

Analyse des processus adiabatiques au niveau des particules élémentaires

André Michaud

Service de Recherche Pédagogique

→ [Click here for English version](#)

→ [Haga clic aquí para versión en español](#)

→ [Hier anklicken für die Deutsche Fassung](#)

Résumé: Analyse des processus adiabatiques au niveau des particules élémentaires et de la manière dont le principe de conservation de l'énergie, le principe de moindre action et l'entropie peuvent être mis en corrélation à ce niveau. Analyse de la séquence initiale irréversible d'accélération adiabatique des particules élémentaires nouvellement créées et de la relation entre cette séquence et ces principes. Exploration des conséquences si cette séquence initiale d'accélération n'est pas soumise au principe de conservation.

Mots clés: processus adiabatique, accélération, énergie cinétique, conservation de l'énergie, moindre action, entropie

Cet article à été publié initialement en avril 2017 dans le *Journal of Physical Mathematics*:

Michaud A (2016) *On Adiabatic Processes at the Elementary Particle Level*. J Phys Math 7: 177. doi:10.4172/2090-0902.1000177.

<https://projecteuclid.org/journals/journal-of-physical-mathematics/volume-7/issue-2/On-Adiabatic-Processes-at-the-Elementary-Particle-Level/10.4172/2090-0902.1000177.full>

Une version amplifiée du même article a été republié sur invitation en 2021 en tant que chapitre d'un livre en version finale sous le titre "*On adiabatic processes at the subatomic level*" dans le livre intitulé "*Newest Updates in Physical Science Research Vol. 4*" qui fait partie d'une collection qui présélectionne des articles jugés dignes d'attention dans l'offre globale, pour les rendre plus immédiatement disponibles à la communauté.

Michaud, A. . (2021). *On Adiabatic Processes at the Subatomic Level*. In: Dr. Jelena Purenovic, Editor. *Newest Updates in Physical Science Research Vol. 4*, 30–62.

<https://doi.org/10.9734/bpi/nupsr/v4/1978F>

<https://stm.bookpi.org/NUPSR-V4/article/view/1641>

La traduction en français de la version republiée est disponible [ici](#).

Voici la traduction en français de la version initiale:

Introduction

Les processus adiabatiques, le principe de conservation de l'énergie, le principe de moindre action et l'entropie ont été discutés en profondeur depuis des siècles et ont tous été établis à partir d'expériences effectuées au niveau macroscopique. Cependant, de degré de proximité avec lequel ils s'intègrent mutuellement ou se chevauchent n'a jamais été établi de manière totalement satisfaisante.

Il a aussi été conclu qu'ils s'appliquent aussi au niveau sous-microscopique. Par exemple, les processus adiabatiques sont essentiellement définis comme impliquant des changements trop rapides pour que l'énergie associée soit libérée lorsqu'appliqués aux interactions entre particules élémentaires. Mais, étant donné que la plus grande partie de nos connaissances à propos des particules élémentaires a été acquise au cours du dernier siècle, il semble donc utile d'analyser comment ces principes s'harmonisent avec ces connaissances nouvellement acquises.

Il est bien compris que les particules élémentaires sont impliquées dans des processus impliquant l'énergie électromagnétique au niveau sous-microscopique, qui tend à augmenter leur niveau d'énergie jusqu'à ce qu'elles atteignent des états d'équilibre électromagnétique dont elles ne peuvent s'échapper naturellement; des états généralement associés au concept d'entropie. Ces états peuvent être définis comme des états d'équilibre de moindre action car la seule manière pour que ces états soient retournés aux états instables initiaux, ou à des états stables moins énergiques, est qu'une énergie provenant de l'extérieur de ces systèmes en équilibre soit procurée aux particules impliquées.

Fondamentalement, tous les processus adiabatiques sont théoriquement réversibles. Mais en pratique, la plupart des processus adiabatiques naturels demandent de tels niveaux d'énergie pour être renversés que de notre perspective macroscopique humaine, ils sont considérés irréversibles.

Il faut noter aussi que tous les atomes qui existent actuellement dans l'univers sont impliqués dans de tels processus adiabatiques, et qu'ils sont tous fait ultimement de seulement l'ensemble très restreint des 3 particules élémentaires, massives, collisionables, chargées électriquement, et au comportement quasi-ponctuel qui sont par conséquent toutes assujetties à la force de Coulomb, puisqu'elle sont toutes chargées électriquement, comme nous le verrons plus loin.

Le principe de conservation de l'énergie

Par exemple, le fameux principe de conservation de l'énergie affirme que la quantité totale d'énergie dans un système isolé demeure constante, ce qui implique que l'énergie ne peut ni être créée ni être détruite, mais peut seulement se transformer d'une forme à une autre, ce qui exclut la possibilité même que de l'énergie puisse s'ajouter de l'intérieur d'un système isolé. En effet, aucune expérience effectuée à notre niveau macroscopique n'a jamais permis d'avoir le moindre doute à cet effet.

Par exemple, à notre niveau macroscopique, avant de pouvoir laisser tomber une masse de 1 kg qui est repos sur le sol, d'une hauteur de 1 mètre au niveau moyen de la mer sur la Terre, il n'existe aucun moyen autre que de "dépenser" une quantité de 9.78 joules d'énergie cinétique pour élever cette masse jusqu'à cette hauteur de 1 mètre au-dessus du sol, quantité d'énergie provenant de l'extérieur du système constitué par cette masse et la Terre. Pendant que la masse s'élève, le principe de conservation est estimé être satisfait parce que

cette énergie cinétique est considérée se "convertir" progressivement en "énergie potentielle", jusqu'à ce que toute l'énergie cinétique ait "disparue", étant complètement remplacée par 9.78 joules "d'énergie potentielle" lorsque la masse atteint finalement cette hauteur de 1 mètre au dessus du sol.

Lorsque la masse est lâchée et accélère en chute libre vers le sol, cette "énergie potentielle" est considérée se reconvertir progressivement en énergie cinétique, une quantité d'énergie qui sera relâchée dans l'environnement lorsque la masse est brusquement stoppée dans sa course en arrivant sur le sol. Tous les résultats expérimentaux confirment qu'une quantité d'énergie exactement égale à 9.78 joules sera restituée à l'environnement, compensant très exactement l'énergie initialement "dépensée" sous forme de "travail" pour élever cette masse jusqu'à 1 mètre au dessus du sol.

Examinons maintenant un cas similaire au niveau des particules élémentaires, soit le cas d'un électron de masse $9.10938188E-31$ kg stabilisé à la distance moyenne de l'orbitale de moindre action autour d'un proton dans un atome d'hydrogène. Il a été extensivement confirmé que lorsque l'on fournit à cet électron une quantité d'énergie de 13.6 eV, il s'échappera complètement du proton, une quantité d'énergie qu'il ré-accumulera lorsqu'il accélérera de nouveau vers ce noyau d'hydrogène ionisé (ou vers un autre proton). Cette quantité ré-accumulée d'exactly 13.6 eV sera alors éjectée sous forme d'un photon électromagnétique au moment même où l'électron sera re-capturé en état d'équilibre électromagnétique de moindre action sur l'orbitale de moindre action de cet atome d'hydrogène, ce qui est considéré conforme au principe de conservation de l'énergie, exactement comme dans le cas de la masse de 1 kg précédemment examiné.

Si un état d'équilibre moins énergétique et instable est atteint par cet électron si moins de 13.6 eV d'énergie lui est procuré, cet électron se méta-stabilisera dans un état de résonance momentané sur une orbitale autorisée plus loin du noyau, mais ré-accumulera à brève échéance cette quantité exacte de moindre énergie qui sera éjectée dans l'environnement sous forme d'un photon électromagnétique de cette énergie moindre alors que l'électron ré-accélère et se restabilise dans son état d'équilibre électromagnétique stable plus énergétique, soit sur son orbitale d'entropie maximale et de moindre action dans cet atome, ce qui est aussi considéré conforme au principe de conservation de l'énergie.

Dans le cas de l'électron dans un atome d'hydrogène cependant, en plus de cette quantité de 13.6 eV d'énergie cinétique qui peut de manière réversible lui être communiquée et récupérée, nous savons aussi qu'aussi longtemps que l'électron demeurera stabilisé sur l'orbitale de moindre action moyenne de l'atome d'hydrogène, une quantité non-libérable de 27.2 eV d'énergie cinétique y est aussi induite adiabatiquement et de manière permanente par la force de Coulomb, une quantité qui se réduit aussi à zéro sans être éjectée dans l'environnement lorsque l'électron s'échappe de l'atome d'hydrogène, et qui se ré-accumule aussi lorsque l'électron est re-capturé.

Les processus adiabatiques

Nous allons maintenant mettre en perspective les divers types de processus adiabatiques. De prime abord, ils se répartissent en trois catégories distinctes. La plus familière implique l'augmentation de l'énergie dans un système fermé par compression mécanique d'un matériau gazeux quelconque. Le second type englobe l'augmentation d'énergie par compression naturelle de matériaux solides, et le troisième type concerne l'augmentation naturelle d'énergie adiabatique par application directe de la force de Coulomb.

Nous étudierons le troisième type pour commencer, car il est le moins familier.

Il peut facilement être argumenté que la quantité d'énergie non-libérable de 27.2 eV qui est induite en permanence par la force de Coulomb à l'orbitale de moindre action moyenne de l'atome d'hydrogène sera aussi consommée sous forme de "travail" pendant que l'électron s'échappe du proton, demeurant ainsi conforme au principe de conservation de l'énergie. Mais notons ici que cette quantité d'énergie n'est pas induite par compression, ni fournie de l'extérieur du système constitué de l'électron et du proton, mais est due seulement à l'action naturelle de la force de Coulomb entre les particules chargées impliquées, à la distance à laquelle les deux particules se capturent mutuellement de manière naturelle dans une sorte d'état d'équilibre électromagnétique, que nous allons analyser plus loin.

Tel qu'il est présentement défini, le principe de conservation de l'énergie couvre le cas d'augmentation adiabatique d'énergie induite par compression mécanique, car dans ces cas, un travail mécanique est effectué pour comprimer le matériau gazeux utilisé dans un système fermé, dont l'énergie momentanément augmentée sera évacuée dans l'environnement à compression maximale, tel qu'appliqué dans divers types de systèmes de réfrigération ou pour enflammer le carburant dans un moteur diesel, par exemple.

Quoique théoriquement possible, une compression mécanique de matériaux solides pour augmenter adiabatiquement leurs niveaux d'énergie demande une telle quantité de travail mécanique pour être réalisée qu'aucun usage utile ne semble pouvoir être obtenu de tels systèmes.

Il est cependant bien compris que des augmentations adiabatiques d'énergie induites par compression naturelle, non-libérables cette fois, se produisent aussi naturellement pour des matériaux liquides et/ou solides, tel qu'illustré par l'augmentation adiabatique de chaleur avec la profondeur dans la masse de la Terre, qui est estimée atteindre une température stable d'environ 5100 degrés Kelvin au centre de la terre ([1], p. 223). Dans ce cas, la relation avec le principe de conservation de l'énergie devient plus ténue, car aucune quantité identifiable de "travail" ne semble être impliquée dans le processus. Notons à cet égard que tous les processus de compression adiabatique naturels de ce type sont estimés être irréversibles et associés à l'entropie.

Nous demeurons confrontés maintenant avec le cas non résolu de cette quantité d'énergie non-libérable de 27.2 eV qui n'est pas induite par compression, mais par application naturelle de la force de Coulomb. Étonnamment, il semble qu'au niveau sous-microscopique, les quantités non-libérables d'énergie cinétique induites par la force de Coulomb n'ont jamais été clairement associées aux processus adiabatiques, ni au principe de conservation de l'énergie.

La question est: Comment cette déconnexion apparente peut-elle être réconciliée?

Une autre question vient à l'esprit à ce point: Est-ce que ce processus naturel d'induction adiabatique associé à la force de Coulomb est aussi en jeu dans le cas de la masse de 1 kg précédemment examiné? Des calculs qui seront élaborés plus loin confirmeront que la réponse est oui, et la raison en sera clairement identifiée. Nous verrons aussi que l'augmentation d'énergie cinétique non-libérable causée par cet effet adiabatique est tellement infime par respect à toute masse macroscopique utilisée dans des expériences au niveau de la mer, qu'elle est hors de portée de détection de tous les instruments de mesure existants. Il n'est donc pas surprenant qu'elle n'ait jamais été considérée pour incorporation dans la définition du principe de conservation de l'énergie fondé sur les expériences macroscopiques traditionnelles.

Telle qu'elle se présente, nous verrons que pour une masse de 1 kg accélérant en chute libre d'une distance de 1 mètre au niveau de la mer, cette augmentation adiabatique d'énergie "non induite par compression" est d'un ordre de grandeur 13 fois moindre que l'énergie contenue dans un gramme de masse.

Il semblerait donc qu'en ce qui concerne les limites d'intégration et chevauchement du principe de conservation de l'énergie, du principe de moindre action et de l'entropie par rapport aux processus adiabatiques, qui ont été établis strictement à partir d'expériences exécutées à notre niveau macroscopique, nous pourrions bien nous trouver dans une situation semblable à celle dans laquelle Newton se trouvait par rapport aux vitesses relativistes. Tout comme il lui était totalement impossible de même imaginer que la masse mesurable des corps pouvait augmenter à des vitesses supérieures à celles qui étaient observables à son époque, il était tout aussi impossible que les expérimentalistes aient pu découvrir à partir d'expériences exécutées au niveau de la mer que des augmentations adiabatiques naturelles d'énergie non-libérables se produisaient aussi pendant leurs expériences de niveau macroscopique.

Le principe de moindre action et l'entropie

Le principe de moindre action pour sa part, est traditionnellement associé au mouvement. Il fut historiquement associé à l'identification des trajectoires suivies par un corps ou particule demandant le moins d'énergie, ou suivant la trajectoire la plus courte, pour se déplacer d'un point à un autre dans l'espace. Il s'applique aussi par définition cependant aux états d'équilibre dans lesquels les corps ou particules sont susceptibles de se retrouver captifs, impliquant ou non un mouvement, des états dans lesquels ces corps ou particules se retrouvent stabilisés de manière permanente, à moins qu'une énergie leur soit procurée d'une source extérieure quelconque, qui les forceraient à quitter ces états d'équilibre de moindre action. C'est ici que le principe de moindre action peut être associé à l'entropie, et que le principe de conservation de l'énergie peut être associé aux états d'équilibre électromagnétiques observables au niveau sous-microscopique.

Mais avant de procéder à l'analyse de ces inconsistances apparentes qui deviennent si évidentes au niveau sous-microscopique, résumons ce qui est actuellement connu de ce niveau sous-microscopique de la réalité physique.

Continuité vs Discontinuité par rapport aux lois d'interaction fondamentales et les dimensions spatio-temporelles

Nous savons de manière certaine que deux différentes lois d'interaction régissent les interactions mutuelles entre les particules élémentaires électromagnétiques chargées. Il s'agit de la loi de Coulomb bien connue, qui régit les interactions électriques mutuelles entre toutes les particules chargées en fonction de l'inverse du carré de la distance qui sépare toute paire de telles particules, et la loi d'interaction magnétique beaucoup moins connue qui gère les interactions magnétiques entre les mêmes particules en fonction de l'inverse du cube de la distance qui les sépare [2, 3].

