

## Le dernier défi de la physique moderne

André Michaud

*srp2@globetrotter.net*

*Service de Recherche Pédagogique*

*http://pages.globetrotter.net/srp/*

Citation de

**[Géométrie maxwellienne augmentée de l'espace](#)**

**4<sup>ème</sup> Édition, 2009, Les Éditions SRP**

=====> [Click here for English version](#)

### **Abstract:**

Synthèse de l'état actuel de la recherche concernant le lien de causalité entre l'énergie et la masse.

### ***La réalité physique objective***

Commençons par définir ce qu'il faut entendre par "réalité physique objective" au niveau fondamental.

Durant le 20<sup>e</sup> siècle, une foule de particules ont été identifiées (ou "définies"), qui ont été répertoriées principalement (mais non exclusivement) dans ce qui est maintenant nommé le Modèle Standard. On peut les regrouper en plusieurs catégories : les particules virtuelles, les particules complexes instables, les particules élémentaires instables, les particules complexes stables, les particules élémentaires stables et finalement les neutrinos.

Examinons maintenant chacune de ces catégories de manière générale.

### **Les particules virtuelles**

Nous pouvons inclure ici les photons virtuels, qui sont une métaphore mathématique que Feynman proposa en 1949 dans le cadre de sa nouvelle Électrodynamique Quantique, pour faciliter la représentation mathématique de l'interaction coulombienne qui est en action constante entre les particules chargées [1]. Cette interaction coulombienne réelle, étant dynamique, c'est-à-dire non quantifiée mais continue et variant progressivement avec la distance, était en effet beaucoup plus difficile à représenter mathématiquement par l'approche hamiltonienne utilisée traditionnellement, et qui tenait compte de sa nature continuellement progressive, que par la méthode lagrangienne proposée par Feynman, qui permet de la traiter comme si elle était quantifiée, en utilisant des états momentanément instantanés, comme figés dans le temps, qu'il proposait de nommer "photons virtuels".

Incluons aussi les gluons, qui sont aussi une métaphore mathématique pseudo quantifiée, mais cette fois-ci, de l'interaction plus que probablement aussi progressive mais encore non complètement comprise qui agit entre les composants constituant les nucléons, dans le cadre de la Chromodynamique Quantique.

Il y a aussi divers quarks (sauf les quarks up et down), qui sont aussi des particules virtuelles pseudo-quantifiées qui furent définies pour tenter d'équilibrer les équations de la Chromodynamique Quantique de manière à permettre un calcul précis de la structure des nucléons.

Ce qui distingue ces particules virtuelles métaphoriques des particules réelles, est finalement le fait qu'il est impossible d'en prouver l'existence physique par collision directe avec une particule dont nous sommes certains de l'existence physique réelle, comme l'électron, par exemple.

Bref, toutes les particules virtuelles s'avèrent être, sans exception, de simples concepts mathématiques.

## Les particules complexes instables

Ici nous retrouvons des "particules" telles les diverses configurations de mésons pi et K, ainsi que les hyperons, qui sont des particules complexes instables encore plus massives que les protons et les neutrons, et qui sont toutes instables avec des durées de vie ne dépassant pas quelques fractions de seconde.

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

Par conséquent, on pourrait donc considérer que toutes ces particules complexes instables et éphémères sont seulement des états hyper-énergisés de ces particules stables fondamentales, et qu'à brève échéance, elles retrouvent toutes éventuellement leur état stable de moindre énergie après avoir évacué toute cette énergie en excès. Toute découverte à venir de particules éphémères encore plus énergiques ne pourrait que confirmer cette constatation.

Finalement, le neutron est instable lorsqu'il est isolé, avec une durée de vie moyenne de 16.88 minutes. Il se dégrade éventuellement pour donner deux particules totalement stables, soit un proton et un électron. (*Voir commentaire additionnel dans la section **Les neutrinos***)

## Les particules élémentaires instables

Dans cette catégorie, nous retrouvons le muon et la particule tau. Il est bien connu que ces deux particules, laissent toujours un électron solitaire comme unique sous-produit massif stable de leur dégradation en plus de quelques photons gamma.

D'une certaine manière, on pourrait considérer les muons et les taus comme des états hyper-massifs instables de l'électron.

## Les particules complexes stables

Dans cette catégorie, on retrouve le proton, qui est totalement stable, et aussi le neutron, lorsqu'il est associé à des protons dans les noyaux. Dans ce dernier cas, le neutron devient aussi stable que le proton. (*Quoiqu'il existe des cas limites dans certains noyaux instables*)

## Les particules élémentaires stables

Dans cette catégorie, nous retrouvons le photon, l'électron, le positon (qui est l'antiparticule de l'électron), le quark up, et finalement le quark down.

Ces particules sont considérées comme étant "élémentaires", parce que absolument toutes les expériences de collisions non destructrices effectuées, même les plus énergiques, nous ont révélé qu'elles se comportent en toutes circonstances comme si elles étaient ponctuelles, c'est à dire que nous avons la preuve formelle qu'elles ne sont pas constituées d'un assemblage de particules plus petites.

