthogonalité des trois espaces étant structurellement établie en définissant que les axes-x mineurs des trois espaces seraient parallèles à la direction conventionnelle du mouvement de l'énergie dans l'espace normal dans le traitement par onde plane. Un sur-ensemble de vecteurs unitaires majeurs **IJK** identifierait alors globalement chaque espace alors que les vecteurs unitaires mineurs **ijk** conserveraient leur fonction traditionnelle dans chaque espace.

Cette perspective jette immédiatement une nouvelle lumière sur le problème du signe des charges électriques, étant donné qu'elles "vivent" dorénavant dans l'espace-Y. La charge électrique des particules élémentaires peut maintenant être représentée par un vecteur pouvant posséder un signe négatif, positif ou nul dans l'espace-Y. La charge de l'électron se manifesterait comme un momentum dans la direction négative le long de l'axe Y-x, celle du positon comme un momentum dans la direction positive le long de l'axe Y-x, et les charges nulles des demi-photons de l'hypothèse de de Broglie deviendraient explicables, considérant qu'elles oscilleraient dans des directions opposées sur le plan Y-y/Y-z, perpendiculairement à l'axe Y-x, tel que mis en perspective à la référence [7].

Une telle structure tri-spatiale soulève aussi la question de la fonction du temps dans cette nouvelle géométrie. S'agirait-il de trois espaces tridimensionnels plus le temps  $3 \times (3+1)$ , ou d'un seul complexe tri-spatial plus le temps  $(3 \times 3)+1$ ?

La cohérence demande ici que le temps s'écoule à la même "vitesse", pour ainsi dire, pour les divers aspects dynamiques d'un quantum d'énergie électromagnétique donné. Elle demande donc aussi que l'écoulement du temps soit aussi commun à tous les quanta électromagnétiques possibles, chacun "vivant" dans de tels complexes tri-spatial, la configuration  $(3 \times 3)+1$  semblait donc la meilleure option.

Mais puisqu'un paramètre commun à tous les éléments d'un ensemble ne peut pas par définition être lui-même un élément de cet ensemble, par sa nature même il appartient donc au cadre de référence de cet ensemble (il est un élément du sur-ensemble), peut importe quels autres éléments, le cas échéant, qui pourraient faire partie de ce sur-ensemble. Ceci laisse miroiter la possibilité que le temps, qui progresse à une "vitesse" apparemment constante, serait plus fondamentale que l'espace. Ce sujet est analysé à la référence [19].

Un autre indice vient supporter cette possibilité est le fait que l'énergie électromagnétique est induite strictement en fonction de la "distance" entre les particules chargées (la loi de l'inverse du carré), et NON PAS en fonction du temps écoulé, car même lorsqu'elle ne supporte pas le momentum, l'énergie porteuse adiabatiquement induite dans les particules chargées en fonction de l'inverse du carré de la distance entre elles demeure adiabatiquement induite en elles même lorsqu'elles sont captives dans les divers états d'équilibre électromagnétique qui empêchent les mouvements de translation, peut importe l'écoulement du "temps" [4].

## Définition d'un quantum d'action fondé sur la distance

À première vue, cette idée semble être paradoxalement en contradiction avec le fait que le quantum d'action de Planck  $h=6.626068759E-34$  j·s (joules · seconde), qui sous-tend la physique quantique, est fondé sur le temps. Cependant, il existe un quantum d'action correspondant fondé sur la distance qui n'est pas utilisé actuellement en physique quantique.

Cette constante émerge du fait que non seulement la fréquence, mais aussi la longueur d'onde d'un quantum d'énergie électromagnétique (un photon) dépend seulement de la quantité d'énergie contenue dans ce quantum. Lors que cette énergie est associée à sa longueur d'onde, le simple fait qu'un photon possédant deux fois l'énergie d'un autre, a besoin d'une distance deux fois plus courte pour compléter son cycle, est suffisant en lui-même pour démontrer que l'énergie d'un photon se comporte localement comme un matériau totalement incompressible.

Étant donné que la vitesse de la lumière est constante dans le vide, il peut alors être affirmé avec force que la quantité d'énergie constituant le quantum d'énergie d'un photon est inversement proportionnel à la distance qu'il doit parcourir dans le vide pour qu'un cycle de sa longueur d'onde soit complété, ce qui peut être représenté par  $E=1/\lambda$ .

Cela signifie que le produit  $E \cdot \lambda$  est constant. Une analyse des diverse définitions de l'énergie révèle qu'en isolant ces deux variables dans une nouvelle définition de l'énergie établie à la référence ([20], équation (11)), une telle constante peut être établie à partir d'un ensemble familier de constantes électromagnétiques et de la longueur d'onde absolue d'un quantum d'énergie ( $\lambda$ ), au lieu d'avec le quantum d'action de Planck et de sa fréquence:

$$E = hf = \frac{e^2}{2\epsilon_0\alpha\lambda} \quad (1)$$

En isolant le produit  $E \cdot \lambda$  du côté gauche de cette équation, laissant seulement l'ensemble des constantes du côté droit, permet de définir ce quantum d'action fondé sur la distance à partir du même ensemble de constantes électromagnétiques à la référence ([21], équation (17)), où il fut nommé *constante d'intensité électromagnétique*:

$$H = E\lambda = \frac{e^2}{2\epsilon_0\alpha} = 1.98644544E - 25 \text{ j} \cdot \text{m} (\text{joules} \cdot \text{meter}) \quad (2)$$