Nous savons aussi que la "dimension temps" est impliquée pour rendre compte de leur mouvement dans l'espace familier à 3 dimensions, parce que le mouvement d'un corps implique minimalement qu'il se déplace d'un point à un autre dans l'espace, ce qui implique que son arrivée à ce deuxième point ne peut pas précéder son départ du premier point, ce qui

à son tour implique par le fait même une durée du processus, ce qui rend impossible qu'une certaine période de "temps" ne se soit pas écoulé entre ces deux événements.

Deux hypothèses fondamentales ont été formulées concernant la manière dont ces deux lois d'interaction, ainsi que le temps et l'espace, devraient être définis.

La première hypothèse fut de les considérer comme étant continuellement progressifs au niveau infinitésimal, métaphoriquement parlant, comme le sillon continu d'un disque vinyle reproduit analogiquement et fidèlement l'ensemble complet des fréquences audibles d'une pièce de musique, alors que la seconde hypothèse fut de les considérer comme discontinus, métaphoriquement parlant, comme l'ensemble des fréquences audibles d'une pièce de musique est reproduit numériquement par une succession de "points", pour ainsi dire, suffisamment petits pour que la séquence complète semble continue telle que perçue de notre niveau macroscopique lorsque balayée à une vitesse suffisante.

L'hypothèse de progression continue est immédiatement intuitive et fut considérée être la seule possibilité jusqu'à ce que Richard Feynman introduise la notion de quantification par le biais de "photons virtuels" en 1949 [4], qui permettait d'utiliser la méthode de calcul Lagrangienne plus simple que la méthode Hamiltonienne pour rendre compte des interactions entre les particules élémentaires. Ces "photons virtuels" réunissent ensemble l'intensité momentanée de la force de Coulomb et la quantité d'énergie cinétique induit à cette intensité spécifique de la force applicable à chaque distance considérée entre deux particules chargées, sous forme de "quanta d'échange virtuels", qui sont sensés représenter l'interaction électrique entre les particules élémentaires sous forme d'une série de photons virtuels mathématiques.

Cette méthode permettait de traiter l'interaction électrique entre les particules chargées comme si elle était quantifiée, pouvant la représenter comme une série d'états instantanés, comme figées dans le temps, aussi petits que nécessaires, qui équivaldraient à la limite à une interaction continue.

Cette idée de discontinuité fut rapidement étendue à toutes les lois d'interaction et même au temps et à l'espace dans certains milieux de la physique, ce qui eut comme résultat que l'hypothèse que les forces électrique et magnétique et même le temps et l'espace pourraient être discontinus, c'est-à-dire quantifiés au niveau infinitésimal, fut adoptée par plusieurs comme supplantant complètement l'hypothèse d'interaction continuellement progressive.

En réalité, choisir l'option discontinuité ou continuité comme caractérisant les interactions au niveau infinitésimal, en excluant l'autre possibilité, est un choix philosophique qui détermine complètement comment l'individu analysera la nature du niveau fondamental de la réalité objective, au point que l'idée d'application de force et d'induction continuellement progressive d'énergie semblera anormale pour ceux qui auront choisi la discontinuité, et l'inverse pour ceux qui auront choisi la continuité.

Mais il semble n'y avoir aucune raison de rejeter l'une ou l'autre méthode puisque chaque hypothèse comporte des bénéfices et permet des possibilités que l'autre ne procure pas; facilité de calcul des états stables dans le cas de la discontinuité et facilité de représentation de mouvement dans le cas de la progression continue. Aussi surprenant que cela pourrait sembler pour certains, les deux approches sont des méthodes inventées par nous dans nos tentatives pour comprendre la nature de l'ensemble des particules élémentaires dont on connaît l'existence au niveau sous-microscopique, tout en n'aboutissant en contradiction avec aucun fait confirmé expérimentalement.

Il faut constamment faire attention cependant, à ne pas confondre les "photons d'échange virtuels" avec les photons électromagnétiques réels, car contrairement aux "photons virtuels", qui impliquent ce que Feynman nommait "un potentiel Coulombien instantané" [4], qui combine ensemble la force de Coulomb et la quantité d'énergie cinétique induite par cette force à cette intensité instantanée de la force, les photons électromagnétiques réels sont faits uniquement d'énergie cinétique se déplaçant à la vitesse de la lumière.

Donc, sans rejeter les bénéfices procurés en considérant les lois d'interaction fondamentales, l'espace et le temps, comme étant possiblement quantifiés, nous procéderons pour cette analyse avec l'approche continuellement progressive. La conversion des processus décrits pourra facilement être faite vers la méthode discontinue de l'électrodynamique quantique (QED) par ceux qui préfèrent cette option.

Définition du niveau fondamental de la réalité physique

Mettons maintenant en perspective ce qui est actuellement connu à propos du niveau sous-microscopique en ce qui concerne l'énergie et la matière.

Nous savons de manière certaine que les particules chargées véritablement élémentaires telles que l'électron sont infinitésimalement petites, telles que perçues de notre perspective macroscopique. Si petites en fait, que nombreux sont ceux qui les considèrent même comme étant ponctuelles sans dimensions au sens mathématique du terme. Mais nous savons aussi qu'elles ne sont pas réellement sans dimensions de cette manière, car une section transversale (cross-section) plus grande que zéro doit toujours être mathématiquement prise en compte pour correctement calculer leur trajectoires de déflexion lors de collisions mutuelles, même si nous ne pouvons pas leur associer un volume précis.

La raison pour laquelle un volume précis n'a jamais pu être clairement déterminé pour les particules chargées au comportement quasi-ponctuel, et qui en sont venues par conséquent à être considérées "élémentaires", est que plus les collisions mutuelles sont énergiques entre 2 électrons, par exemples, plus proche elles viennent de leurs "points centraux" mutuels avant de rebondir, même lors de collisions frontales, sans avoir atteint de limite infranchissable à une distance quelconque de leurs centres.

Une raison possible pourrait être que le "matériau" dont les électrons sont faits, qui est connu pour être des quantités quantifiées d'énergie électromagnétique, qui s'avèrent être en fin de compte de la simple énergie cinétique tel que mis en perspective à la référence [2], pourrait posséder une forme d'élasticité, ou propriété que nous percevons comme de l'élasticité, qui pourrait rendre compte de ce comportement. Mais nous n'en savons pas encore assez à propos de l'énergie cinétique pour réellement pouvoir en identifier la cause.

La situation est différente cependant pour les protons et neutrons, qui appartiennent aussi au niveau sous-microscopique de la réalité physique, et pour lesquels des volumes précis ont été mesurés de manière concluante, ce qui laissait supposer qu'ils pourraient ne pas être élémentaires. Dans leur cas, les angles de déflexion révélaient que les particules incidentes ne pouvaient pas approcher plus près du centre de ces nucléons qu'une distance clairement mesurable de l'ordre de $10E-15$ m, une limite qui demeurerait infranchissable sous un niveau très précis d'énergie des particules incidentes.

Suite à la mise en service de l'Accélérateur linéaire de Stanford (SLAC) en 1966, qui était le premier accélérateur capable d'accélérer des électrons à des niveaux d'énergie suffisants pour leur permettre de franchir la limite de ce volume jusqu'alors impénétrable des protons et neutrons, il fut découvert de l'analyse de l'éventail des déviations des trajectoires

des électrons incidents, que deux différents types de particules chargées au comportement quasi-ponctuel existaient à l'intérieur des protons et neutrons.

Une analyse minutieuse des trajectoires des électrons déviés ou rebondissant à rebours, quelques uns témoignant d'un rebond à rebours en ligne directe hautement inélastique, conduisit à la découverte que les deux types de particules étaient chargés en opposition et étaient seulement marginalement plus massifs que l'électron. La particule chargée positivement fut nommée "quark up", possédant $2/3$ de la charge du positon, et la particule chargée négativement fut nommée "down quark", possédant $1/3$ de la charge de l'électron. Aucune autre particule collisionnable ne fut jamais découverte à l'intérieur des nucléons.

C'est ainsi que fut découvert que la structure interne collisionnable des protons est constituée de 2 quarks up et un quark down (uud), dont la somme des charges fractionnaires équivaut à la charge positive unitaire du proton, alors que la structure interne collisionnable des neutrons est constituée de 1 quark up et 2 quarks down (udd), dont la somme des charges fractionnaires équivaut à la charge nulle du neutron (Tableau 1). Une série d'articles furent publiés au site de l'accélérateur SLAC pour rendre compte de cette découverte, la référence [7] étant l'une d'elles.

Tableau 1: Masses et charges des composants internes des atomes.

Particule	Masse estimée	Masse en kg	Charge	Ref.
Electron	0.511 MeV/c ²	9.10938188E-31	-1	[61]
Quark up	1.5 to 5 MeV/c ² (Estimation expérimentale)	2.04961092E-30 (approximatif)	+2/3	Tableau 14.2
Quark down	3 to 9 MeV/c ² (Estimation expérimentale)	8.19844378E-30 (approximatif)	-1/3	Tableau 14.2
Proton	938.272013 MeV/c ²	1.67262158E-27	+1	[61]
Neutron	939.565346 MeV/c ²	1.67492716E-27	0	[61]

Étant donné que tous les atomes qui existent sont faits uniquement d'électrons, de protons et neutrons, ces deux derniers contenant seulement des quarks up et down collisionnables, massifs et chargés, qui se comportent en toutes circonstances de manière quasi-ponctuelle tout comme les électrons, nous savons par conséquent que toutes les particules servant à la construction de la matière sont sujettes à la force de Coulomb, puisqu'elles ont toutes une charge électrique. Les quarks up et down sont les éléments constitutifs des protons et neutrons, qui sont les éléments constitutifs des noyaux atomiques, autour desquels un nombre d'électrons égal au nombre de protons du noyau s'installent en divers états d'équilibre électromagnétique de moindre action sur une série de couches précises, qui déterminent le volume physique des atomes.

En plus de l'électron, du quark up et du quark down, deux autres particules stables au comportement quasi-ponctuel appartiennent au même ensemble. Ce sont le positon et le photon électromagnétique. Le photon électromagnétique à double-particule tel que Louis de Broglie en fit l'hypothèse est décrit à la référence [2]. Le positon sera décrit un peu plus loin.

En résumé donc, dans la réalité physique que nos théories son ultimement sensées décrire, les particules élémentaires qui existent vraiment sont soit stabilisées dans des états d'équilibre électromagnétique dynamiques de moindre action dans les atomes qui sont maintenus par des processus adiabatiques comme nous le verrons bientôt, soit elles sont en processus d'être chassées de tels états, un processus lié au Principe de conservation de l'énergie, ou finalement sont en processus d'accélération vers de tels états, un processus qui implique autant le Principe de conservation que le processus d'induction d'énergie adiabatique.

Il n'existe rien d'autre au niveau sous-microscopique sauf l'énergie cinétique qui cause le mouvement des particules élémentaires et détermine leurs masses.

Les états d'équilibre électromagnétique de moindre action de toutes les particules qui existent déjà

L'attention n'est généralement pas attirée par le fait qu'avant d'exécuter toute expérience au niveau macroscopique pour confirmer le principe de conservation de l'énergie, le système considéré est toujours préalablement stabilisé dans l'état d'équilibre de moindre action du processus réversible considéré. En réalité, cette situation s'applique à toute transformation impliquant la matière ou l'énergie dans tous les systèmes qui sont à notre portée pour expérimenter au niveau macroscopique.

Nous pouvons observer que tous les corps à la surface de la Terre se trouvent habituellement captifs d'états d'équilibre de moindre action de divers processus réversibles par rapport au centre de la Terre. Tous les composants de notre atmosphère sont aussi globalement impliqués dans divers états d'équilibre de moindre action de divers processus réversibles par rapport au centre de la Terre. Nous observons aussi que notre planète et toutes les autres planètes du Système solaire sont captifs d'états d'équilibre de moindre action de processus réversibles par rapport au Soleil; réversibilité théorique dans ce dernier cas, dû aux quantités incroyablement importantes d'énergie qui seraient requises pour renverser ces processus, et ainsi de suite..., ce qui signifie que de l'énergie doit être procurée venant de l'extérieur de ces systèmes isolés pour que ces corps puissent s'évader de ces états d'équilibre de mouvement de moindre action, autrement, ils demeureront captifs de manière permanente de ces états par rapport à l'intensité locale du gradient gravitationnel.

À propos des états d'équilibre de moindre action dans les atomes, la raison n'a jamais été clairement établie pour laquelle les électrons chargés négativement se stabilisent en une série de couches d'équilibre de moindre action à des distances spécifiques des noyaux chargés positivement au lieu de s'écraser sur eux, contrairement à ce que l'on pourrait conclure à priori, étant donné que les électrons négatifs sont attirés en fonction de la loi de l'inverse du carré de la distance qui les sépare des noyaux chargés positivement par la force de Coulomb.

Pourquoi un électron négatif et un positon positif, possédant tous les deux la même masse mais ayant des signes de charge opposés, qui se capturent mutuellement en configuration métastable de positonium, réussissent-ils à s'approcher en spirale jusqu'à se rencontrer, causant ainsi leur conversion à l'état de photons électromagnétiques, alors qu'un électron négatif et un proton positif, ce dernier possédant la même charge unitaire que le positon tout en étant beaucoup plus massif, se stabilisent toujours dans une configuration stable à une distance moyenne très précise pour former un atome d'hydrogène, une distance moyenne connue pour être exactement égale à $5.291772083E-11$ m?

Nous verrons plus loin que les deux lois d'interaction électrique et magnétique déjà mentionnées sont nécessairement impliquées dans le processus. L'interaction selon la loi de l'inverse du carré associée à l'aspect électrique des particules chargée, connue sous le nom de "Force de Coulomb" est très familière, tel que déjà mentionné. Mais l'interaction selon la loi de l'inverse du cube associée à l'aspect magnétique des mêmes particules élémentaires au comportement quasi-ponctuel est beaucoup moins familière.

Deux indices majeurs que ces deux forces sont simultanément et de manière continue en action entre les électrons au comportement quasi-ponctuel sont le lien électronique covalent qui uni les atomes en molécules, impliquant la capture mutuelle de 2 électrons, soit un électron provenant à la couche électronique extérieure de chaque atome impliqué dans une telle association, et le fait que les couches électroniques ne peuvent se remplir que par des paires d'électrons interagissant en orientation de spin antiparallèle.