On dit qu'elles sont stables, parce qu'à moins qu'elles ne soient physiquement détruites (c'est à dire affectées par une collision de telle manière qu'elles cessent d'exister sous leur forme préalable, soit en se combinant à une autre particule ou en se convertissant en énergie), elles ont une durée de vie illimitée.

On remarque aussi quelque chose de singulier à propos de ces particules stables, c'est le fait qu'elles ont toutes un spin  $1/2$  (sauf le photon), qui caractérise les particules véritablement ponctuelles, et qu'elles ont toutes une charge électrique, positive ou négative (sauf le photon, encore une fois).

Le cas du photon est très particulier, en ce sens que tout en se comportant comme une particule ponctuelle, il possède un spin égal à 1, qui est un signe incontournable d'une particule à deux éléments, et qu'il est électriquement neutre.

Louis de Broglie nous apporta cependant une hypothèse de solution des plus crédibles pour expliquer ces particularités du photon. Ayant longuement analysé les caractéristiques du photon à la lumière des aspects vérifiés des théories afférentes, il tira la conclusion que la seule manière pour un photon de satisfaire à la fois la statistique de Bose-Einstein et la loi de Planck, et de parfaitement expliquer l'effet photoélectrique tout en obéissant aux équations de Maxwell et en se conformant aux propriétés de symétrie des corpuscules complémentaires de la théorie de Dirac, serait qu'il soit constitué non pas d'un corpuscule, mais de deux corpuscules, ou demi-photons, qui seraient complémentaires comme l'électron est complémentaire du positon ([ 2 ] , p.277) mais qui interagiraient de manière suffisamment intime pour expliquer leur comportement apparemment ponctuel.

Cette conclusion, associée au fait qu'en conformité avec la théorie de Maxwell, il considérait que l'aspect magnétique du photon ne peut être que dipolaire, si on émet l'hypothèse que les particules sont des entités électromagnétiques à part entière, et ne seraient pas des singularités dans un phénomène ondulatoire sous-jacent, semble contraindre l'association de charges (peut-être non signées ?) à chaque demi-photon, et par conséquent au photon lui-même, ce qui rend compte tout de même de sa neutralité connue.

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

En réalité, on pourrait même considérer qu'au niveau fondamental, la réalité physique objective ne peut être constituée que de l'ensemble des particules électromagnétiques stables qui sont en constante interaction électromagnétique, dont l'existence peut être physiquement prouvée par collisions et de l'ensemble des trajectoires de moindre action que leurs interactions électromagnétiques les forcent à suivre constamment de manière très précise.

## Les neutrinos

Les neutrinos sont un cas très particulier en physique. Nous savons depuis les années 20, qu'une partie de l'énergie du neutron semble disparaître complètement lorsque celui-ci se convertit en un proton et un électron, c'est-à-dire que la somme des énergies de l'électron et du proton qui résultent de la conversion, est presque toujours (mais pas toujours<sup>1</sup>) inférieure à l'énergie totale du neutron avant sa conversion.

Fermi proposa l'hypothèse qu'il devait s'agir d'une nouvelle sorte de particule qu'on n'arrivait pas encore à détecter physiquement, et qu'il proposa de nommer "neutrino". Mentionnons qu'à cette époque, la variabilité de la perte au niveau la dégradation de chaque neutron individuel n'avait pas encore attiré l'attention. Par la suite, les cas limites pour lesquels aucune énergie n'était perdue ne suffirent pas à provoquer une remise en question du concept du neutrino en tant que particule.

Notons ici que les muons et les particules tau semblent aussi perdre leur excès de masse de la même manière, en laissant un électron isolé comme unique sous-produit massif physiquement détectable, en plus de photons gamma, le processus étant accompagné de la "disparition" apparente d'une partie de l'énergie.

Même après 70 ans de recherche et d'expérimentation, on n'a toujours pas réussi à détecter physiquement les neutrinos par collisions avec d'autres particules d'une manière directement vérifiable.

Mais étant donné que la perte est de zéro dans certains cas de dégradation du neutron isolé, à moins qu'il puisse être expliqué pourquoi aucun neutrino n'est émis dans ces cas, cela pourrait bien être l'indice en fin de compte que le concept du neutrino en tant que particule pourrait bien ne pas être la bonne solution à ce problème, ce qui ferait qu'aucune explication satisfaisante pourrait bien n'avoir encore été trouvée pour cette perte variable d'énergie.

## La matière stable de l'univers

Revenons maintenant aux particules élémentaires stables collisionables. Il doit être bien compris que toute la matière stable de l'univers, soit tous les états stables possibles de tous les atomes constituant tous les corps de l'univers, est constituée exclusivement de ces particules élémentaires stables collisionables, qui suffisent, par le fait même, à décrire la seule réalité physique objective qui existe au niveau fondamental.

---

<sup>1</sup> Un point peu documenté de la dégradation des neutrons (nommée désintégration  $\beta$ ) est qu'en réalité la quantité d'énergie dont on perd la trace au moment de la dégradation est variable d'un cas à l'autre.