En divisant cette constante par la vitesse de la lumière ( $c$ ), nous avons alors la surprise d'obtenir le quantum d'action de Planck à partir du même ensemble de constantes électromagnétiques, ce qui révèle que  $H=hc$  associe la constante de Planck directement à l'électromagnétisme:

$$h = \frac{H}{c} = 6.62606876E - 34 \text{ j} \cdot \text{s} (\text{joules} \cdot \text{second}) \quad (3)$$

Incidentement, nous observons qu'une combinaison des équations (2) et (3) permet de définir le quantum d'action fondé sur le temps de Planck à partir du même ensemble de constantes électromagnétiques:

$$h = \frac{e^2}{2\epsilon_0\alpha c} = 6.626068757E - 34 \text{ J} \cdot \text{s} \quad (4)$$

Une analyse approfondie démontre que le quantum d'action de Planck fondé sur le temps a été établi en premier seulement dû au fait qu'il est égal à l'énergie correspondant à une orbite qu'un électron pourrait parcourir autour du noyau de l'atome d'hydrogène s'il était libre de parcourir cette orbite située à une distance du noyau à laquelle la fonction d'onde atteint sa plus forte intensité pour l'orbitale de repos de cet atome.

C'est Louis de Broglie qui découvrit cette relation lorsqu'il observa que la constante de Planck était exactement égale au produit du momentum de l'électron sur l'orbite de Bohr par la longueur de cette orbite, dont le rayon est exactement égal à la distance moyenne à laquelle la densité probabiliste de la fonction psi atteint son maximum pour l'état de repos de l'atome d'hydrogène. Puisque l'état de résonance de l'orbitale de repos de l'atome d'hydrogène est la clé de la détermination de tous les autres états de résonance électroniques, cela explique pourquoi la Mécanique Quantique fondée justement sur le quantum d'action de Planck procure des données si précises pour les orbitales électroniques:

$$h = m_0v\lambda_B = 6.62606876E-34 \text{ j} \cdot \text{s} \quad (5)$$

Étrangement, on ne retrouve nulle part dans la littérature formelle cette définition si précise de la constante de Planck à partir du momentum de l'électron sur l'orbite de Bohr découverte par de Broglie, ni aucune trace d'aucune définition la reliant aux constantes électromagnétiques, ni chez NIST, ni dans le CRC Handbook of Chemistry & Physics [3].

Même la définition évidente de h de l'équation (4) obtenue à partir de l'ensemble des constantes électromagnétiques de l'équation (1) ne peut être trouvée nulle part, ce qui implique que h serait toujours considéré comme une constante mesurée, et non comme une constante dérivée.

Puisque l'orbite de Bohr est  $\lambda_B=3.32491846E-10$  mètres de longueur, la quantité totale d'énergie translationnelle induite à l'orbite de Bohr peut être obtenue en multipliant le quantum d'action de Planck par le nombre de fois que cette distance doit être parcourue en une seconde à la vitesse classique associée à l'orbite de Bohr ( $v = 2187691.253 \text{ m/s}$ ) pour que la quantité totale de l'énergie à l'orbite de Bohr soit accumulée ( $h$  multiplié par  $v/\lambda_B$ ), ce qui est la raison pour laquelle la constante de Planck est associée au temps.

$$E_B = \frac{vh}{\lambda_B} = 4.359743808E - 18 \text{ j} \quad (27.21138346 \text{ eV}) \quad (6)$$

La raison pour laquelle la constante de Planck peut être si précisément définie à partir de la vitesse non-relativiste calculée pour le rayon de Bohr est précisément parce que ce rayon de Bohr est obtenu par l'équation de Coulomb, qui permet de calculer la quantité correcte d'énergie adiabatique induite à la moyenne de l'orbitale repos réelle de l'atome d'hydrogène, et ainsi d'y associer la quantité correcte d'énergie électromagnétique correspondant à un cycle orbital.

Il en résulte que de diviser une quantité d'énergie électromagnétique par la constante de Planck procure la fréquence électromagnétique exacte de cette quantité d'énergie:

$$f = \frac{E_B}{h} = 6.579683921E15 \text{ Hz} \quad (7)$$

et donc de diviser la vitesse de la lumière (c) par cette fréquence électromagnétique procure la longueur d'onde électromagnétique de cette quantité d'énergie:

$$\lambda = \frac{c}{f} = 4.55633525E-8 \text{ m} \quad (8)$$

ce qui est la procédure établie pour calculer les longueurs d'onde et fréquences de tout quanta d'énergie.

Mais notons qu'à partir de l'équation (2), en divisant *la constante d'intensité magnétique* par la quantité d'énergie induite à l'orbite de Bohr, procure aussi la même longueur d'onde absolue:

$$\lambda = \frac{H}{E_B} = 4.556335252E-8 \text{ m} \quad (9)$$

Par conséquent, l'énergie de l'état de repos de Bohr peut aussi être obtenue par le biais du quantum d'action fondé sur la distance et de la longueur d'onde absolue de l'énergie porteuse induite à l'orbite de Bohr:

$$E_B = \frac{H}{\lambda} = 4.359743808E-18 \text{ j} \quad (10)$$

ce qui déconnecte le calcul de l'énergie fondamentale de toute nécessité d'utiliser les paramètres de l'état de repos de l'orbite de Bohr, et le connecte plutôt aux paramètres électromagnétiques, et montre aussi que les calculs d'énergie peuvent être déconnectés du passage du temps.