En effet, la seule manière pour que deux électrons s'attirent si paradoxalement lorsqu'ils sont très proches l'un de l'autre en dépit de leur répulsion électrostatique mutuelle (obéissant à la loi de l'inverse du carré), ne peut être que parce qu'une autre force, agissant en attraction, est simultanément en action entre eux, obéissant à une loi exponentielle d'ordre supérieur à la loi de l'inverse du carré, et qui par conséquent vaincrait la répulsion électrique fonction de la loi de l'inverse du carré lorsque les particules seraient suffisamment proches l'une de l'autre:

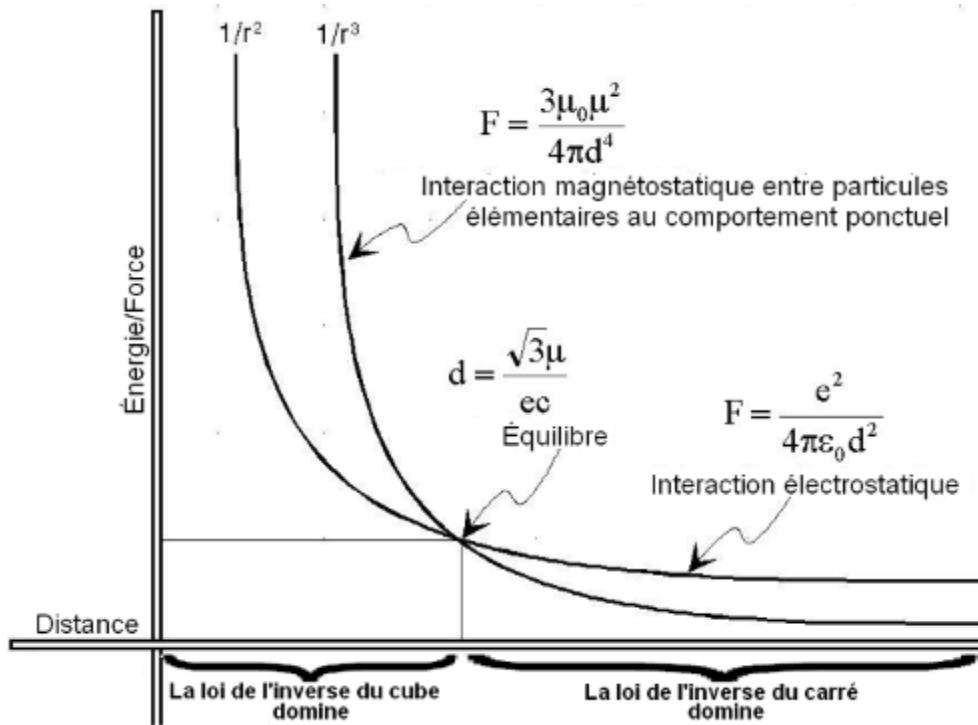


Figure 1: Intersection des forces d'interaction selon lois de l'inverse du carré et du cube.

Une confirmation directe de cette loi d'interaction fonction de l'inverse du cube à très récemment été expérimentalement obtenue par Shlomi Kotler et son équipe entre les aspects magnétiques de deux électrons, tel que rapporté dans un article accepté pour publication dans la revue Nature d'avril 2014, intitulé "*Measurement of the magnetic interaction between two bound electrons of two separate ions*" [8]. Cette loi d'interaction fonction de l'inverse du cube confirmée est précisément une telle loi d'interaction d'ordre supérieur. La Figure 1 illustre comment ces deux forces agissant simultanément se comportent l'une par rapport à l'autre.

Les électrons, et les quarks up et down qui constituent la structure interne des protons et des neutrons, et qui tous possèdent les deux aspects, soit électrique obéissant à la loi d'interaction fonction de l'inverse du carré car elles ont une charge électrique, et magnétique obéissant à la loi d'interaction fonction de l'inverse du cube, sont donc de nature électromagnétique. Il peut donc être affirmé avec force que les états d'équilibre des couches électroniques dans les atomes impliquent obligatoirement les deux types d'interaction.

Il peut aussi être affirmé avec force que les deux pôles du champ magnétique de chacune de ces trois particules coïncident par structure, puisqu'elles se comportent de manière quasi-ponctuelle en toutes circonstances. Une expérience qui le confirme effectuée à l'aide d'aimants magnétisés de manière similaire démontre aussi que les deux pôles ne peuvent pas être physiquement présent simultanément, mais seulement en alternance [3]. De plus, la structure interne dynamique en oscillation LC tri-spatiale qui peut être identifiée pour l'énergie électromagnétique constituant la masse au repos des électrons révèle que le rythme de cette alternance est lié à la fréquence de cette énergie [2,9].

Cette oscillation LC tri-spatiale établit clairement que l'aspect magnétique des particules électromagnétiques élémentaires localisées implique deux phases temporelles. La première phase de chaque cycle correspond à l'expansion sphérique de zéro présence jusqu'à présence maximale du champ magnétique de la particule, suivi par sa régression sphérique jusqu'à zéro présence qui correspond à la deuxième phase.

Étant donné leur comportement quasi-ponctuel en toutes circonstances pendant leurs interactions, l'interaction magnétique entre deux électrons, ou entre un électron et un positon, par exemple, est assuré d'obéir par structure à une loi d'interaction des champs lointains (far fields interaction) puisqu'elle implique deux sphères d'énergie en interaction, ce qui signifie que leur relation magnétique obéira à l'équation pour champs lointains suivante, qui a été établie à partir des données recueillies lors de l'expérience [3]:

$$F = \frac{3\mu_0\mu^2}{4\pi d^4} \quad (1)$$

Par conséquent, un alignement relatif parallèle des spins de deux électrons se produit lorsque la présence magnétique de l'énergie des deux particules est soit en expansion ou régression en même temps de manière synchrone, ce qui équivaut à une répulsion en fonction de l'inverse du cube de la distance entre les deux sphères magnétiques.

Alternativement, un alignement relatif antiparallèle de leurs spins se produit lorsque la présence magnétique de l'énergie de l'un des deux électrons est dans sa phase d'expansion alors que celle de l'autre électron est dans sa phase de régression de manière synchrone, ce qui correspond à une attraction en fonction de l'inverse du cube de la distance qui sépare les deux électrons.

Considérant que les champs magnétiques associés aux masses identiques de l'électron et du positon oscillent exactement à la même fréquence, il est par conséquent facile à comprendre que lorsqu'associés en configuration positonium de spins antiparallèles, les champs magnétiques des deux particules se synchroniseront facilement, faisant en sorte que les particules seront soumises à une attraction magnétique fonction de l'inverse du cube, qui viendra s'ajouter à l'attraction électrique fonction de l'inverse du carré, lorsque le point d'équilibre sera atteint (Figure 1), ce qui les forcera à s'approcher en spirale l'une vers l'autre pour finalement se rencontrer et se convertir à l'état de photons électromagnétiques.

Même en configuration positonium de spins parallèles, lorsque le point d'équilibre électrique vs magnétique est atteint, il est aussi très facile de comprendre que lorsque ce point d'équilibre est atteint, les deux particules tendront facilement à passer en configuration de spins antiparallèles, comme deux aimants le font toujours même à notre niveau macroscopique en semblables circonstances, pour ensuite s'approcher en spirale l'une vers l'autre jusqu'à se rencontrer, le facteur clé permettant que les deux particules s'attirent jusqu'à se toucher étant le fait que les énergies des masses des deux particules oscillent à exactement la même fréquence, ce qui maintiendra leur synchronisation antiparallèle pendant toute l'opération.

En ce qui concerne l'atome d'hydrogène isolé cependant, la situation est très différente étant donné l'énorme différence entre les fréquences d'oscillation du cycle magnétique de l'électron captif et celles des composants beaucoup plus énergiques du proton central.

Le moment est venu d'élaborer sur la nature de l'énergie porteuse des particules électromagnétiques. Toutes les particules élémentaires collisionnables au comportement quasi-punctuel comme l'électron, le positon, le quark up et le quark down sont connues pour avoir une masse au repos invariante, dont la représentation LC dans la géométrie trispatale est expliquée à la référence [9] pour l'électron et le positon, et à la référence [10] pour les quarks up et down.

Leur vitesse dans l'espace dépend de la quantité d'énergie cinétique qu'elles possèdent en plus de l'énergie captive de leur masse au repos fixe et invariante. Nous verrons plus loin que cette énergie demeure toujours séparée de l'énergie constituant la masse au repos de la particule, et possède aussi la même structure LC tri-spatiale oscillante interne que les photons électromagnétiques libres, d'où le nom de "photon-porteur" qui peut lui être donné, dû au fait qu'il peut être démontré mathématiquement que si elle n'était pas contrainte de "transporter", pour ainsi dire, la masse inerte de la particule, cette énergie porteuse se déplacerait à la vitesse de la lumière, tout comme les photons électromagnétiques [2], [11].

La même analyse conduisant à l'élaboration des équations LC tri-spatiales pour photons-porteurs [11, 2], qui met en corrélation la conclusion de Paul Marmet, à l'effet que le champ magnétique d'un électron en mouvement augmente en fonction du carré de sa vitesse [12], et les résultats expérimentaux de Walter Kaufmann concernant la différence observée entre les inerties transversale et longitudinale des électrons accélérés jusqu'à des vitesses relativistes [13], révèle que la moitié de l'énergie d'un photon-porteur se convertit systématiquement en un incrément de masse électromagnétique, qui implique un état d'inertie omnidirectionnelle tout comme la masse au repos invariante de la particule transportée.

Lorsque les vitesses sont faibles, c'est-à-dire non-relativistes, les inerties transversale et longitudinale de l'électron ne révèlent aucune différence mesurable dû à la contribution infinitésimale de telles quantités d'énergie cinétique ajoutée. Cependant, les expériences de Kaufmann, impliquant des quantités d'énergie cinétique beaucoup plus grandes, révèlent que la différence entre les inerties transversale et longitudinale d'un électron en mouvement ne peut être fonction que de cette énergie porteuse, puisque la masse au repos de l'électron est invariante.

En 2003, Paul Marmet réussit à relier l'augmentation de masse relativiste d'un électron due à sa vitesse à l'augmentation simultanée de son champ magnétique [12]. Des calculs spécifiques montrèrent alors que la différence entre la masse au repos de l'électron et sa masse relativiste à toute vitesse est très exactement égale à la moitié de l'énergie cinétique induite divisée par le carré de la vitesse de la lumière, quantité qui est exactement égale à

"l'incrément de masse magnétique" associé à la vitesse qui peut être calculé à partir de la découverte de Marmet, tel qu'analysé aux références [2] et [11].

Puisque cet "incrément de masse magnétique" démontre une inertie omnidirectionnelle identique à celle de la masse au repos de l'électron, à laquelle elle doit être ajoutée, il peut être mesuré par interaction transversale, ce qui est ce que les expériences de Kaufmann ont révélé. Cela laisse donc comme seul candidat possible pour expliquer la différence entre l'inertie longitudinale et l'inertie transversale de l'électron en mouvement, la moitié translationnelle de l'énergie cinétique qui lui est procurée, dont l'inertie longitudinale peut être mesurée, tel que démontré par la preuve photoélectrique de Einstein, mais dont l'inertie transversale ne le peut apparemment pas, tel que montré par les expériences de Kaufmann, lorsque mis en perspective avec la conclusion de Marmet.

Ceci conduit à la conclusion inévitable que la moitié unidirectionnelle de l'énergie du photon-porteur, qui soutient le momentum et qui propulse la masse relativiste instantanée totale de l'électron, est totalement insensible à toute interaction transversale, et que la masse relativiste instantanée totale d'une particule en mouvement ne peut être mesurée directement que par interaction transversale, puisque son inertie longitudinale ne permet pas de distinguer la masse invariante de l'électron de la contribution de l'incrément de masse magnétique relativiste dû à la vitesse de la moitié de son énergie porteuse.

Puisque le photon-porteur de l'électron possède apparemment la même structure LC tri-spatiale oscillante interne que les photons électromagnétiques libres [2], cela signifie qu'il possède aussi un aspect magnétique qui oscille entre zéro présence et présence maximale à la fréquence qui est associé à son énergie totale.

Il est donc possible d'avancer l'hypothèse à ce point-ci, pour expliquer la stabilité de l'atome d'hydrogène, que lorsqu'un électron approche du proton plus près que la distance moyenne de cette orbitale de moindre action, l'interaction magnétique entre les composants du proton et ceux de l'électron pourraient, pour une raison que nous allons bientôt identifier, toujours devenir "répulsive de manière prépondérante" au point de toujours surmonter l'attraction électrique entre l'électron et le proton pendant ces moments de plus grande proximité, et repousser l'électron; alors que si l'électron s'éloigne du proton plus loin que la distance moyenne de l'orbitale de moindre action, l'attraction électrostatique dominerait de nouveau tel qu'illustré à la Figure 1, le ramenant vers cette distance moyenne de moindre action, ce qui contraindrait le mouvement de l'électron à toujours se stabiliser axialement autour d'une distance moyenne d'équilibre correspondant à la moyenne de la distribution statistique de la Mécanique Quantique pour l'orbitale de moindre action de l'atome d'hydrogène.

Il va sans dire qu'une telle distance d'équilibre électromagnétique ne peut exister que si la moyenne d'interaction magnétique entre le noyau et l'électron devient répulsive de manière prédominante (jamais attractive de manière prédominante) chaque fois que l'électron s'approche plus près du noyau que sont orbitale moyenne connue de moindre action.

À ce propos, la structure expansion-régression dynamique sphérique du comportement magnétique de toutes les particules électromagnétiques élémentaires qui est associée à la fréquence de l'énergie de leur masse, ainsi que celle de leur énergie porteuse électromagnétique associée, nous offre une merveilleuse surprise! Cette association de la structure expansion-régression sphérique dynamique des aspects magnétiques de l'énergie des particules élémentaires et de leurs photons-porteurs par rapport à leurs fréquences permettra de démontrer comment la moyenne d'interaction entre les champs magnétiques des nucléons et de leurs escortes électroniques ne peut que devenir répulsive de manière

prépondérante chaque fois qu'un électron vient plus près du noyau que la distance moyenne de son orbitale de moindre action, ce qui force obligatoirement les électrons à se stabiliser axialement à des distances d'équilibre moyennes spécifiques des noyaux.

Tableau 2: Énergie des photons-porteurs des composants au comportement quasi-ponctuel massifs de l'atome d'hydrogène.

Particule	Énergie	Référence
Photon-porteur à distance moyenne de l'orbitale de repos	27.2 eV (Exact)	Équation (3.10)
Photons-porteurs des quaks up et down dans le proton	310.457837 MeV (Approximatif)	Chapitre 14

Faisons maintenant l'inventaire des divers composants électromagnétiques impliqués dans l'atome d'hydrogène isolé. Pour l'électron, nous avons affaire à deux quantités électromagnétiques distinctes, soit l'électron proprement dit avec l'énergie de sa masse au repos de 0.5109989 MeV (Tableau 1), et son photon-porteur non-libérable de 27.2 eV (Tableau 2), dont la valeur varie progressivement de manière adiabatique avec la distance entre l'électron et le proton, et qui est induite en permanence à cette valeur exacte lorsque l'électron se retrouve localisé à précisément la distance moyenne de l'orbitale de moindre action par rapport au proton. Étant donné qu'une approximation de premier niveau sera suffisante pour expliquer la mécanique d'équilibre, nous procéderons en tenant compte seulement du champ magnétique de l'électron, puisque celui de son photon-porteur est relativement négligeable.

En ce qui concerne le proton, la situation est beaucoup plus complexe, et quelque peu inattendue. Même si l'angle de parallaxe relatif du diamètre du proton peut le faire apparaître ponctuel tel que perçu de l'électron, étant donné la distance qui sépare l'orbite de moindre action du proton, et que l'équation (1) pour interaction de champs magnétiques pour champs éloignés peut être considérée s'appliquer, chaque cycle des fréquences des 6 composants individuels du proton interagira tout de même individuellement avec ceux de l'électron et de son photon-porteur.

Alors que les énergies contenues dans les masses au repos du quark up et du quark down sont respectivement de 1.1497475 MeV pour chacun des deux quarks up et de 4.5989902 MeV pour le quark down unique (Tableau 1); tel que déterminé à la référence [10] et mentionné au Tableau 2, l'énergie adiabatique non-libérable de chacun de leurs trois photons-porteurs est de 310.457837 MeV, ce qui représente environ 300 fois plus d'énergie que celle de la masse au repos des particules qu'ils transportent. Cela signifie que ce sont les champs magnétiques des 3 photons-porteurs des quarks qui interagiront le plus fortement avec celui de l'électron, alors que ceux de l'énergie des masses au repos des quarks eux-mêmes est négligeable en ce qui concerne leur interaction avec l'électron sur son orbitale!

Cette contribution mineure des quarks de valence up et down au spin du proton a en fait été démontrée en 1995 à l'installation SLAC, ce qui est cohérent avec cette conclusion du présent modèle.

Dépendance de "l'accroissement relativiste de masse" à la vitesse, versus dépendance de "l'accroissement adiabatique de masse" à l'énergie porteuse

Un point particulier doit maintenant être clarifié avant d'aller plus loin. L'augmentation relativiste de masse associée à l'augmentation d'inertie des corps telle que définie en Relativité Restreinte et Relativité Générale a été associée depuis un siècle strictement à la vitesse. Ceci ne peut être que partiellement vrai en électromagnétisme. À vrai dire, les représentations d'augmentation de masse de la RR-RG et de l'électromagnétisme ne sont pas totalement compatibles

Le mouvement inertiel est fondamental à la RR-RG, alors qu'il est tout simplement impossible en électromagnétisme, car tout mouvement y est associé à des particules chargées électriquement. En RR-RG, le concept de force n'existe pas et est complètement remplacé par la courbure de l'espace-temps, alors qu'en électromagnétisme, la force de Coulomb est fondamentale.

Lorsqu'un électron se déplace librement, son incrément momentané de masse peut véritablement être considéré comme dépendant de la vitesse, mais il doit être souligné que du point de vue électromagnétisme, cette vitesse est elle-même directement dépendante de la quantité d'énergie-porteuse adiabatiquement induite par la force de Coulomb en plus de l'énergie constituant sa masse au repos invariante.

Il doit aussi être clairement compris que lorsqu'un électron est captif en état de résonance sur une orbitale atomique, même si l'équilibre électromagnétique local ne lui permet aucun mouvement de translation autour du noyau, cet incrément de masse, dû à la présence permanente de son énergie porteuse non-libérable induite adiabatiquement par la force de Coulomb en fonction de l'inverse du carré de la distance qui le sépare du noyau est toujours présent, tout comme l'autre moitié unidirectionnelle de l'énergie adiabatique totale induite associée au momentum, même si cette énergie ne peut plus propulser la particule, et même si le concept traditionnel du momentum devient incapable de la représenter.

Donc, la réalité expérimentale nous révèle que dans de tels cas, tout comme dans le cas d'électrons se déplaçant librement, cet incrément de masse est directement dépendant de la quantité de son énergie porteuse, et non directement d'une quelconque vitesse. Donc, chaque fois qu'une dépendance à la vitesse est mentionnée en regard de la masse relativiste ou incrément relativiste de masse, l'aspect "*dépendance à la quantité d'énergie porteuse*" couplé à la "*liberté de mouvement permise par l'état d'équilibre électromagnétique local*" doit être gardé à l'esprit.

A vrai dire, en électromagnétisme, le terme "*accroissement relativiste de masse*" de la RR-RG devrait être remplacé par le terme "*accroissement adiabatique de masse*", soit un terme qui n'implique pas que la vitesse associée s'exprime nécessairement, ce qui serait plus conforme à la réalité physique objective.

Bref, contrairement à la notion établie que l'augmentation de masse des particules dépend de la vitesse, elle dépend en fait seulement de la quantité d'énergie adiabatique induite en fonction de la distance entre les particules chargées, et la vitesse dépend seulement de si oui ou non l'équilibre électromagnétique local permet à la moitié unidirectionnelle de l'énergie porteuse supportant le momentum de la particule de s'exprimer librement comme une vitesse de translation.

Similairement, lorsque le mot "translation" est utilisé dans cet ouvrage, question simplicité, en relation avec les électrons ou quarks up ou down en divers états d'équilibre électromagnétique sur orbitales dans les atomes ou dans les noyaux, il doit être gardé à l'esprit qu'un tel mouvement de translation est au mieux théorique, et que le terme sous-entend seulement que l'énergie requise pour potentiellement soutenir un tel mouvement de translation est induit dans la particule.

La raison pour laquelle une description au moyen de cette vitesse relativiste théorique n'induit aucun facteur d'erreur selon la perspective électromagnétique est qu'en réalité physique, les deux approches impliquent exactement le même niveau d'induction d'énergie cinétique translationnelle fonction de la distance et exactement le même niveau de dérive magnétique fonction des rayons de giration des trajectoires des particules élémentaires.

Mise en corrélation des fréquences des composants de l'atome d'hydrogène

Ceci nous permet, pour garder la démonstration simple, de présumer métaphoriquement que l'électron captif sur l'orbitale de moindre action dans un "atome d'hydrogène isolé" serait libre de se déplacer en translation autour du noyau à la vitesse permise par son photon-porteur, puisqu'un tel mouvement de translation théorique n'interfererait pas avec les niveaux d'énergie des champs magnétiques impliqués, et permettra une représentation dans l'espace de l'oscillation magnétique temporelle qui rendra la visualisation plus facile (Figure 2).

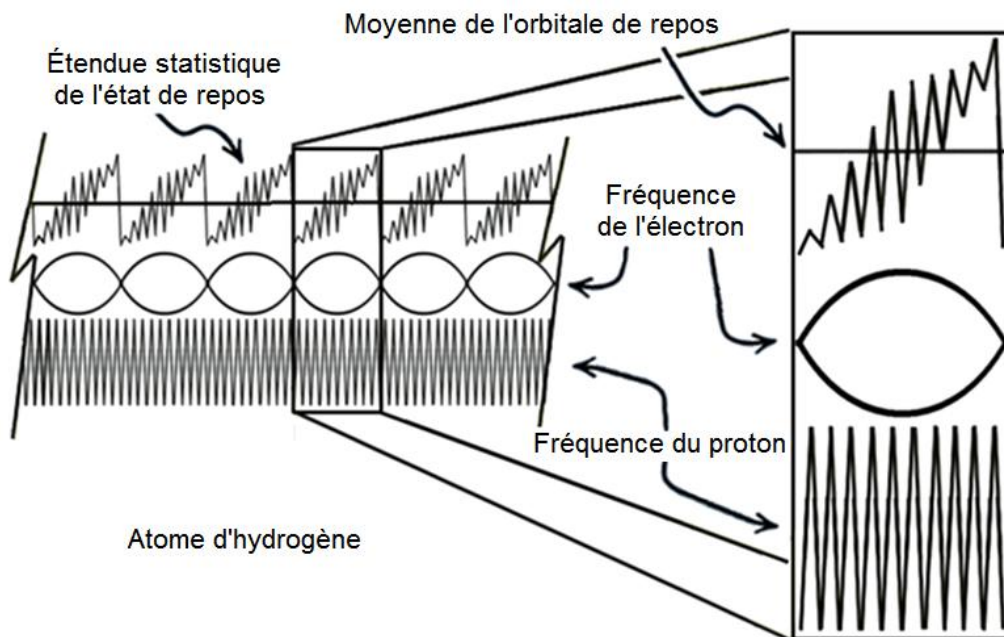


Figure 2: Représentation des fréquences conflictuelles des champs magnétiques de l'atome d'hydrogène.

Déterminons maintenant le nombre de fois que l'énergie de la masse au repos de l'électron oscillera magnétiquement de zéro présence jusqu'à présence maximale pour revenir ensuite à zéro présence, pendant une orbite métaphorique complète autour du proton dans cet atome d'hydrogène isolé. La distance précise entre le noyau et la moyenne de distance de cette orbite métaphorique de moindre action est très bien connue et est égale à

$a_0=5.291772083E-11$ m, soit le rayon de Bohr, ce qui donne une longueur orbitale complète de $2\pi a_0 = 3.32491846E-10$ m.

La vitesse relativiste translationnelle de l'électron sur une telle orbite étant 2187647.56821 m/s, le temps requis pour compléter une orbite sera 1.51986E-16 s. Étant donné que la fréquence de l'énergie de la masse au repos de l'électron est 1.235589976E20 Hz, cette énergie cyclera 18 779.23781 fois pendant une orbite complète.

D'autre part, tel qu'établi à la référence [10] l'énergie adiabatique non-libérable de chaque photon-porteur des quarks up et down du proton est de 310.457837 MeV, ce qui donne en joules 4.974082389E-11 j, correspondant à une fréquence de 7.506837869E22 Hz. Pour chaque orbite de l'électron, l'énergie de chaque photon-porteur des quarks cyclera 11 409 342.2 fois. Cela signifie que Durant chaque cycle complet de présence magnétique de l'énergie de la masse de l'électron, l'énergie de chaque photon-porteur des quarks cyclera 607.5508878 fois.

Examinons maintenant la Figure 2, qui illustre un segment arbitraire correspondant à 6 des 18779.23781 cycles de présence que l'énergie magnétique de l'électron complètera pendant une orbite, avec un segment isolé plus avant, représentant une occurrence de la présence magnétique de l'électron:

La séquence du haut de la Figure 2 représente les déplacements axiaux de l'électron autour de sa distance moyenne du noyau, correspondant à l'étendue statistique corrigée et limitée de la Mécanique Quantique pour l'orbitale de moindre action de l'atome d'hydrogène, pour représenter correctement la réalité physique (voir Figure 3). La séquence centrale représente la variation d'intensité de la "présence magnétique" de l'énergie de la masse au repos de l'électron durant chacun de ses cycles. La séquence du bas représente les 607.5508878 variations d'intensité de la présence magnétique de l'énergie des photons-porteurs des quarks du noyau, qui se produisent durant chaque cycle de présence magnétique de l'électron.

De toute évidence, les intensités (et le nombre de cycles par seconde pour le proton) ne sont pas représentés à l'échelle, puisque l'énergie du photon-porteur de chaque quark correspond à environ 600 fois celle de l'électron, et que deux des photons-porteurs dans le proton sont toujours en alignement de spin parallèle par structure par rapport au troisième.

Question simplicité, nous allons ignorer ici la dérive magnétique de l'énergie non-libérable des photons-porteurs des quarks inhérente au fait qu'ils sont présumés se déplacer sur des orbites fermées au rayon extrêmement court, une dérive magnétique qui ne peut qu'augmenter encore plus la "présence magnétique" des particules impliquées durant chaque cycle, tel qu'analysé à la référence [14].

En examinant le segment isolé de la Figure 2, on peut facilement visualiser qu'au début de la phase d'expansion de la présence magnétique de l'énergie oscillante de l'électron, qui possède une très faible inertie par rapport au noyau, l'électron sera repoussé selon la loi de l'inverse du cube de l'interaction magnétique jusqu'à une certaine distance dû à l'intensité de la présence magnétique du noyau en augmentation vers son maximum, durant la première partie du premier des 607 cycles de ce dernier, qui se manifeste en opposition (c'est-à-dire en alignement de spins parallèle) à la présence magnétique de l'énergie de l'électron, qui est aussi dans sa phase d'augmentation, mais à un rythme beaucoup plus lent.

Il est facile aussi de comprendre que lorsque la présence magnétique du premier cycle de l'énergie du noyau commence à diminuer vers zéro après avoir atteint son maximum, soit en alignement de spins antiparallèle par rapport à la présence magnétique toujours en

croissance de l'électron, qu'il y aura maintenant attraction magnétique entre l'électron et le noyau pendant toute la durée de la présence magnétique en diminution du noyau en fonction de la loi de l'inverse du cube, qui s'ajoute alors à l'attraction électrostatique.

C'est ici que l'énigme va se résoudre, car, étant donné que la force magnétique obéit à la même loi d'interaction inverse du cube fonction de la distance en attraction et en répulsion, et que l'électron se trouve maintenant plus loin du proton qu'au début de la phase précédente d'accroissement de la présence magnétique du proton, cette force agira alors sur l'électron plus faiblement en fonction de cette relation inverse du cube au moment précis où l'alignement relatif des spins s'inverse pour devenir antiparallèle, passant donc de répulsive à attractive, que lorsque l'électron se trouvait au début de la phase répulsive, lorsqu'il se trouvait plus proche du noyau.

Il y aura par conséquent une "impossibilité physique" pour que l'électron soit ramené complètement à la distance à laquelle il se trouvait au début de la phase précédente d'augmentation de la présence magnétique de l'énergie du noyau, car la durée de la phase attractive de chaque cycle est par structure la même que celle de la phase répulsive.

La même situation se reproduira pour chacun des 606 cycles suivants de présence magnétique de l'énergie des photons-porteurs du noyau. Le résultat ne peut être qu'un mouvement progressif d'éloignement de l'électron par rapport au noyau, constitué de très précis mouvements de va-et-vient axiaux jusqu'à ce que l'intensité de la présence magnétique de l'énergie de l'électron devienne trop faible et se réduise momentanément à zéro, moment pendant lequel toute interaction magnétique ayant disparue, l'électron retombera en chute libre vers le proton, obéissant maintenant à la seule force toujours en action, soit la force électrostatique fonction de la loi de l'inverse du carré active en permanence, jusqu'à ce que l'intensité de la présence magnétique de l'énergie de l'électron devienne de nouveau suffisante au début de la phase suivante d'augmentation de son cycle magnétique, pour que leur interaction magnétique répulsive prédomine de nouveau lorsque l'électron se retrouve proche du proton que la distance de l'orbitale moyenne de moindre action.

Ce processus de variation cyclique de la distance d'équilibre électromagnétique entre le noyau et l'électron ne peut que forcer l'électron à bouger axialement de manière à progressivement occuper toutes les positions possible de la distribution statistique couverte par la fonction d'onde de la Mécanique Quantique, mais avec la restriction que l'amplitude quantique de l'intégrale de chemin doit être obligatoirement limitée au seul ensemble de positions permises par l'inertie de l'électron pendant qu'il est soumis à ces accélérations et décélérations axiales constantes, tout en étant maintenu de manière stable à la distance moyenne du noyau correspondant à l'état de résonance de l'orbitale de moindre action de l'atome d'hydrogène par l'effet d'opposition de l'attraction électrostatique permanente et de l'interaction magnétique "répulsive de manière prédominante" qui vient d'être analysée.

Bref, l'étendue probabiliste des positions possibles de l'électron en mouvement dans l'orbitale de moindre action d'un atome d'hydrogène isolé est traditionnellement représentée par la forme suivante de l'équation d'onde:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |\psi|^2 dx dy dz = 1 \quad (2)$$

qui est une forme représentant une étendue probabiliste atteignant théoriquement l'infini. Mais pour rendre véritablement compte des limites imposées par l'inertie de l'électron

pendant les accélérations et décélérations auxquelles il est soumis, l'équation (2) devrait adopter la forme suivant pour refléter la réalité de plus près:

$$\int_{-d}^{+d} |\psi|^2 dx dy dz = 1 \quad (3)$$

en référence à la Figure 3, où "B" représente la distance moyenne de l'orbitale. Dans l'équation (3), "d" représente la plus grande distance par rapport à la distance moyenne d'équilibre que ce facteur limitatif impose à l'électron localisé en mouvement; "-d" se réfère au rayon "r" et "+d" se réfère au rayon "R".

À la limite, lorsqu'aucune force extérieure n'est appliquée, cette étendue statistique devrait tendre à être limitée à une bande axiale bidimensionnelle encerclant le noyau, avec l'ensemble des positions les plus probables concentrées radialement autour du rayon moyen de l'orbitale.

Mais bien sûr, étant donné les interactions avec la matière environnante, dans la réalité physique, cette bande s'étendra vraisemblablement à la limite jusqu'à un volume tridimensionnel limité par les surfaces de deux sphères concentriques dont les rayons interne et externe sont respectivement **r** et **R**. C'est donc à l'intérieur de ce volume exclusivement que la condition de normalisation doit s'appliquer, toutes autres positions dans l'espace devenant physiquement impossibles, à moins que plus d'énergie soit procuré à l'électron.