## Séparation de l'énergie porteuse d'une particule de l'énergie de sa masse au repos

Une conséquence intéressante de la nouvelle définition de l'énergie procurée par l'équation (1) est qu'elle permet à la référence [20] de définir des champs électrique et magnétiques locaux pour représenter l'énergie des photons individuels localisés impliquant la longueur d'onde du quantum électromagnétique comme seule variable, tous les autres paramètres étant l'ensemble bien connu de constantes électromagnétiques:

$$\mathbf{E} = \frac{\pi e}{\epsilon_0 \alpha^3 \lambda^2} \quad \mathbf{B} = \frac{\mu_0 \pi e c}{\alpha^3 \lambda^2} \quad (11)$$

Il est intéressant aussi de noter que les mêmes équations permettent de représenter directement les champs électrique et magnétique de l'énergie de la masse au repos de l'électron en utilisant la longueur d'onde de Compton pour l'électron:

$$\mathbf{E} = \frac{\pi e}{\epsilon_0 \alpha^3 \lambda_C^2} \quad \mathbf{B} = \frac{\mu_0 \pi e c}{\alpha^3 \lambda_C^2} \quad (12)$$

Ayant établi aux références [7, 20] que l'énergie porteuse d'une particule telle l'électron possède la même structure électromagnétique que celle d'un photon libre, cela ouvre la possibilité d'unifier les équations (11) et les équations (12) pour construire des équations de champs relati-

vistes pour l'électron en mouvement qui ne contiendrait comme seules variables que la longueur d'onde de l'énergie de la masse au repos de l'électron et celle de son énergie porteuse. Une simple addition et simplification des paramètres des champs magnétiques de l'énergie porteuse et de l'énergie de la masse au repos de l'électron procure directement l'équation unifiée correcte [20]:

$$\mathbf{B} = \frac{\pi\mu_0 e c (\lambda^2 + \lambda_c^2)}{\alpha^3 \lambda^2 \lambda_c^2} \quad (13)$$

Mais la combinaison de leurs champs électriques s'avère beaucoup plus complexe, car tel que mentionné précédemment, dans la structure tri-spatiale de l'espace, la charge de l'électron est associé à un momentum dans la direction négative parallèlement à l'axe Y-x, alors que l'aspect électrique de son énergie porteuse ne peut être qu'un momentum présumément dû à une oscillation sur le plan Y-y/Y-z de la moitié électromagnétique du quantum d'énergie porteuse.

En attendant l'éventuel développement d'une procédure d'intégration spécifique qui résoudrait mathématiquement cette relation dans l'espace-Y, le problème peut être indirectement résolu en redéfinissant le paramètre de vitesse  $v$  dans l'équation  $\mathbf{E} = v\mathbf{B}$  issue de l'équation de force de Lorentz, seulement à l'aide des longueurs d'onde de l'énergie porteuse et de l'énergie de la masse au repos de la particule [20, 22]:

$$v = c \frac{\sqrt{4\lambda\lambda_c + \lambda_c^2}}{2\lambda + \lambda_c} \quad (14)$$

Ainsi donc, en multipliant l'équation (14), qui définit la valeur de  $v$ , par l'équation relativiste (13), qui définit la valeur de  $\mathbf{B}$ , l'équation de champs électriques relativiste suivante, complémentaire de l'équation de champs magnétiques relativiste (13) peut être obtenue pour l'électron en mouvement [20]:

$$\mathbf{E} = \frac{\pi e (\lambda^2 + \lambda_c^2) \sqrt{\lambda_c (4\lambda + \lambda_c)}}{\epsilon_0 \alpha^3 \lambda^2 \lambda_c^2 (2\lambda + \lambda_c)} \quad (15)$$

À partir des équations (13) et (15), toutes les vitesses relativistes des électrons peuvent maintenant être calculées seulement à l'aide de la longueur d'onde de leur énergie porteuse et de la longueur d'onde de Compton pour l'électron, avec l'équation habituelle  $v = \mathbf{E}/\mathbf{B}$ .

## L'équation LC tri-spatiale pour photons localisés en permanence dans la géométrie des 3-espaces

La prochaine équation est une équation LC tri-spatiale développée à la référence [7] montrant la moitié de l'énergie du quantum qui soutient son momentum comme étant localisé dans l'espace-X, propulsant son autre moitié, qui oscille de manière "translationnellement inerte" entre l'espace-Y et l'espace-Z. Puisque la seule énergie qui peut soutenir un momentum longitudinal dans l'espace est localisé dans l'espace-X, cette seconde moitié de l'énergie du photon est donc translationnellement inerte à l'intérieur des espaces Y et Z le long de leurs axes x:

$$\mathbf{E} \vec{\mathbf{I}} \vec{\mathbf{i}} = \left( \frac{hc}{2\lambda} \right)_x \vec{\mathbf{I}} \vec{\mathbf{i}} + \left[ \begin{array}{l} 2 \left( \frac{e^2}{4C} \right)_Y (\vec{\mathbf{J}} \vec{\mathbf{j}}, \vec{\mathbf{J}} \vec{\mathbf{j}}) \cos^2(\omega t) \\ + \left( \frac{L \mathbf{i}^2}{2} \right)_Z \vec{\mathbf{K}} \sin^2(\omega t) \end{array} \right] \quad (16)$$

où

$$C = 2\varepsilon_0\alpha\lambda \quad L = \frac{\mu_0\alpha\lambda}{8\pi^2} \quad i = \frac{2\pi ec}{\alpha\lambda} \quad \omega = \frac{2\pi c}{\alpha\lambda} \quad (17)$$

Ce partage moitié-moitié de l'énergie du photon entre une quantité supportant son momentum, qui propulse une quantité égale d'énergie électromagnétique en oscillation transversale à l'intérieur de deux espaces 3D orthogonaux orientés perpendiculairement est ce qui explique dans cette géométrie spatiale pourquoi la vitesse de la lumière ne peut être que constante dans le vide [7].