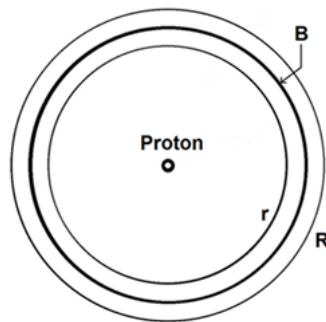


Figure 3: Étendue statistique maximale des positions possibles de l'électron sur l'orbitale de moindre action d'un atome d'hydrogène isolé.

Notons aussi que même si les électrons peuvent être immobilisés translationnellement sur leurs orbitales par des états d'équilibre électromagnétiques impliquant des interactions avec d'autres électrons ou atomes, la même oscillation axiale due à l'interaction répulsive électrique vs magnétique se produira tout de même par structure.

En fait, la fonction d'onde de la Mécanique Quantique décrit la forme des volumes occupés par l'étendue statistique des positions que l'électron peut possiblement occuper dans les diverses configurations orbitales en fonction des circonstances locales, alors que la mécanique d'équilibre électromagnétique de moindre action qui vient d'être analysée explique l'existence de ces volumes et leur élaboration en fonction du temps.

La structure orbitale en anneau prédite par cette analyse (Figure 3) se reconnaît facilement sur des projections enregistrées pendant une expérience effectuée par Stodolna et al. en 2013, qui montre des anneaux clairement séparés correspondant à l'orbitale de moindre action de l'électron et aux orbitales métastables plus éloignées sur lesquelles l'électron a présument sauté de manière répétitive pendant cette expérience avec un atome

d'hydrogène isolé. Cet article, intitulé "*Hydrogen Atoms under Magnification: Direct Observation of the Nodal Structure of Stark States*" est noté en tant que référence [15].

Maintenant que la mécanique d'équilibre électromagnétique de l'atome d'hydrogène a été clarifiée, le moment est venu d'analyser le cas de la première fois de son existence qu'un électron nouvellement créé accélère pour atteindre un tel état d'équilibre d'entropie maximale dans un système donné.

La création des particules élémentaires au comportement quasi-ponctuel

Maintenant que le principe de conservation a été mis en corrélation avec les processus adiabatiques naturels, que le principe de moindre action et l'entropie ont été associés aux états d'équilibre électromagnétiques de moindre action au niveau atomique, et finalement que la stabilité des états d'équilibre des électrons dans les atomes a été sommairement analysée, le prochain sujet à considérer est l'origine de ces particules élémentaires au comportement quasi-ponctuel que nous savons être stables, massives et chargées électriquement que sont le positon, l'électron, le quark up et le quark down, les trois derniers étant connus pour être les seuls matériaux massifs dont sont constitués tous les atomes qui existent.

Nous analyserons en premier lieu le cas des électrons et positons.

La manière dont les photons électromagnétiques sont créés a été exhaustivement analysée dans un article publié en 2016 dans le *Journal of Physical Mathematics* [2]. Il a aussi été vérifié de manière concluante que les électrons et positons peuvent être créés par déstabilisation de photons électromagnétiques possédant un niveau d'énergie minimum de 1.022 MeV [9].

En 1933, Blackett et Occhialini ont prouvé expérimentalement que des photons électromagnétiques d'énergie 1.022 MeV ou plus, sous-produits sans masse du rayonnement cosmique, se convertissent spontanément en paires électron/positon massifs lorsqu'ils frôlent des noyaux atomiques massifs [16], un processus qui fut nommé "matérialisation".

Bien plus! Kirk McDonald et son équipe ont confirmé avec l'expérience #e144 effectuée en 1997 à l'accélérateur linéaire de Stanford (SLAC), qu'en faisant converger deux faisceaux suffisamment concentrés de photons électromagnétiques vers un point dans l'espace, l'un des faisceaux étant constitué de photons électromagnétiques sans masse dépassant le seuil de 1.022 MeV, des paires d'électron/positon massifs sont créées sans qu'aucun noyau atomique massif ne soit présent [17].

Il a aussi été exhaustivement démontré que les électrons et positons sont totalement identiques, sauf pour le signe de leur charges électriques, les deux particules possédant exactement la même masse au repos invariante de $9.10938188E-31$ kg, soit $0.511 \text{ MeV}/c^2$, ce qui constitue exactement la moitié de l'énergie du photon le moins énergétique qui peut se convertir en une paire de ces particules. Lorsqu'un photon électromagnétique en cours de conversion possède plus que ce seuil de 1.022 MeV, son énergie résiduelle détermine directement la vitesse en directions opposées dans l'espace des deux particules massives après matérialisation ([18], p. 174).

Bien sûr, il va sans dire que la plupart de ces événements de création de paires ne se produisent pas à distance d'orbitale de moindre action (donc, de moindre action), d'un noyau ionisé d'hydrogène (un proton) commodément situé, particulièrement dans le cas du processus confirmé par Kirk McDonald et al.

Dans l'univers en général, la principale source de photons d'énergie 1.022 MeV ou plus que nous pouvons détecter sur Terre implique la radiation cosmique, qui est constituée principalement de protons extrêmement énergiques se déplaçant à près de la vitesse de la lumière. Lorsque de tels protons hyper-énergiques entrent en collision avec des noyaux atomiques dans l'atmosphère ou la surface de notre planète, tel qu'observé par Blackett et Occhialini, une partie de leur énergie cinétique est évacuée sous forme de tels photons hautement énergiques, dû au ralentissement soudain auquel ils sont soumis lors de telles collisions. D'autres sources sont les rayons gamma provenant de la dégradation d'éléments radioactifs, ou d'activités dans les étoiles et le coronas des étoiles [19, 20].

Cela signifie que les électrons générés lors de tels processus de création de paires, s'ils survivent à l'épreuve de leur création sans se recombinaison avec leur compagnon positon pour se reconvertir en photons sans masse se déplaçant librement, seront éventuellement attirés pour la première fois de leur existence par des protons pour former des atomes d'hydrogène, s'installeront en équilibre sur leur orbitale de moindre action avec leur énergie non-libérable adiabatiquement stabilisée de 27.2 eV induite par la force de Coulomb, et libéreront chacun un photon électromagnétique de 13.6 eV, qui est l'énergie translationnelle qu'ils auront accumulé pendant leur accélération vers le proton, et ceci, sans jamais avoir eu préalablement à leur disposition aucune énergie "potentielle" générée par un "travail" préalable pour compenser cette énergie acquise pendant leur accélération.

Il pourrait être argumenté ici que pour même s'éloigner du positon de la paire en cours de création, l'électron doit déjà posséder une certaine quantité d'énergie translationnelle, constituée de l'énergie que le photon-mère posséderait en surplus du minimum de 1.022 MeV qui se convertit en les masses des deux particules nouvellement créées. Et pourquoi pas 13.6 eV et un peu plus en fait, ce qui ne laisserait aucun doute que les deux particules s'échapperont l'une de l'autre.

Il demeure qu'aucune partie de cette énergie translationnelle résiduelle venant du photon-mère n'a été préalablement dépensée pour chasser cet électron d'une orbitale de moindre action dans un atome. Nous savons aussi qu'aucun "travail" n'est effectué pendant le processus de production de la paire, parce qu'il a été prouvé expérimentalement que la somme des énergies constituant les masses de l'électron et du positon nouvellement créés, plus l'énergie translationnelle résiduelle qui les fait s'éloigner l'un de l'autre, est exactement égale à l'énergie contenu dans le photon-mère avant conversion [9].

Cela signifie qu'un électron nouvellement créé accélérera éventuellement pour la première fois de sa propre existence, se stabilisera avec une nouvelle quantité non-libérable d'énergie induite adiabatiquement de 27.2 eV en se stabilisant sur l'orbitale de moindre action de moindre action d'un atome d'hydrogène, en relâchant une quantité de 13.6 eV de nouvelle énergie, pour un grand total de 40.8 eV d'énergie qui n'a jamais été compensée par une quantité équivalente d'énergie préalablement dépensée sous forme de travail.

Ce cas est un exemple d'une "séquence d'accélération adiabatique irréversible initiale" d'un électron nouvellement créé, parce que pour toujours ensuite, une énergie de 13.6 eV devra réversiblement lui être procurée pour qu'il s'échappe du proton, avant de ré-accélerer éventuellement naturellement en ré-accumulant cette quantité d'énergie, qu'il relâchera de nouveau en étant re-capturé sur l'orbitale de moindre action d'un proton, tout en se re-stabilisant avec la quantité non-libérable de 27.2 eV d'énergie adiabatiquement induite par la force de Coulomb.

Selon toutes probabilités alors, l'énergie accumulée pendant cette séquence d'accélération initiale adiabatique irréversible d'un tel électron nouvellement créé, vers son

premier état de moindre action, ne serait pas, par définition, sujette au principe de conservation de l'énergie, qu'elle ne pourrait donc pas possiblement violer, parce qu'elle possède toutes les caractéristiques d'un processus adiabatique irréversible, considérant que tous les processus démontrés comme étant sujets au principe de conservation sont réversibles.

De plus, si plus tard, au cours de la séquence subséquente de processus de libération et recapture répétées, cet électron se stabilise sur une couche électronique impliquant une intensité d'énergie plus grande qu'il aura jamais atteint auparavant, alors par définition même, l'incrément d'énergie ajouté concerné, qui est requis pour atteindre pour la première fois cet état d'équilibre électromagnétique de moindre action plus énergétique, qui serait induit par cette séquence additionnelle d'accélération adiabatique, se serait pas non plus sujette au principe de conservation, qu'il ne pourrait donc pas violer non plus.

De toute évidence, ceci demeurera vrai jusqu'à et incluant l'orbitale interne la plus énergétique qu'un électron peut naturellement atteindre autour de l'atome le plus dense en existence.

Qu'est-ce que l'accélération, en fait?

Avant d'analyser ce cas plus avant et d'examiner le cas des quarks up et down, clarifions maintenant la mécanique de l'accélération en chute libre des particules élémentaires chargées électriquement, pendant laquelle l'énergie cinétique d'une particule chargée augmente par induction adiabatique dû à la force de Coulomb; un processus qui serait bien sûr le même pour la "séquence initiale irréversible d'accélération adiabatique" d'un électron nouvellement créé, et pour l'accélération naturelle d'un électron préexistant qui a préalablement été chassé d'un l'orbitale de moindre action d'un atome d'hydrogène, ce dernier cas répondant à tous les critères d'un "processus adiabatique réversible" en ce qui concerne la quantité non-libérable de 27.2 eV, et tous les critères du principe de conservation en ce qui concerne la quantité libérable de 13.6 eV.

Définition de l'accélération

Quel meilleur moyen de clarifier un tel cas que de donner un exemple pratique, qui s'applique aussi à tous les cas possibles d'accélération en chute libre; "chute libre" signifiant en contexte "tomber" dans le sens "d'être soumis à une force, telle la force de Coulomb, qui induit dans les particules impliquées une énergie cinétique dont la quantité s'accroît progressivement en fonction de l'inverse du carré de la distance en diminution séparant une paire de particules chargées électriquement s'attirant mutuellement".

Réfléchissons un moment au concept de la force, qui souvent axiomatiquement considérée comme "ne pouvant pas se déplacer plus vite que c " ou "pouvant se déplacer seulement à c ".

Il faut considérer que la force de Coulomb, qui est en action de manière vérifiable entre toute paire de particules chargées électriquement, et dont la nature et l'origine sont encore une énigme, est connue pour induire continuellement de l'énergie cinétique d'une manière décroissante ou croissante infinitésimalement progressive dans toute paire de particules chargées en mouvement, selon que les charges sont de même signe ou de signes opposés, en fonction de l'inverse du carré de la distance qui les sépare, peu importe la distance, ce qui signifie que la force ne "voyage" pas ou ne se "déplace" pas comme telle entre les particules, mais qu'elle est "présente de manière permanente" par structure entre les particules chargées.

La force de Coulomb est traditionnellement considérée comme étant la cause de l'accélération des particules chargées l'une vers l'autre, ou l'une s'éloignant de l'autre. Mais en réalité, la force de Coulomb ne cause pas directement le mouvement. Elle induit seulement localement de l'énergie cinétique dans les particules chargées.

C'est cette énergie cinétique induite qui cause le mouvement et qui possède une vitesse limitée, moindre que c pour l'énergie cinétique induite dans les particules massives chargées électriquement, et systématiquement égale à c pour toute quantité d'énergie cinétique libérée sous forme de photon électromagnétique, après avoir été expulsée lorsqu'une particule chargée massive en cours d'accélération est brusquement stoppée dans son mouvement lorsque forcée à se stabiliser dans un quelconque état réversible d'équilibre électromagnétique de moindre action.

Une partie de cette énergie induite par la force de Coulomb est dirigée vectoriellement et unidirectionnellement vers l'autre particule lorsque les deux particules sont de signe de charge opposés, et dans des directions opposées lorsque les deux particules sont de même signe de charge, et constitue l'énergie translationnelle supportant le momentum de la particule, et qui manifeste sa présence en propulsant les particules à des vitesses mesurables lorsque les contraintes électromagnétiques externes ne les empêchent pas de s'exprimer, soit partiellement ou totalement. Le rôle joué par la composante "énergie cinétique translationnelle" par rapport à la vitesse des particules chargées électriquement est analysée aux références [2] et [11].

Considérons un électron se déplaçant librement après être apparu suite à la formation d'une paire électron/positon par découplage d'un photon électromagnétique de 1.022 MeV [9], un électron libre qui sera maintenant attiré pour la première fois de son existence par un proton, pour former un atome d'hydrogène.

L'équation de Coulomb révèle qu'au rayon de Bohr ($r_0 = 5.291772083E-11$ m), qui correspond aussi à la distance de stabilisation la plus probable qui peut être estimée à partir de la distribution statistique de la fonction d'onde pour l'orbitale de moindre action dans l'atome d'hydrogène, une quantité d'énergie cinétique non-libérable d'exactement 27.2 eV est induite de manière permanente:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r_0} = 4.359743805 \text{ E-18 J} \quad (\text{soit } 27.2 \text{ eV}) \quad (4)$$

La même quantité d'énergie peut aussi être calculée en intégrant toute l'énergie cinétique que l'électron accumule pendant son accélération pour atteindre l'orbitale de moindre action autour du proton (voir équation (10) plus loin), incluant la partie de cette énergie cinétique qui se convertit en cet incrément momentané de masse relativiste qui peut être associé à la vitesse relativiste à laquelle un électron libre possédant cette quantité d'énergie pourrait se déplacer [11].

À notre niveau macroscopique, la quantité d'énergie cinétique totale qui anime un corps macroscopique peut être confirmée seulement indirectement, en calculant l'énergie cinétique qu'un corps en mouvement libre lorsque forcé à un arrêt complet, laissant derrière seulement l'énergie constituant sa masse au repos (sa masse lorsque sa vitesse est zéro), alors qu'il communique à la cible toute l'énergie cinétique qu'il possédait en excès de cette masse au repos.

Ce processus est aussi vrai pour un électron lorsqu'il est capturé en équilibre électromagnétique sur l'orbitale de moindre action moyenne d'un atome d'hydrogène, sauf que dans un tel état stable se produisant naturellement, l'électron est incapable de

communiquer "toute" l'énergie cinétique qu'il possède en excès de sa masse au repos, parce que la force de Coulomb est en action permanente entre l'électron et le proton.