Question simplicité, cette structure oscillante permet d'observer que les deux demi-photons de l'hypothèse de Louis de Broglie (deux charges électriques) est montrée en oscillation le long de l'axe Y-y du plan Y-y/Y-z. Étant donné que dans le cas du photon, aucun mouvement n'est possible le long de l'axe perpendiculaire Y-x dans cette géométrie spatiale, cela procure une explication possible à la valeur nulle observée pour les charges présumées exister dans l'hypothèse du photon électromagnétique à double-particule de de Broglie, puisque dans cette géométrie spatiale, le signe moins de la charge de l'électron est associé à une énergie soutenant un momentum orienté dans la direction négative parallèlement à l'axe Y-x, alors que le signe positif de la charge du positon est associé à une énergie soutenant un momentum orienté dans la direction positive parallèlement à cet axe. Cela sera rendu plus évident avec les équations (20) et (21) qui définissent les équations LC tri-spatiales des électrons et positons.

Le remplacement des représentations par inductance et capacitance, par leurs représentations par champs électrique et magnétique équivalents montrées aux équations (11), permet de les observer en oscillation d'un état à l'autre à l'intérieur du complexe espace-Y/espace-Z dans la géométrie tri-spatiale en relation avec l'énergie soutenant le momentum de la particule dans l'espace-X normal:

$$\vec{E} \vec{I} \vec{i} = \left( \frac{hc}{2\lambda} \right)_x \vec{I} \vec{i} + \left[ \begin{array}{l} 2 \left( \frac{\varepsilon_0 \mathbf{E}^2}{4} \right)_Y (\vec{J} \vec{j}, \vec{J} \vec{j}) \cos^2(\omega t) \\ + \left( \frac{\mathbf{B}^2}{2\mu_0} \right)_Z \vec{K} \sin^2(\omega t) \end{array} \right] V \quad (18)$$

où V est le volume isotrope stationnaire théorique que le quantum d'énergie cinétique incompressible en oscillation occuperait s'il était immobilisé dans une sphère de densité isotrope, tel que défini à la référence [20]:

$$V = \frac{\alpha^5 \lambda^3}{2\pi^2} \quad (19)$$

## Les équations LC tri-spatiales décrivant les masses au repos de l'électron et du positon

Les équations LC tri-spatiales dérivées à la référence [11] décrivent la circulation interne de l'énergie constituant la masse au repos invariante de l'électron et du positon après découplage d'un photon-mère de 1.022 MeV.

L'équation tri-spatiale LC de l'électron est donc:

$$\vec{E} \vec{0} = m_e c^2 \vec{0} = \left[ \frac{hc}{2\lambda_c} \right]_Y \vec{J} \vec{i} + \left( \begin{array}{l} 2 \left[ \frac{(e')^2}{4C_c} \right]_X (\vec{I} \vec{j}, \vec{I} \vec{j}) \cos^2(\omega t) \\ + \left[ \frac{L_c i_c^2}{2} \right]_Z \vec{K} \sin^2(\omega t) \end{array} \right) \quad (20)$$

et pour la masse invariante du positon:

$$\vec{E} \vec{0} = m_e c^2 \vec{0} = \left[ \frac{hc}{2\lambda_c} \right]_Y \vec{J} \vec{i} + \left( \begin{array}{l} 2 \left[ \frac{(e')^2}{4C_c} \right]_X (\vec{I} \vec{j}, \vec{I} \vec{j}) \cos^2(\omega t) \\ + \left[ \frac{L_c i_c^2}{2} \right]_Z \vec{K} \sin^2(\omega t) \end{array} \right) \quad (21)$$

où  $\lambda_c$  est la longueur d'onde de Compton pour l'électron.

Ces représentations permettent d'observer que la moitié de l'énergie de la masse au repos de l'Électron qui soutiens son momentum électrique dans l'espace-Y est orientée dans la direction négative parallèlement à l'axe Y-x pour l'électron et dans la direction positive pour le positon. Nous pouvons aussi observer qu'il ne reste aucune énergie pour induire un momentum le long de l'axe X-x de l'espace normal puisque l'énergie qui est maintenant en oscillation entre les espaces Z et X ne peuvent osciller que sur le plan X-y/X-z dû aux contraintes du processus de découplage [11], plan qui est orienté perpendiculairement à l'axe X-x, qui est la seule direction qui permet au momentum de s'exprimer sous forme d'une vitesse en traitement par onde plane dans la géométrie tri-spatiale. This oscillation is represented here as being aligned along the X-y axis.

## Les équations LC tri-spatiale décrivant un électron en mouvement dans la géométrie tri-spatiale

Les équations (13) et (15) ont précédemment établi la structure interne des champs électriques et magnétiques relativistes d'un électron en mouvement, dont la vélocité peut alors être calculée avec l'équation  $v=E/B$ .

Dans le Tableau 1, les équations (16) et (20) sont utilisées pour produire une représentation LC tri-spatiale du même électron se déplaçant à vitesse relativiste, en utilisant les représentations par champs des équations (11) pour l'énergie porteuse, et les représentations par champs des équations (12) pour l'énergie de la masse au repos de l'électron. Il peut être observé que la seule quantité d'énergie qui peut soutenir un momentum doit obligatoirement se trouver dans l'espace-X normal orientée le long de l'axe X-x.

En attendant le développement éventuel d'un moyen d'intégration plus poussé pour unifier plus avant ces équations, ce tableau semble être la meilleure représentation unificatrice des diverses caractéristiques de l'électron en mouvement dans le complexe de la géométrie tri-spatiale.

Tableau 1: Équations de champs combinées de l'électron en mouvement et de son photon-porteur.

	Énergie cinétique dans l'espace-X (espace normal)	Énergie localisée dans les espaces Y et Z constituant la masse inerte de la particule
Énergie de la masse au repos ( $m_0c^2$ )		$\left\{ \left( \frac{\epsilon_0 \mathbf{E}_e^2}{2} \right)_Y \overset{\rightarrow}{\mathbf{J}} \overset{\leftarrow}{\mathbf{i}} + \left( \frac{\mathbf{B}_e^2}{2\mu_0} \right)_Z \overset{\leftrightarrow}{\mathbf{K}} \right\} V_{m_e}$
Énergie porteuse K	$(hc/2\lambda_X) \overset{\rightarrow}{\mathbf{I}} \overset{\rightarrow}{\mathbf{i}}$	$\left\{ 2 \left( \frac{\epsilon_0 \mathbf{E}_K^2}{4} \right)_Y \left( \overset{\rightarrow}{\mathbf{J}} \overset{\rightarrow}{\mathbf{i}}, \overset{\rightarrow}{\mathbf{J}} \overset{\leftarrow}{\mathbf{i}} \right) + \left( \frac{\mathbf{B}_K^2}{2\mu_0} \right)_Z \overset{\leftrightarrow}{\mathbf{K}} \right\} V_K$
Énergie de la masse relativiste totale ( $mc^2$ )		$\left[ \left\{ \left( \frac{\epsilon_0 \mathbf{E}_e^2}{2} \right)_Y \overset{\rightarrow}{\mathbf{J}} \overset{\leftarrow}{\mathbf{i}} + \left( \frac{\mathbf{B}_e^2}{2\mu_0} \right)_Z \overset{\leftrightarrow}{\mathbf{K}} \right\} V_{m_e} + V_K \left( \frac{\mathbf{B}_K^2}{2\mu_0} \right)_Z \overset{\leftrightarrow}{\mathbf{K}} \right]$

### Le dernier défi

Maintenant que les photons électromagnétiques et les électrons et positons massifs en mouvement ont été représentés dans la géométrie tri-spatiale de l'espace, le temps est venu de s'attacher au problème des deux membres restants de l'ensemble stable, soit les quarks up et down, qui sont les seuls composants élémentaires chargés et massifs collisionables dans les noyaux atomiques, et qui jusqu'à maintenant n'ont pas encore été associés à la série des processus de transformation qui unissent les autres membres de cet ensemble.

Puisque les quarks up et down "vivent" dans les noyaux des atomes, les quantum d'action constants  $h$  et  $H$  qui sont tout à fait appropriés pour calculer l'énergie soutenant le momentum translationnel familier des particules élémentaires, ne sont pas appropriés pour traiter l'induction d'énergie, puisque cette énergie est induite en fonction de l'inverse du carré de la distance séparant toute paire de particules électriquement chargées, ce qui implique la nécessité d'utiliser une distance "radiale", ou "axiale", par rapport à la longueur d'onde (voir les équations (2) et (4)).

Tel qu'observé avec l'équation (6), le calcul de l'énergie de l'état de repos de l'atome de Bohr ne fait aucune référence directe à la distance entre l'électron et le noyau, et ce calcul de la quantité correcte d'énergie se fait strictement à partir de considérations qui sont fondamentalement "perpendiculaires" à la direction d'induction de l'énergie.



Ce qui est requis est une constante agissant axialement, c'est-à-dire, perpendiculairement au plan sur lequel le mouvement translationnel d'un électron est exprimé à partir d'un momentum, ce qui est représentable à l'aide du Hamiltonien.

Une telle *constante d'induction d'énergie* peut être définie à partir de l'équation de Coulomb, puisque cette équation permet effectivement de calculer l'énergie induite à l'orbite de Bohr en fonction de la distance réelle séparant cette orbite du proton central. Nous pouvons donc écrire qu'à la distance  $r_B$ , l'énergie induite sera:

$$E_B = F_B r_B = \frac{e^2}{4\pi \epsilon_0 r_B} = 4.359743805E - 18 \text{ Joules} \quad (22)$$

ce qui correspond exactement à l'énergie calculée avec l'équation (6) à partir de considérations orbitales et avec l'équation (10) à partir de considérations électromagnétiques.

Cette quantité d'énergie cinétique est induite adiabatiquement "en permanence" à l'orbitale moyenne de repos de l'atome d'hydrogène [4], et ne dépend pas du temps écoulé, tel que précédemment mis en lumière. La seule possibilité pour que cette quantité d'énergie adiabatique varie est que la distance entre l'électron et le proton varie.

La *constante électrostatique d'induction d'énergie*, que nous nommerons K et qui pourrait être vue comme le "*quantum d'induction*", a été établie de deux manières différentes. La première méthode découle de l'analyse de la manière dont un photon d'énergie 1.022 MeV ou plus peut se découpler en une paire électron-positon dans la géométrie des 3-espaces, tel qu'établi à la référence [11], et la deuxième méthode consiste à simplement multiplier l'équation (22) par  $r_B$  au carré:

$$K = E_B \cdot r_B^2 = \frac{e^2 \cdot r_B}{4\pi \epsilon_0} = 1.220852596E - 38 \text{ j} \cdot \text{m}^2 \quad (23)$$

Avec cette constante, il devient possible d'entrer dans le noyau d'hydrogène "verticalement", ou "axialement", pour ainsi dire, en variant la distance r entre deux particules chargées à l'aide de l'équation  $E=K/r^2$ , et ainsi établir les quantités exactes d'énergie adiabatiques induite dans chacun des composants internes du proton et du neutron (voir Tableau 2), permettant ainsi de finalement établir des équations LC tri-spatiales cohérentes pour les quarks up et down et leurs photons-porteurs, tel qu'analysé à la référence [23].