L'équation classique utilisée pour calculer l'énergie en excès de la masse au repos d'un corps macroscopique ou d'une particule pour les vitesses non relativistes est $E_k = (mv^2)/2$ (équation cinétique de Newton), où E_k n'inclue pas l'énergie qui est aussi fournie par la force de Coulomb et qui se convertit en un incrément momentané de masse relativiste, qui est infinitésimal de toute manière à des vitesses aussi faibles.

Lorsque les vitesses relativistes sont atteintes, l'équation $E_k = mc^2(\gamma - 1)$ est plutôt utilisée, qui prend en compte l'énergie cinétique additionnelle nécessaire pour propulser à cette vitesse la masse relativiste momentanée totale que la particule possède maintenant. Mais étrangement, même dans cette équation dite relativiste, E_k n'inclue pas non plus l'énergie qui est aussi fournie par la force de Coulomb et qui se convertit en l'incrément momentané de masse relativiste, et représente seulement la quantité d'énergie cinétique "translationnelle" (c'est-à-dire unidirectionnelle) supportant le momentum de la particule et qui propulse la masse relativiste totale du corps (masse au repos plus incrément momentané de masse relativiste associée à la vitesse). Cette quantité d'énergie cinétique translationnelle est l'effet cumulatif d'une force mesurée en l'intégrant par rapport au facteur temps:

$$\int F dt \quad (5)$$

Ceci est facilement vérifié en utilisant la vitesse non relativiste 2187691.253 m/s avec l'équation $E_k = (mv^2)/2$ pour calculer l'énergie translationnelle d'un électron sur l'orbite de Bohr:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = 2.17987190 \cdot 10^{-18} \text{ J (soit } 13.60569173 \text{ eV)} \quad (6)$$

et en utilisant la vitesse relativiste 2187647.561 m/s avec l'équation relativiste $E_k = mc^2(\gamma - 1)$:

$$E_k = mc^2(\gamma - 1) = 2.179873 \cdot 10^{-18} \text{ J (soit } 13.60569857 \text{ eV)} \quad (7)$$

qui est l'énergie translationnelle d'un électron sur l'orbitale moyenne de moindre action dans un atome d'hydrogène isolé, que la vitesse associée soit exprimée ou non.

Il peut être observé que les deux valeurs (non-relativiste et relativiste) des équations (6) et (7) sont infinitésimalement proches l'une de l'autre dû au fait que quoique mesurable, la vitesse relativiste de l'électron à ce niveau d'énergie se situe au tout début de la plage des vitesses relativistes, ce qui explique pourquoi les valeurs non-relativistes qui peuvent être calculées à partir du modèle de Bohr sont suffisamment précises comme base pour toutes les calculs d'orbitales électroniques.

La quantité double d'énergie cinétique mentionnée en premier lieu, comprenant l'énergie de propulsion translationnelle unidirectionnelle plus la quantité qui se convertit momentanément en l'incrément de masse relativiste associé, correspond en réalité à l'expression $Fr = E = mv^2$, qui se trouve à être la quantité d'énergie qui peut être calculée avec l'équation d'accélération fondamentale $F = ma$, qui est posée comme étant égale à l'équation de Coulomb (4) dans les ouvrages de référence de premier cycle, comme par exemple la référence [18].

Cette dernière quantité est l'énergie cinétique qu'une force interagissant axialement selon la loi de l'inverse du carré accumule adiabatiquement telle que mesurée par intégration de la force par rapport à l'espace (c'est-à-dire par rapport au facteur "distance"), puisque

l'énergie cinétique est induite par la force en fonction de l'inverse du carré de la "distance" entre les particules, et non en fonction du temps écoulé:

$$\int F dx \quad (8)$$

Cette dernière quantité, que Leibnitz considérait être une mesure de "l'effet de l'application d'une force" ([18], p. 222), et qui est la définition de "l'accélération", équivaut à deux fois la quantité d'énergie cinétique translationnelle E_k calculée précédemment avec les équations (6) et (7). C'est donc cette quantité d'énergie cinétique qui s'accumule par intégration fonction de la distance en accord avec Leibnitz que nous allons mesurer ici. La formule générale pour cette relation est alors:

$$\int_{r_0}^{\infty} F \cdot dr, \text{ à être appliquée à l'équation de Coulomb } F = k \frac{e^2}{r^2} \quad (9)$$

En intégrant l'équation de Coulomb pour la force électrostatique et en calculant la quantité totale d'énergie cinétique qui s'accumule durant la séquence d'accélération, incluant l'énergie qui se convertit progressivement en l'incrément de masse relativiste avant d'arriver à l'orbite de Bohr, nous obtenons:

$$E = \int_{a_0}^{\infty} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2} \cdot dr = 0 - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{a_0} = -4.359743805 \text{ E} - 18 \text{ J} \quad (10)$$

Nous observons ici que cette quantité de 4.359743805 E-18 joules (27.2 eV) correspond au double de l'énergie libérée sous forme d'un photon de "bremmsstrahlung" qui s'échappe en réalité au moment où l'électron se stabilise sur son orbitale de moindre action de moindre action autour du proton. Deux questions viennent maintenant à l'esprit: Pourquoi y-a-t'il cette différence? Et pourquoi la pleine quantité de 27.2 eV demeure-t-elle présente de manière non-libérable à l'orbitale moyenne de moindre action après que le photon de 13.6 eV a été émis?

Lorsque l'électron arrive au niveau de l'orbitale moyenne de moindre action, il est animé d'une quantité d'énergie cinétique translationnelle égale à 13.6 eV vectoriellement dirigée vers le proton à un angle permis par les circonstances électromagnétiques locales, et possède en plus une quantité égale 13.6 eV/c² qui s'était progressivement convertie en l'incrément associé de masse relativiste pendant la phase d'accélération.

Mais puisque la quantité d'énergie induite par la force de Coulomb à cette distance du noyau ne peut en aucun cas être différente de 27.2 eV, il peut être conclu avec force que pendant que le photon de 13.6 eV est en cours d'évacuation dû à son inertie dans sa direction de mouvement, emportant l'énergie translationnelle unidirectionnelle que l'électron avait accumulé pendant sa phase d'accélération, une quantité de remplacement de 13.6 eV d'énergie cinétique unidirectionnelle n'a pas le choix d'être induite de manière synchrone par la force de Coulomb en action permanente, une énergie dont la direction vectorielle s'exprimera en fonction de l'équilibre électromagnétique local, une direction que ne peut être que perpendiculaire au plan sur lequel les champs électrique et magnétique de l'énergie porteuse de l'électron sont perpendiculaires entre eux.

La masse totale de l'électron sera maintenant stabilisée à la valeur suivante, constituée de la masse au repos invariante de l'électron plus l'incrément de masse "relativiste" procuré par son énergie porteuse et qui est égal à 13.6 eV/c²:

$$m = m_0 + \frac{E_{(t_0)}}{2c^2} \quad (11)$$

plus la quantité de remplacement nouvellement induite de 13.6 eV d'énergie cinétique unidirectionnelle.

Il peut être facilement vérifié que la masse calculée avec l'équation (11) est exactement égale à la masse relativiste d'un électron libre se déplaçant à la vitesse de 2187647.561 m/s.

Nous observons donc que la séquence d'accélération a généré un total de 40.8 eV d'énergie cinétique, dont 13.6 eV est éjecté de force lors du freinage brusque de l'électron à son arrivée à l'orbitale de moindre action, dû à son inertie longitudinale, comme l'est aussi l'énergie cinétique translationnelle d'un corps macroscopique en mouvement lorsqu'il entre en collision avec un obstacle, et le 27.2 eV restant demeurant statiquement induit dans l'électron aussi longtemps qu'il demeurera dans cet état d'équilibre électromagnétique, variant seulement légèrement et progressivement à mesure que l'électron se déplace axialement autour de la distance moyenne de moindre action le séparant du proton, à l'intérieur des limites imposées par la distribution statistique permise, tel que décrit précédemment.

Notons finalement que tous les photons électromagnétiques, qu'ils proviennent de l'espace profond ou de processus terrestres locaux, sont connus pour avoir été émis par exactement le même processus de freinage (bremsstrahlung), allant des photons les moins énergiques, émis par des électrons se déplaçant d'une orbitale instable donnée vers une orbitale plus proche d'un noyau atomique, jusqu'aux photons de rayonnement gamma les plus intenses émis lors de la fission ou fusion nucléaire ou autres réarrangements nucléaires. Notons aussi que tous les photons électromagnétiques émis lorsque des particules élémentaires entrent en collision les unes avec les autres entrent aussi dans la catégorie bremsstrahlung, comme lorsque de soi-disant "rayons" cosmiques, constitués principalement de protons hyper-énergiques venant de l'espace profond tel que déjà mentionné, entrent en collision avec des atomes ou molécules de l'atmosphère terrestre ou directement au sol.

Relation entre l'augmentation adiabatique de chaleur avec la profondeur dans la masse de la terre et la compression des orbitales atomiques

Nous pouvons maintenant mettre en perspective que la quantité non-libérable de 27.2 eV d'énergie induite adiabatiquement en permanence dans l'électron, aussi longtemps qu'il demeure stabilisé sur son orbitale de moindre action naturelle dans un atome d'hydrogène, est dans une situation légèrement différente de l'énergie aussi non-libérable induite adiabatiquement en permanence par compression dans la masse de la Terre, qui est connue pour maintenir en permanence une température estimée à 5100 degrés Kelvin au centre de la Terre [1].

Il faut mettre en perspective ici que l'orbitale moyenne de moindre action de l'atome d'hydrogène, correspondant au rayon de Bohr ($r_0 = 5.291772083E-11$ m), est le rayon de l'atome d'hydrogène "non-comprimé". La même chose est vraie pour toutes les orbitales calculées de tous les atomes du tableau périodique [6].

C'est ici que l'augmentation adiabatique de chaleur avec à mesure que la profondeur s'accroît dans la Terre peut être mise en corrélation avec la compression des orbitales

atomiques. Il est clairement établi que la chaleur dans les liquides et corps solides est directement associée aux quantités d'énergie en excès de l'énergie non-libérable que la force de Coulomb induit dans les électrons aux distances discrètes auxquelles états d'équilibre électromagnétique locaux les force à s'établir dans les atomes.

À pression normale à la surface de la Terre, cet excès d'excitation des électrons sur leurs orbitales est causée par des transferts d'énergie entre les atomes, soit par convection, conduction ou radiation. Dans le cas de l'augmentation d'énergie due à l'augmentation de pression à mesure que la profondeur augmente dans la Terre, ni la convection, ni la conduction, ni la radiation ne peuvent être en jeu. Parce que les atomes sont en contact direct dans les liquides et les solides, la seule cause possible pour l'augmentation adiabatique de chaleur associée à l'augmentation de profondeur dans la masse de la terre, ne peut être que la compression des atomes les uns contres les autres, les forçant à occuper des volumes plus restreints, ce qui raccourcie les distances auxquelles les électrons se stabilisent par rapport aux noyaux.

Puisque l'énergie cinétique s'induit en fonction de l'inverse du carré de la distance axiale entre électrons et protons, des distances plus courtes entre eux ne peuvent que causer une augmentation de l'énergie non-libérable induite dans les électrons.

Par exemple, si un atome d'hydrogène pouvait hypothétiquement être trouvé au centre de la Terre et son électron induit avec une énergie correspondant à 5100 °K, le rayon auquel cet électron serait forcé de se stabiliser dans un tel atome d'hydrogène peut être calculé.

Bien sûr, tout calcul de ce type est approximatif dans une certaine mesure, même pour les meilleures méthodes d'estimation décrites à la référence [8], mais en utilisant l'énergie requise pour augmenter la température d'une mole d'hydrogène (H₂) de 1 degré Kelvin, un chiffre du bon ordre de grandeur peut facilement être obtenu, même si hautement approximatif.

Considérant qu'une mole de H₂ possède une masse de 2.0158 grammes, et que 28.836 joules d'énergie sont requises pour élever sa température de 1°K, nous découvrons qu'une quantité supplémentaire approximative de 0.7621 eV sera induite à l'orbitale moyenne comprimée d'un atome d'hydrogène hypothétiquement localisé au centre de la terre, ce qui établit l'énergie de son photon-porteur à 27.2 + 0.7621 eV = 27.9621 eV, quantité qui convertie en joules donne 4.480021845E-18 j, à être comparé à 4.359743805E-18 j pour l'orbitale de moindre action non-comprimée.

En isolant le rayon dans l'équation de Coulomb (voir équation (4)), et en utilisant cette quantité augmentée d'énergie induite par la force de Coulomb à cette distance du noyau, nous obtenons le rayon plus court suivant pour l'orbitale moyenne de moindre action comprimée de cet atome d'hydrogène hypothétiquement situé au centre de la Terre:

$$r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{E} = 5.1497E-11m \quad (12)$$

à être comparé avec le rayon non comprimé de Bohr de 5.291772E-11 m.

Nous pouvons donc facilement imaginer jusqu'à quel point seront comprimés les atomes situés au centre de Jupiter par exemple (317.8 fois la masse de la Terre), ou du Soleil (333000 fois la masse de la Terre), et à quel point plus chauds de manière permanente les centres de ces corps célestes se trouvent à être.

Même si l'on pouvait s'attendre à ce que cette chaleur diffuse avec le temps jusqu'à la surface, il a été démontré qu'aucune énergie induite par compression adiabatique ne peut

diffuser par conduction dans des zones moins compressées dans un système isolé. En réalité, à mesure que la pression diminue avec la distance en diminution par rapport avec la surface, de moins en moins d'énergie sera tout simplement induite dans les électrons à mesure que les volumes atomiques augmentent et que la distance entre les électrons et les noyaux augmente.

Dans toutes les expériences de compression adiabatique exécutées à notre niveau macroscopique impliquant des systèmes isolés, la chaleur générée à la compression maximale diminue à mesure que la pression diminue et reviendra à la température initiale lorsque la pression initiale est rétablie, démontrant que le processus est totalement réversible. De plus, si la pression est diminuée encore plus, une baisse de la température sous la température ambiante dans un système fermé se produira. C'est cette découverte qui a permis le développement de divers systèmes de réfrigération, en faisant en sorte que la chaleur générée cycliquement par compression se diffuse dans l'environnement avant de réduire la pression dans un système fermé. Parmi d'autres applications utiles, un autre exemple est l'utilisation de la chaleur générée adiabatiquement par compression pour déclencher l'allumage du carburant dans les moteurs diesel.

À vrais dire, même la quantité d'énergie de 13.6 eV qui doit être procurée à un électron pour le chasser de l'orbitale de moindre action d'un atome d'hydrogène semble aussi diminuer en quantité de la même manière à mesure que la distance augmente entre lui et le proton, pour théoriquement atteindre zéro à l'infini, une quantité qui sera de nouveau ré-accumulée lorsque l'électron accélère de nouveau pour être re-capturé par un proton.

Si nous réexaminons l'exemple du corps de 1 kg reposant à la surface de la Terre, nous observons que ce corps est dans un état d'équilibre énergétique de moindre action, tout comme la matière située au centre de la Terre.

Prenons maintenant conscience que de la stricte perspective électromagnétique, ce corps de 1 kg, ainsi que la matière dont le sol est constitué à la surface de la terre, sont ultimement seulement faits d'atomes, dont les seuls constituants ultimes sont des électrons, des quarks up et des quarks down, qui sont les seules particules massives, collisionnables, chargées électriquement et au comportement quasi-ponctuel qui ont jamais été détectées dans les structures atomiques. Puisqu'elles possèdent toutes une charge électrique, il devient évident à ce point-ci que toutes ces particules sont sujettes de manière à la force de Coulomb, et que cette force sera en action permanente entre ces particules chargées constituant la masse de 1 kg et celles constituant la Terre, se retrouvant ainsi dans la même situation que l'électron qui est attiré par un proton par la force de Coulomb dans un atome d'hydrogène.