En effet, le traitement par induction axiale d'énergie cinétique semble être le seul moyen possible pour explorer les structures atomiques dans une telle géométrie de l'espace, ce qui induit une conscience aigüe des niveaux adiabatiques d'énergie induits en permanence dans toutes les particules élémentaires constituant les objets massifs, ce que n'est pas représentable à l'aide du hamiltonien lorsque leurs mouvement translationnel, donc leur momentum, est inhibé par les états d'équilibre électromagnétiques translationnellement immobilisant dans lesquels elles sont généralement captives. Le problème de l'induction adiabatique axiale d'énergie dans les atomes est analysé à la référence [4].

Cette analyse met en lumière le fait surprenant que quoique la communauté physique est été consciente depuis Coulomb que l'énergie cinétique est induite en fonction de l'inverse du carré de la distance entre les particules chargées, et depuis le début du 20<sup>ième</sup> siècle que les particules chargées s'organisent axialement dans les structures atomiques, la mécanique classique, la méca-

nique relativiste, l'électrodynamique quantique, la théorie électromagnétique et la mécanique quantique continuent à traiter l'énergie "horizontalement", pour ainsi dire, tel qu'en fait foi le Hamiltonien, fondamental en physique quantique, et issue d'une reformulation de la mécanique classique, qui peut représenter l'énergie cinétique translationnelle seulement si elle implique le momentum d'une particule "en mouvement", ce qui le rend incapable, par exemple, de représenter la quantité adiabatique de 27.2 eV d'énergie cinétique induite à l'orbitale de repos de l'atome d'hydrogène, dont la moitié est unidirectionnelle, donc translationnelle, si l'électron est translationnellement immobilisé par l'état d'équilibre électromagnétique local, ce qui semble être généralement le cas.

Une conscience claire de l'énergie adiabatement stabilisée dans les structures atomiques jette une lumière nouvelle sur la gravitation et sur la manière dont doivent être interprétées les données accumulées concernant les trajectoires hyperboliques des sondes spatiales, sur l'accélération systématique soi-disant "anormale" des sondes spatiales lors des passages à proximité de planètes pour assistance gravitationnelle, et sur les ralentissements systématiques de rotation soi-disant "anormaux" de toutes les sondes spatiales [9, 10, 25, 26, 27, 28].

### Les charges fractionnaires des quarks up et down

Dans l'espace-Y, la distance de découplage (voir  $r'$  dans le Tableau 2) d'une paire électron-positon de  $3.344237326E-13$  m de la jonction tri-spatiale détermine "l'intensité unitaire de leur charge" pendant que le momentum de la moitié électrique de leur énergie en directions opposées parallèlement à l'axe Y-x détermine "l'intensité du signe" de ces charges. Les charge diminuées des quarks up et down sont donc associées dans la géométrie tri-spatiale aux distances plus courtes très précises que les stress causés par leurs états d'équilibre les forcent à exprimer leur momentum en directions opposées parallèlement à cet axe dans la structure des nucléons [23]. Voir Tableau 2.

Dans la géométrie tri-spatiale, un momentum qui ne peut pas être exprimé comme une vitesse, est exprimé comme une "pression mesurable" dans la direction d'application de la force de Coulomb dans l'espace-X dans le cas des états d'équilibres électromagnétiques de moindre action [4], et cette pression se manifeste comme une "intensité mesurable" de la charge électrique de la particule dans l'espace-Y [7, 23].

Tableau 2: Calcul de l'énergie des masses effectives des quarks up et down.

<b>Tableau des énergies contenues dans les masses effectives des quarks up et down, estimées sur l'hypothèse que la charge unitaire serait liée à la distance de découplage des paires électron-positon dans l'espace électrostatique.</b>			
Particule	$r' = a_0 \alpha$	$E = K / r^2$	$\lambda = hc/E$
Electron	$r'_{e} = 3.861592641E-13$ m	0.5109989027 MeV	2.426310215E-12 m
Quark up	$r'_{eu} = 2.574395094E-13$ m	1.149747531 MeV	1.078360096E-12 m
Quark down	$r'_{ed} = 1.287197547E-13$ m	4.598990173 MeV	2.69590021E-13 m

Leur masses au repos associées (Tableau 3), sont similairement associées aux mêmes distances axiales plus courtes fonction de l'inverse du carré de la distance des jonctions tri-spatiales mentionnées préalablement [23]:

Tableau 3: Relation entre les masses des quarks up et down et leurs rayons de translation et rotation autour des axes Y-z et X-x dans la géométrie tri-spatiale.

	Quark up	Quark down
<b>Diamètre de rotation</b>	$r = r' \sin 60^\circ =$ $3.344237326E-13 \text{ m}$	
<b>Rayon de rotation</b>	$2r/3 =$ $2.229491551E-13 \text{ m}$	$r/3 =$ $1.114745775E-13 \text{ m}$
<b>longueurs orbitales</b> $D = 2\pi r$	$1.400830855E-12 \text{ m}$	$7.004154277E-13 \text{ m}$
<b>Masses des quarks en kg</b> $m = E \cdot 1.6E-19 / c^2$	$2.049610923E-30 \text{ kg}$	$8.198443779E-30 \text{ kg}$

### Les équations LC tri-spatiales des quarks up et down

Le résultat de cette exploration axiale de la structure interne des nucléons vient conforter la possibilité que les quarks up et down seraient simplement des positons et des électrons dont les caractéristiques de masse et de charge serait contraintes dans ces états altérés par le stress qui leur sont imposés dans ces états d'équilibre de moindre action les plus énergiques que les électrons et positons peuvent atteindre dans la Nature [4, 23].

L'équation LC tri-spatiale pour le quark up est:

$$m_U = \frac{E_U}{c^2} = \frac{1}{c^2} \left\{ \begin{array}{l} S_U \left[ \frac{hc}{2\lambda_U} \right]_Y \\ + (2 - S_U) \left[ \begin{array}{l} 2 \left( \frac{(e')^2}{4C_U} \right)_X \cos^2(\omega t) \\ + \left( \frac{L_U i_U^2}{2} \right)_Z \sin^2(\omega t) \end{array} \right] \end{array} \right\} \quad (24)$$

où  $\lambda_u$  est la longueur d'onde de l'énergie qui constitue la masse au repos invariante du quark up, et  $S_u$  est sa *constante de dérive magnétique* [23], qui est sans dimensions et possède la valeur 2/3.

et l'équation LC tri-spatiale du quark down est:

$$m_D = \frac{E_D}{c^2} = \frac{1}{c^2} \left\{ \begin{array}{l} S_D \left[ \frac{hc}{2\lambda_D} \right]_Y \\ + (2 - S_D) \left[ \begin{array}{l} 2 \left( \frac{(e')^2}{4C_D} \right)_X \cos^2(\omega t) \\ + \left( \frac{L_D i_D^2}{2} \right)_Z \sin^2(\omega t) \end{array} \right] \end{array} \right\} \quad (25)$$

où  $\lambda_d$  est la longueur d'onde de l'énergie qui constitue la masse au repos invariante du quark up, et  $S_d$  est sa *constante de dérive magnétique* [23], qui est sans dimensions et possède la valeur 1/3.

Dans les deux cas, l'équation LC tri-spatiale décrivant l'énergie porteuse de chaque quark up et down est identique à l'équation (16) pour le photon localisé en permanence.

Puisque les trois quarks d'un proton (uud) aussi bien que ceux d'un neutron (udd) sont en translation et rotation simultanément autour de deux axes orthogonaux différents dans la géométrie tri-spatiale [23], soit l'axe coplanaire Y-z et l'axe de l'espace normal X-x, il serait nécessaire de construire 6 tableaux similaires au Tableau 1 pour représenter chaque configuration possibles des trois quarks, dont le mouvement autour de l'axe coplanaire Y-z serait soutenu par leur photons-porteurs tels que perçus de l'espace-X, chacun possédant une énergie approximative de 310 MeV (Ref: [23], Table III), et trois autre tableaux pour représenter chaque photon-porteur étant considéré comme la particule propulsée tel que perçu de l'espace-Y, étant propulsé par son quark, qui agit alors comme son photon-porteur, soutenant son mouvement autour de l'axe X-x.

De toute évidence, cet ensemble d'équations LC tri-spatiales est seulement un premier pas dans l'exploration de cette géométrie de l'espace, considérant qu'elles semblent avoir déjà avoir atteint leur limite de représentabilité avec ces tableaux de représentation.

## Conclusion

Ces équations résument la description de toutes les particules électromagnétiques stables comportement quasi ponctuel qui ont été détectées au niveau sous-microscopique. Les équations LC tri-spatiales de l'électron, du muon et de la particule tau avant qu'ils ne libèrent un excès de masse momentanée sous forme de neutrinos sont dérivées à la référence [14].

Similairement, des équations LC tri-spatiales peuvent bien sûr être définie pour tous les sous-composants électromagnétiques collisionables au comportement quasi ponctuel de tous les photons détectés, mais leur description excède le cadre du présent article, et ne sont pas requises pour décrire la matière normale, puisqu'ils n'existent que fugacement et dont la masse est pratiquement nulle dans l'univers puisque leur faible durée de vie empêche toute accumulation de ces particules.

Ces conclusion issues de l'analyse de la manière dont l'énergie électromagnétique est sensée se comporter dans cette géométrie plus étendue de l'espace sont du niveau exploratoire de premier contact à plusieurs égards, et pourraient demander à être orientées vers de meilleurs formulations,

et pourraient même être excessivement spéculatives en attendant des confirmations expérimentales, ce qui signifie qu'une analyse formelle approfondie reste à faire.

Mais une complète mathématisation de l'énergie adiabatique axialement induite dans les structures atomiques, dont l'existence devient si évidente dans le modèle des 3-espaces, pourrait concrétiser plusieurs bénéfiques physiques appliqués importants mentionnés à la référence [4], mais qui demeureront hors d'atteinte jusqu'à ce qu'une telle mathématisation ait été accomplie.

Ainsi donc, après avoir minutieusement exploré "le plan translationnel" fondé sur le momentum translationnel de la physique des particules, principalement au moyen du Hamiltonien, le dernier défi de la physique moderne pourrait bien être pour elle de finalement devenir tridimensionnelle en intégrant les processus si prometteurs d'induction adiabatique d'énergie qui sont orientés orthogonalement.