Si nous forçons ce corps à s'éloigner de la surface vers un état d'équilibre de moindre énergie, soit une hauteur de 1 mètre comme dans notre exemple, en lui procurant les 9.78 joules d'énergie que les particules chargées qui le compose ont initialement accumulées et libérées lorsqu'elles ont atteint la surface pour la première fois dans le passé à partir de cette hauteur de 1 mètre, toutes les considérations préalablement analysées conduisent à conclure que ce 9.78 joules d'énergie "diminuera" adiabatiquement et progressivement à mesure que le corps s'élève vers cette hauteur de 1 mètre, se résolvant "de manière classique", à ce que cette énergie aurait été "dépensée" sous forme de "travail" accompli pour atteindre cette hauteur.

Lorsque le corps devient momentanément immobile à cette hauteur de 1 mètre, il semble difficile de ne pas conclure que cette énergie n'aura pas été totalement "dépensée". Plus précisément, que le corps n'aura plus à sa disposition qu'exactement l'énergie cinétique non-libérable induite adiabatiquement par la force de Coulomb en action entre les composants chargés ultimes de la masse de 1 kg et ceux de la Terre à cette distance de la Terre, et qui demeurera stable à cette valeur tant que le corps demeurera au repos à cette hauteur.

Tel que mis en perspective préalablement par rapport au principe de conservation de l'énergie, lorsque le corps de 1 kg ré-accélère vers la Terre, toutes les mesures confirment qu'il ré-accumulera exactement 9.78 joules d'énergie translationnelle, qui seront libérées dans l'environnement lorsque le corps atteindra le sol, exerçant de nouveau de manière statique

une pression de 1 kg contre la surface, dans un processus exactement similaire à celui de l'électron libérant 13.6 eV lorsqu'il est stoppé en équilibre électromagnétique en atteignant l'orbitale de moindre action d'un atome d'hydrogène.

Ainsi donc, en transposant le processus adiabatique que nous venons d'analyser dans le cas de l'électron de masse $9.10938188E-31$ kg, qui ré-accumule de l'énergie en ré-accélérant vers l'état d'équilibre de l'orbitale de moindre action d'un atome d'hydrogène, il peut être affirmé avec force que pendant la phase de ré-accélération de la masse de 1 kg, cette dernière accumulera en réalité 29.34 joules d'énergie, soit 9.78 joules qui seront libérées, et 19.56 joules demeurant adiabatiquement non-libérables, constitué de 9.78 joules d'énergie unidirectionnelle, associée au momentum et dirigée translationnellement vers le centre de la terre et correspondant à la pression de 1 kg que la masse applique sur le sol, et des 9.78 joules restant convertis en un incrément de masse de $9.78/c^2 = 1.088171755E-16$ kg, ce qui correspond à une masse d'un ordre de grandeur 13 fois plus faible que 1 gramme de masse, tel que mentionné au début de cette analyse.

La manière avec laquelle la quantité adiabatiquement non-libérable de 19.56 joules diminuera pendant que le corps de 1 kg s'élève jusqu'à une hauteur de 1 mètre, et est ré-accumulée pendant que la masse retourne à son état initial de moindre action sur le sol, qui est identique à celle avec laquelle le 27.2 eV d'énergie adiabatiquement non-libérable diminue lorsque l'électron s'échappe du proton et est ré-accumulée de nouveau lorsqu'il ré-accélère pour être re-capturé, est ce qui supporte l'idée que de tels systèmes sont impliqués dans des processus adiabatiques réversibles.

Usages potentiels de l'énergie adiabatique irréversible induite initialement

Toutes ces considérations viennent en appui à l'idée qu'une particule nouvellement créée, et qui par conséquent n'a jamais été "forcée de s'éloigner" d'un quelconque état d'équilibre énergétique plus intense, accumulera adiabatiquement pour la première fois de son existence, et de manière irréversible, l'énergie requise pour atteindre cet état d'équilibre plus énergétique, en provenance d'un état d'équilibre moins énergétique.

Ceci étant posé comme postulat, quel usage pourrait possiblement être fait de telles quantités d'énergie nouvellement créées, si ces conclusions étaient confirmées? Peu de chose à vrai dire dans le cas que nous venons tout juste d'examiner, puisque 13.6 eV équivaut à peine $2.1798719E-18$ joules, ce qui signifie que pour équivaloir à 1 joule, il faudrait "mettre au travail" cent million de milliards d'électrons nouvellement créés! L'établissement d'une procédure de contrôle d'un nombre aussi astronomique d'événements pour un aussi faible résultat semble tout à fait impossible à même considérer, étant donné qu'il faut dépenser 9.78 joules pour élever de 1 mètre au dessus du sol une masse de 1 kg, et que pour simplement augmenter de 1 °K la température d'une masse de 2.0158 grammes d'hydrogène, il faut investir 28.836 joules d'énergie!

La question qui vient maintenant à l'esprit est la suivante: Pourrait-il exister un autre état d'équilibre électromagnétique de moindre action que des électrons pourraient atteindre et qui serait plus énergétique que l'état d'équilibre de moindre action le plus énergétique impliquant les orbitales électroniques? Ou, formulé de manière plus générale: Quel est l'état d'équilibre électromagnétique de moindre action le plus énergétique qu'un électron peut atteindre dans la nature impliquant une séquence d'induction initiale irréversible d'énergie adiabatique?

Il est remarquable que dans la foule de particules qui peuplent le Modèle Standard, seulement 4 particules massives stables existent dans toute la collection, soit l'électron, le positon, le proton et le neutron; toutes les autres particules étant des particules métastables

qui existent seulement très fugacement et qui évacuent leur excès d'énergie pendant des séquences de dégradation bien documentées, et qui laissent toujours comme produit stable ultime l'un ou l'autre de cet ensemble très restreint de 4 particules massives véritablement stables, à part des photons électromagnétiques non-massifs et des neutrinos.

Nous avons des preuves expérimentales incontestables que des électrons et des positons peuvent être produits par déstabilisation de photons d'énergie 1.022 MeV ou plus par un processus impliquant une mécanique telle celle analysée à la référence [9]. Mais aucun processus mécanique clairement établie ni expérimentalement démontré n'a jamais été élaboré qui pourrait logiquement expliquer comment des protons et neutrons sont produits.

Le seul indice expérimental que nous avons vraiment à notre disposition concernant leur possible origine, vient de la production extensive de hadrons (mésons et baryons, incluant des protons et des neutrons) dans de nombreuses expériences de collisions de faisceaux d'électrons et de positons à l'installation SPEAR de l'accélérateur linéaire de Stanford (SLAC) dans les années 1970 [21].

Cela suggérerait la possibilité que les quarks up et down initialement détectés suite aux expériences exécutées durant la période de 1966-1968 pourraient possiblement être des électrons et positons qui se captureraient en quelque sorte en triades, et accéléreraient jusqu'à se stabiliser sous forme de ces 3 composants au comportement quasi-ponctuel internes des protons et neutrons, en dépit des différences de masses et intensité de signes des charges électriques vérifiées entre l'électron et le quark down d'une part, et celles du positon et du quark up d'autre part, qui resteraient à être expliquées.

Un autre indice est le fait que les quarks up et down ont un toujours comportement quasi-ponctuel, tout comme les électrons et positons, lors de toutes les expériences de collisions.

Bien sûr, l'objection immédiate à l'existence possible d'un tel processus est que le principe de conservation de l'énergie exclut de manière absolue la possibilité que 3 particules ayant une masse de $0.511 \text{ MeV}/c^2$, pour une masse totale de $1.533 \text{ MeV}/c^2$, pourraient se transformer en une masse stable de $938 \text{ MeV}/c^2$ telle celle du proton ou du neutron, sans emprunter l'énergie requise de l'environnement, un emprunt que les données expérimentales montrent clairement comme ne se produisant jamais. Mais nous venons de voir que le principe de conservation de l'énergie n'a jamais été défini pour intégrer complètement les processus adiabatiques, et ne tient pas compte par définition du cas de création initiale de particules massives chargées électriquement.

Cependant, toutes les tentatives de développer une mécanique logique de conversion qui s'intégrerait dans les limites de la géométrie traditionnelle d'espace-temps à 4 dimension ont été infructueuses. C'est seulement lorsque la géométrie spatiale à 3 espaces décrite à la référence [2] fut conçue, inspirée par les conclusions de de Broglie, qu'une telle mécanique de conversion commença à avoir du sens tout en demeurant compatible avec les équations de Maxwell.

Cette mécanique couvre de manière cohérente tous les processus allant de la génération de photons électromagnétiques, telle que décrite à la référence [2], à la production de paires électron-positon à partir de photons électromagnétiques d'énergie 1.022 MeV ou plus, telle que décrite à la référence [9], jusqu'à la production de protons et neutrons à partir d'électrons et positons au comportement quasi-ponctuel comme matériau, qui se captureraient mutuellement en triades $e^+ e^+ e^-$ et $e^- e^- e^+$, avec une énergie insuffisante pour échapper à leur interaction mutuelle, tel que décrit à la référence [10].

La mécanique proposée permet aussi de réconcilier les différences d'intensité de signes des charges électriques et de masses entre l'électron et le quark down, et entre le positon et le quark up, en conformité avec des processus déjà bien compris [10].

La seule cause possible de la stabilisation des quarks up et down à ces distances bien connues de l'ordre de 1.2×10^{-15} m du centre de leurs triades peut bien sûr seulement être la mécanique d'équilibre électromagnétique préalablement clarifié pour l'électron dans l'atome d'hydrogène, impliquant une interaction antagoniste entre la force électrique fonction de la loi de l'inverse du carré et l'interaction magnétique fonction de l'inverse du cube. Cette mécanique est analysée à la référence [3].

La nouvelle énergie libérée par chaque occurrence d'une telle nucléogénèse s'élève à trois photons de bremsstrahlung d'environ 155 MeV chacun, pour un total de 465 MeV, plus une augmentation non-libérable de masse de $938 - 1.533 = 936.467$ MeV/c², pour un gain total d'énergie de 1401.467 MeV, soit 1,401,467,000 eV ou 2.245×10^{-10} joules, ce qui constitue 34.35 millions de fois plus d'énergie que le 40.8 eV gagné de manière irréversible avec la séquence initiale d'accélération d'un électron nouvellement créé vers l'orbitale de moindre action d'un atome d'hydrogène.

Dans le cas des nucléons, contrairement à la quantité non-libérable de 27.2 eV induite en permanence au rayon de l'orbitale de moindre action de l'atome d'hydrogène, mais qui diminuera si l'électron s'éloigne de l'orbitale de moindre action, la quantité non-libérable d'énergie/masse de 936.467 MeV/c² est stabilisée de manière permanente dans ce nouvel état d'équilibre électromagnétique. C'est pourquoi cette quantité nouvellement créée d'énergie/masse demeure disponible en tant que nouvelle masse utilisable en permanence. Cela réduit le nombre d'occurrences de nucléogénèses requise pour constituer 1 joule, à 4.454 milliards.

Cela peut sembler énorme, mais des quantités de particules du même ordre de grandeur sont régulièrement accélérées dans les accélérateurs à haute énergie dans des temps tout à fait raisonnables. Par exemple, le taux de collisions à l'accélérateur LHC atteint facilement les 2.4 milliards par minute.

Production de protons et neutrons dans la Nature

Maintenant, si les nucléons ont été, et sont possiblement encore, produits dans la nature par de tels processus adiabatiques irréversibles d'accélération initiale impliquant des électrons et des positons, ne devrions-nous pas avoir déjà observé ce phénomène?

La réponse est "oui" bien sûr. Mais puisque cette possibilité n'a jamais été sérieusement considérée avant, il pourrait bien avoir été observé sans avoir été reconnu pour ce qu'il était en réalité. Par exemple, le niveau d'énergie 200 fois plus élevé mesuré dans la corona du Soleil par rapport à celle de la photosphère, en dépit de pertes constantes et énormes d'énergie dues aux émissions de masses coronales (EMC) et aux échanges avec la photosphère, intrigue les chercheurs depuis que la corona a été découverte [23]. Il se trouve que si ce niveau d'énergie ambiant dans la corona était maintenu par le processus considéré ici, s'il était établi de manière continue sous forme d'une réaction en chaîne non-explosive de faible niveau, ce niveau se stabiliserait précisément dans la plage correcte de températures, tel qu'analysé à la référence [19].

Aussi, le processus de fusion proton-proton dont Gamow a fait l'hypothèse et qui a été présumé depuis 70 ans comme alimentant la fusion dans les étoiles, n'a jamais pu être reproduit expérimentalement dû à l'insurmontable répulsion électrostatique entre les protons,

une répulsion sensée surmontable au centre des étoiles seulement dû à la pression et la température qui y règne. Ce processus de fusion n'a jamais été réussi dans aucune des tentatives expérimentale impliquant la pression pour contraindre des protons à fusionner. En effet, toutes les expériences réussies de fusion montrent que des neutrons doivent obligatoirement être présents pour que le processus fonctionne.

En réalité, les seuls cas réussis de réaction en chaîne soutenue de fusion d'hydrogène sur la Terre ont impliqués des quantités massives de neutrons produits momentanément par la fission des détonateurs (bombes atomiques), pendant les tests expérimentaux d'explosions de bombes à hydrogène à motivation malheureusement militaire. La genèse de nucléons envisagée ici, pour sa part, résulte en la production stochastique théorique d'autant de neutrons que de protons, ce qui rendrait *de facto* possible une fusion proton-neutron-proton facile à reproduire.

Il devient alors tout à fait possible de considérer que la principale source d'énergie dans la masse des étoiles pourrait être un processus de nucléogénèse tel qu'envisagé ici, enclenchant ensuite la fusion des nucléons conduisant à la nucléosynthèse des éléments plus massifs, et qu'il pourrait même être le mécanisme déclencheur de l'ignition initiale dans les masses d'hydrogène primordial qui atteindrait une pression adiabatique centrale suffisante [20].

Ce qui conduit à conclure que ce serait la compression adiabatique subie par les escortes électroniques des atomes à mesure que la profondeur s'accroît dans les corps célestes massifs comme les étoiles, lorsqu'elle devient suffisante dans leur zone centrale pour que la quantité d'énergie induite dans les électrons des atomes d'hydrogène pour que leur photon-porteur atteignent le seuil de découplage de 1.022 MeV, qui se situe à une distance d'environ $0.2E-15$ m du proton.

Considérons maintenant qu'il a clairement été établi que l'énergie en surplus de celle constituant la masse au repos d'une particule élémentaire en mouvement comme l'électron, possède exactement les mêmes caractéristiques électromagnétiques que celles d'un photon en mouvement, tel qu'analysé aux références [2, 11]; la seule différence étant dans le cas de l'électron en mouvement auquel elle est associée, que cette énergie en surplus n'a pas d'autre choix que de "transporter", pour ainsi dire, la masse inerte de l'électron auquel elle est associée, d'où son nom de "photon-porteur". On peut donc tout à fait s'attendre à ce que ce photon-porteur, s'il devait atteindre le seuil de 1.022 MeV, serait aussi susceptible de se découpler [20].