## Bibliographie

- [1] Kotler S, Akerman N, Navon N, Glickman Y, Ozeri R (2014) *Measurement of the magnetic interaction between two bound electrons of two separate ions*. Nature magazine. doi:10.1038/nature13403. Macmillan Publishers Ltd. Vol. 510, pp. 376-380.
- [2] Breidenbach M. et al. (1969). *Observed Behavior of Highly Inelastic Electron-Proton Scattering*. Phys. Rev. Lett., Vol. 23, No. 16, 935-939.
- [3] Lide D R, Editor-in-chief (2003). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 84<sup>th</sup> Edition 2003-2004, CRC Press, New York.
- [4] Michaud A (2016) *On Adiabatic Processes at the Elementary Particle Level*. J Phys Math 7: 177. doi:10.4172/2090-0902.1000177.
- [5] Ciufolini I & Wheeler JA (1995). *Gravitation and Inertia*, Princeton University Press.
- [6] Feynman R (1949) *Space-Time Approach to Quantum Electrodynamics*, Phys. Rev. 76, 769.
- [7] Michaud A (2016). *On De Broglie's Double-particle Photon Hypothesis*. J Phys Math 7: 153. doi:10.4172/2090-0902.1000153
- [8] Lowrie W (2007). *Fundamentals of Geophysics*, Second Edition, Cambridge University Press.
- [9] Michaud A (2013). *The Corona Effect*. International Journal of Engineering Research and Development. e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 7, Issue 11, pp. 01-09.
- [10] Michaud A (2013). *Inside Planets and Stars Masses*. International Journal of Engineering Research and Development. e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 8, Issue 1, pp. 10-33.
- [11] Michaud A (2013). *The Mechanics of Electron-Positron Pair Creation in the 3-Spaces Model*. International Journal of Engineering Research and Development, e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 6, Issue 10. pp. 36-49.
- [12] Michaud A (2004). *Expanded Maxwellian Geometry of Space*. 4<sup>th</sup> Edition, SRP Books.

- [13] Michaud A. (2016). *Electromagnetic Mechanics of Elementary Particles*. Scolar's Press. ISBN 978-3-659-84420-1.
- [14] Michaud A (2013). *The Mechanics of Neutrinos Creation in the 3-Spaces Model*. International Journal of Engineering Research and Development. e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 7, Issue 7, pp.01-08.
- [15] De Broglie L (1937). *La physique nouvelle et les quanta*, Flammarion, Second édition 1993, avec nouvelle Préface de 1973 par L. de Broglie, pages 277, 278.
- [16] Curie I & Joliot F (1933). *Comptes Rendus*, 196 : 1105, et F. Joliot-Curie, Textes choisis, éditions Sociales, page 86.
- [17] McDonald K, Burke D L, Field R C, Horton-Smith G, Spencer J E, Walz D, Berridge S C, et al. (1997) *Positron Production in Multiphoton Light-by-Light Scattering*, Phys. Rev. Lett. Vol. 79, 1626.
- [18] Einstein A, Schrödinger E, Pauli W, Rosenfeld L, Born M, Joliot-Curie I. & F, Heisenberg W, Yukawa H, et al. (1953). *Louis de Broglie, physicien et penseur*. (A Tribute to Louis de Broglie for his 60<sup>th</sup> birthday, each colleague providing one chapter, Einstein even collaborating to 2 distinct chapters, the complete text drafting a detailed overview of the state of knowledge in fundamental physics in 1952). Éditions Albin Michel, Paris.
- [19] Michaud A (2016). *The Birth of the Universe and the Time Dimension in the 3-Spaces Model*. American Journal of Modern Physics. Special Issue: Insufficiency of Big Bang Cosmology. Vol. 5, No. 4-1, 2016, pp. 44-52. doi: 10.11648/j.ajmp.s.2016050401.17.
- [20] Michaud A (2007). *Field Equations for Localized Individual Photons and Relativistic Field Equations for Localized Moving Massive Particles*, International IFNA-ANS Journal, No. 2 (28), Vol. 13, pp. 123-140, Kazan State University, Kazan, Russia.
- [21] Michaud A (2013). *The Expanded Maxwellian Space Geometry and the Photon Fundamental LC Equation*, International Journal of Engineering Research and Development, e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 6, Issue 8, PP. 31-45.
- [22] Michaud A (2013). *From Classical to Relativistic Mechanics via Maxwell*. International Journal of Engineering Research and Development, e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 6, Issue 4, pp. 01-10.
- [23] Michaud A (2013). *The Mechanics of Neutron and Proton Creation in the 3-Spaces Model*. International Journal of Engineering Research and Development. e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN : 2278-800X. Volume 7, Issue 9, pp.29-53. (<http://ijerd.com/paper/vol7-issue9/E0709029053.pdf>).
- [24] Michaud A (2000). *On an Expanded Maxwellian Geometry of Space*, Proceedings of Congress-2000, Volume 1, St Petersburg State University, Russia, page 291-310.
- [25] Anderson J D et al. (2005), *Study of the anomalous acceleration of Pioneer 10 and 11*, gr-qc/0104064.

- [26] Anderson, Laing, Lau, Liu, Nieto and Turyshev, *Indications from Pioneer 10/11, Galileo, and Ulysses Data, of an Apparent Anomalous, Weak, Long-Range Acceleration*, gr-qc/9808081, v2, 1 Oct 1998.
- [27] Nieto, Goldman, Anderson, Lau and Perez-Mercader, *Theoretical Motivation for Gravitation Experiments on Ultra low Energy Antiprotons and Antihydrogen*, hep-ph/9412234, 5 Dec 1994.
- [28] John D. Anderson, James K. Campbell, Michael Martin Nieto, *The energy transfer process in planetary flybys*, astro-ph/0608087v2, 2 Nov 2006.

**Autres articles du même auteur**

<http://www.gsjournal.net/Science-Journals/Essays/View/2268>