Le rayon du proton ayant été expérimentalement déterminé comme étant d'environ $1.2E-15$ m, cela signifie que lorsque l'électron est contraint par compression adiabatique de s'approcher à environ $0.2E-15$ m du proton, son photon-porteur atteint et dépasse le niveau seuil de 1.022 MeV, et se retrouve dans la même situation par rapport au proton massif qu'un photon électromagnétique de 1.022 MeV qui frôlerait une particule massive, ce qui est connu pour initier son découplage.

La séquence d'ignition d'une protoétoile par découplage de photons-porteurs d'électrons dont l'orbitale est adiabatiquement comprimée jusqu'au seuil de découplage révélé par le modèle des 3-espaces est analysée à la référence [20].

Contrôle et utilisation de l'énergie adiabatique produite par processus irréversible d'accélération initial

Il n'est pas difficile d'imaginer ce qui deviendrait possible si nous avions la possibilité de fabriquer des protons et des neutrons à partir de paires d'électrons et positons générés par découplage de photons électromagnétiques sans masse d'énergie pure de 1.022 MeV, ce qui équivaut à manufacturer de la matière à partir de l'énergie à l'aide d'un processus qui est plusieurs ordres de grandeur plus efficace que les processus réversibles actuellement utilisés pour harnacher l'énergie utilisable.

Ces processus nous procureraient finalement un moyen de contrôle simple du processus de fusion de l'hydrogène au moyen d'une production continue de neutrons thermiques à un rythme compatible avec un tel contrôle, mettant enfin à notre disposition les quantités d'énergie énormes promises par la fusion de l'hydrogène. Seulement l'expérimentation nous révélera si un tel processus de nucléogénèse, si confirmé, peut libérer suffisamment d'énergie pour devenir lui-même une source primaire d'énergie utilisable.

La plus extraordinaire possibilité cependant, serait le développement potentiel d'un moteur de navire spatial qui éjecterait des particules massives fraîchement créées à partir d'énergie électromagnétique sans masse, qui procurerait une énergie suffisante pour soutenir une poussée continue, possiblement jusqu'au niveau de 1 g, ce qui éliminerait les ennuis de santé liés au voyage spatial inertiel en apesanteur, sans avoir à transporter d'énormes quantités de carburant; ce qui mettrait les corps les plus lointains du système solaire à notre portée immédiate, et rendrait possible les voyages vers les étoiles proches à l'intérieur de la durée de vie humaine [20], car si la masse au repos des nucléons est confirmée comme variant avec l'intensité locale du gradient gravitationnel, au moyen de l'expérience simple proposée plus loin, ce qui serait un révélateur incontournable que des vitesses relativistes, ou alternativement, des niveaux variables d'équilibre électromagnétique, son impliqués à l'intérieur des nucléons, alors la dilatation théoriquement postulée de l'espace-temps de la Théorie de la Relativité Restreinte ne serait plus en question par rapport à la durée des voyages interstellaires [20].

Deux méthodes différentes de nucléogénèse sont possibles en fonction de nos capacités techniques actuelles. La première implique de bombarder à l'aide d'un faisceau de photons électromagnétiques fortement collimaté possédant le moins d'énergie possible en haut du seuil de 1.022 MeV, une cible de matériel qui reste à identifier, possiblement un second faisceau hautement collimaté qui couperait la trajectoire du premier faisceau, fait de photons de 1.022 MeV, protons ou autres particules, qui produiraient des quantités de paires électron-positon thermiques ne possédant pas suffisamment d'énergie translationnelle pour échapper à leurs interactions mutuelles, ce qui permettrait aux triades de se former et d'enclencher les séquences initiales irréversibles d'accélération des triades vers les états nucléoniques stables.

La seconde méthode implique d'accélérer des électrons (ou positons) jusqu'à la vitesse minimale de 259 627 884 m/s, soit 86.6% de la vitesse de la lumière, soit une vitesse facilement atteignable avec les accélérateurs à haute énergie, et/ou possiblement avec les nouveaux wigglers FEL qui entrent actuellement en service sur de nombreux sites d'accélérateurs à haute énergie, et leur faire rencontrer un matériau cible qui reste à identifier, possiblement un faisceau d'électrons qui forcerait leurs photons-porteurs de 1.021998 MeV à se déstabiliser pour former chacun une paire électron-positon tout en ne leur laissant aucune énergie translationnelle résiduelle qui leur permettraient de s'échapper de la particule qu'ils transportent, de manière à ce que la paire nouvellement créée formerait immédiatement une

triade en accélération avec la particule transportée maintenant immobilisée. Des faisceaux d'électron produiraient des neutrons et des faisceaux de positons formeraient des protons.

Confirmation expérimentale

Enfin, existerait-il des expériences faciles à exécuter qui pourraient confirmer si oui ou non des protons et neutrons pourraient être produits de cette manière?

La réponse est oui.

Si les protons et les neutrons sont en réalité des triades d'électrons et positons qui ont accéléré jusqu'à atteindre cet état d'équilibre électromagnétique stable de moindre action de rayon approximatif de $1.2E-15$ m, cela signifie que la plus grande partie de la masse des nucléons ne peut être que relativiste de nature, puisque la somme totale possible des masses des quarks up et down qui constituent la structure collisionnable interne des nucléons a été expérimentalement confirmée comme constituant seulement 2% de la masse totale du proton, et seulement 2.4% de la masse totale du neutron (Voir Tableau 1, et les références [6, 10]).

Cette masse relativiste doit alors être associée aux vitesses hautement relativistes, ou niveaux d'énergie adiabatique, que les photons-porteurs des quarks up (possiblement des positons accélérés) et les quarks down (possiblement des électrons accélérés) doivent avoir pour les maintenir sur ces trajectoires fermées à très faible rayons de giration, sur lesquelles l'équilibre électromagnétique les force à se stabiliser. Ces vitesses et tous les autres paramètres associés sont analysés à la référence [10].

Étant donné que des vitesses relativistes ou niveaux d'énergie adiabatique seraient impliqués, la masse mesurable des protons et neutrons dépendrait directement de l'intensité locale du gradient du champ Coulombien. Cela signifie que la distance séparant les 3 quarks chargés électriquement à l'intérieur de chaque nucléon dans le noyau des atomes situés au centre de grandes accumulations de matière augmentera à l'intérieur du volume déterminé par leur escorte électronique, dû au fait que les quarks chargés électriquement seront plus fortement attirés vers l'extérieur par l'attraction Coulombienne en action à plus faible distance entre eux et les quarks up et down appartenant aux nucléons des noyaux des autres atomes qui peuplent leur environnement immédiat.

Si de petites quantités d'atomes sont éloignés d'une grande masse, alors cette distance entre les quarks chargés à l'intérieur de leurs nucléons ne peuvent que diminuer dans une certaine mesure dû à la diminution de la force de Coulomb entre eux et les quarks des atomes environnant qui sont maintenant situés plus loin, en fonction de la loi de l'inverse du carré de cette distance, ce qui inévitablement causera une augmentation de leur vitesse relativiste, ou niveau adiabatique d'énergie porteuse, à l'intérieur des nucléons, ce qui à son tour causera une augmentation de leur masse mesurable.

Cela signifie aussi que les noyaux moins denses, tel ceux du lithium ou du magnésium par exemple, sont sujets à avoir le taux de contraction de leurs nucléons vers leur densité maximale décroître plus rapidement que celui des éléments plus denses, tel l'uranium ou l'osmium, à mesure que l'intensité locale du gradient de la force de Coulomb décroît, étant donné qu'ils contiennent moins de nucléons dans des volumes du même ordre de grandeur. En effet, le diamètre des atomes les plus denses, incluant leur escorte électronique, étant connu pour être seulement 3 fois plus grand que celui de l'hydrogène, le ratio entre ceux des métaux les moins denses et ceux des plus denses sera encore plus faible, ce qui signifie que les nucléons des éléments les moins denses devraient se contracter plus rapidement que ceux des éléments plus denses vers leur limite, lorsqu'ils sont éloignés de la surface de la Terre.

Cela peut être vérifié d'une manière techniquement très simple, qui fut soumise déjà dans une proposition envoyée au "*Bureau International des Poids et Mesures*" (BIPM) et au "*National Institute of Standards and Technology*" (NIST), au début de mars de 2011. Cette expérience est aussi décrite dans un article publié en juillet 2013 ([20], Section XIX).

Seulement une balance à plateaux serait nécessaire pour procéder à cette expérience, pendant laquelle deux masses d'éléments de densités aussi éloignées que possible l'une de l'autre seraient ajustées en parfait équilibre au niveau du sol, ou mieux encore, au fond du plus profond puits de mine possible. Cet assemblage serait ensuite élevé en altitude.

Pourquoi pas jusqu'à 10 km d'altitude, comme ce fut fait pour le célèbre test de Hafele et Keating avec des horloges atomiques synchronisées en 1971? Si les taux de contraction des nucléons sont réellement différents pour les éléments de faible et de haute densité, tel que l'hypothèse en est faite ici, le plateau supportant l'élément le moins dense devrait s'abaisser à mesure que l'altitude augmente, montrant que l'élément moins dense devient plus massif en s'éloignant de la Terre que l'élément plus dense situé sur l'autre plateau.

Ceci prouverait hors de tout doute possible que des vitesses relativistes variables, ou des niveaux d'énergie-porteuse adiabatiques variables, sont impliqués dans les nucléons, ce qui donnerait définitivement substance à la possibilité que les masses au repos des noyaux atomiques ne sont pas invariantes tel que postulé dans la Théorie de la Relativité Restreinte, et que les nucléons pourraient être produits au moyen du processus irréversible d'accélération initiale décrit ici.

Outre cette expérience techniquement facile à exécuter, une expérience qui demande des moyens techniques de pointe peut aussi être exécutée, qui confirmerait directement si oui ou non les quarks up et down des nucléons sont en réalité des électrons et des positons dont les caractéristiques de masse et de charge électrique seraient contraintes vers ces états altérés par les stress imposés par ces états d'équilibre électromagnétique de moindre action les plus énergiques que les électrons et positons peuvent potentiellement atteindre dans la nature.

Puisque fondamentalement, la construction de protons et neutrons à partir de triades d'électrons et positons serait par définition un processus adiabatique réversible, exactement comme la construction d'un atome d'hydrogène par capture d'un électron sur l'orbitale de moindre action de moindre action autour d'un proton, et qu'il est possible de libérer cet électron en lui procurant la même quantité de 13.6 eV d'énergie qu'il avait libéré en se stabilisant, il devrait similairement être possible théoriquement de libérer l'électron et les deux positons captifs dans un proton immobilisé, en faisant en sorte qu'il absorbe simultanément 3 photons d'énergie légèrement plus haute que 154.8696007 MeV, équivalents à ceux qu'ils ont libéré en se stabilisant sous forme des composants collisionables internes d'un proton.

Similairement pour le neutron, l'absorption théorique simultanée de trois photons d'énergie légèrement supérieure à 155.2289185 MeV devrait libérer le positon et les deux électrons captifs, provoquant par la même occasion la disparition, c'est-à-dire la réduction à zéro, de l'énergie adiabatique non-libérable de leurs photons-porteurs, qu'ils avaient accumulée en se stabilisant sous forme des composants internes du neutron, dans ce cas aussi.

En pratique cependant, considérant la difficulté inhérente à produire et guider avec précision des photons d'un tel niveau d'énergie, il est possible de considérer utiliser un plus grand nombre de photons dont la somme des énergies équivaldrait ou dépasserait le seuil de libération de 465 MeV, qui seraient simultanément absorbés par un proton cible immobilisé, en provenance de batteries de laser à haute énergie.

Le succès d'une telle expérience de libération des composants collisionables internes d'un proton sous forme d'électrons et positons se déplaçant librement, accompagnée de la disparition de l'énergie adiabatique non-libérable impliquée, constituerait la preuve physique hors de tout doute de la réalité du processus décrit dans la présente analyse. C'est-à-dire, en apportant la preuve expérimentale hors de tout doute que les quarks up et down sont seulement des électrons et des positons dont les caractéristiques de masse et de charge électrique sont contraintes vers ces états altérés par les stress imposés par ces états d'équilibre électromagnétique de moindre action les plus énergiques que les électrons et positons peuvent potentiellement atteindre dans la nature.

Conclusion

Considérant la relative simplicité d'implémentation des expériences qui confirmeraient si oui ou non la séquence initiale d'accélération irréversible des particules élémentaires nouvellement créées est assujettie au principe de conservation, ainsi que la source potentiellement illimitée d'énergie qui deviendrait disponible par le contrôle du processus, il est à espérer que la communauté physique deviendra intéressée aussi tôt que possible à procéder à ces expériences.

Bibliographie

- [1] Lowrie W (2007). *Fundamentals of Geophysics*, Second Edition, Cambridge University Press.
- [2] Michaud A. (2016). *On de Broglie's Double-Particle Photon Hypothesis*. J Phys Math 7: 153. doi:10.4172/2090-0902.1000153.
https://www.scirp.org/pdf/JMP_2018042716061246.pdf
- [3] Michaud A. (2013). *On the Magnetostatic Inverse Cube Law and Magnetic Monopoles*. International Journal of Engineering Research and Development e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 7, Issue 5 (June 2013), PP.50-66.
<https://www.hilarispublisher.com/open-access/on-de-broglies-doubleparticle-photon-hypothesis-2090-0902-1000153.pdf>
- [4] Feynman R (1949) **Space-Time Approach to Quantum Electrodynamics**, Phys. Rev. 76, 769.
- [5] **National institute of Standards and Technology**, (NIST), (February 2011).
- [6] Lide DR, Editor-in-chief (2003). **CRC Handbook of Chemistry and Physics**. 84th Edition 2003-2004, CRC Press, New York. 2003.
- [7] Breidenbach M. et al. (1969) **Observed Behavior of Highly Inelastic Electron-Proton Scattering**, Phys. Rev. Let., Vol. 23, No. 16, 935-939.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] Marmet P (2003) **Fundamental Nature of Relativistic Mass and Magnetic Fields**. International IFNA-ANS Journal, No. 3 (19), Vol. 9. Kazan State University.

- [13] Kaufmann W (1903) **Über die "Elektromagnetische Masse" der Elektronen**, Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften Nachrichten, Mathem.-Phys. Klasse, pp. 91-103.
- [14] Michaud A (2013) **On the Electron Magnetic Moment Anomaly**, International Journal of Engineering Research and Development. e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 7, Issue 3, PP. 21-25.
- [15] Stodolna A S, Rouzée A et al. (2013) **Hydrogen Atoms under Magnification: Direct Observation of the Nodal Structure of Stark States**. Physical Review Letters. Volume 110, Issue 21, e213001, (2013).
- [16] Blackett, P.M.S & Occhialini, G. (1933) **Some photographs of the tracks of penetrating radiation**, Proceedings of the Royal Society, 139, 699-724.
- [17] McDonald K et al. (1997) **Positron Production in Multiphoton Light-by-Light Scattering**, Phys. Rev. Lett. 79, 1626. (<http://www.slac.stanford.edu/exp/e144/>).
- [18] Resnick R & Halliday D (1967). **Physics**. John Wiley & Sons, New York.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] Hanson, G, Agrams G.S. et al. (1975). **Evidence for Jet Structure in Hadron Production by e+ e- Annihilation**. Phys. Rev. Let., Vol. 35, No. 24, 1609-1612.
- [22] 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.
- [23] Aschwanden M (2006). **Physics of the Solar Corona**, Springer.

Autres articles dans le même projet

INDEX - Mécanique électromagnétique (Le modèle des 3-espaces)