Cette perte dépend directement de la vitesse avec laquelle l'électron s'échappe lors de la transformation. Dans certains cas limites, l'électron s'échappe avec une vitesse suffisante pour qu'aucune perte ne puisse être mesurée alors que la perte atteint un maximum lorsque l'électron s'échappe avec une vitesse très faible.

Les quarks up et down s'associent par groupes de 3 pour former les nucléons (protons et neutrons), soit 2 quarks up plus un quark down pour former un proton, et deux quarks down plus un quark up pour former un neutron. Les divers éléments du tableau périodique ainsi que tous leurs isotopes sont constitués de toutes les combinaisons possibles de ces nucléons, et les électrons s'installent sur les couches électroniques qui donnent le volume mesurable des divers atomes.

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

Les photons sont produits lorsque des électrons sur-énergisés dans les atomes, perdent cet excès d'énergie sous forme d'un photon, en retombant sur l'orbitale la plus proche du noyau qu'elle peut possiblement atteindre, soit l'orbitale de repos, où dite "de moindre action" pour cet électron dans cet atome. Des photons peuvent aussi être produits lorsque les nucléons dans les noyaux perdent de l'énergie en excès d'une manière similaire.

## La nature des particules élémentaires stables

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

Ce fut Maxwell qui comprit le premier que la lumière devait être un phénomène électromagnétique, c'est à dire qu'il découvrit que la lumière qui nous venait des étoiles était causée par l'interaction d'un aspect électrique de l'énergie concernée agissant orthogonalement à un aspect magnétique de la même énergie, et que le plan déterminé par la relation orthogonale ces deux aspects se propageait dans le vide à la vitesse de la lumière dans une direction orthogonale à ce plan.

Maxwell percevait la lumière comme étant une onde dont la surface, ou front d'onde, se propageait en expansion sphérique à partir de son point d'origine. Mais suite aux travaux expérimentaux de Wien sur le corps noir cependant, Planck démontra mathématiquement que cette "onde" ne pouvait pas être continue au niveau fondamental comme l'avait conçue Maxwell, mais un phénomène discontinu, et que l'onde de Maxwell pouvait être traitée avantageusement comme une onde continue au niveau macroscopique seulement à cause de l'effet de foule créé par les innombrables quanta impliqués au niveau microscopique.

Einstein confirma cette hypothèse en 1905, avec son expérience photoélectrique. Des confirmations supplémentaires furent ensuite apportées par Compton et Raman.

Le doute n'était plus permis. Les ondes électromagnétiques telles que les concevait Maxwell n'existaient tout simplement pas, parce qu'en réalité, au niveau microscopique, elles sont constituées de manière vérifiable d'innombrables événements électromagnétiques discrets, qui furent nommées photons, chacun desquels ne pouvant être produit que par désexcitation d'un électron qui atteint une orbitale plus proche d'un noyau d'atome quelque part dans l'univers ou par désexc-

citation d'un quark up ou down ou d'un nucléon complet qui subit le même sort à l'intérieur d'un noyau d'atome.

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

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

Un nouveau pas fut ensuite franchi, qui ne laissait plus de doute quant au lien de parenté qui unit les photons et les électrons, quand Frédéric Joliot et Irène Curie démontrèrent expérimentalement en 1933 que tout photon dont l'énergie égale ou dépasse le seuil de 1.022 MeV peut se découpler en une paire électron/positon lorsqu'on lui fait frôler un noyau d'atome [3].

D'autre part, nous savions déjà qu'il existe un lien direct entre l'énergie qu'un électron accumule en accélérant entre les électrodes d'un tube de Coolidge, et celle dont est constituée le photon, parce qu'après qu'un électron ait quitté la cathode, et ait accéléré à travers le vide du tube jusqu'à l'anode, un photon est émis dans les fréquences des rayons-x au moment même où l'électron freine brusquement lorsqu'il est momentanément capturé par un atome de l'anode. Nous savons par vérifications expérimentales que l'énergie de ce photon correspond exactement à la quantité de mouvement (énergie cinétique) dont était animé l'électron au moment de sa capture, juste avant son freinage.

Par conséquent, nous avons la preuve expérimentale directe et formelle depuis les années 30, qu'il est possible de convertir en photons les quantités de mouvement (énergie cinétique) qui s'accumulent par accélération des électrons, et de reconverter en paires électron/positon les photons dont l'énergie égale ou dépasse 1.022 MeV.

Bref, nous savions désormais que des particules massives (l'électron et le positon) sont de même nature électromagnétique que les photons et que les photons sont constitués d'énergie cinétique pure.

Pour revenir brièvement à la question des neutrinos, des considérations théoriques fondées sur les conclusions de de Broglie relativement à la structure interne des photons, portent à penser que l'énergie qu'on associe aux neutrinos, lors de la désexcitation des particules mu et tau et lors de la dégradation des neutrons, pourrait simplement être de l'énergie qui se déquantifierait dans l'espace sous forme de simple énergie cinétique libre par un processus inverse de celui observé pour la quantification de l'énergie cinétique induite par accélération des électrons dans un tube de Coolidge lorsque ces électrons sont capturés par des atomes de l'anode.

## **Mécanique électromagnétique des particules fondamentales**

Dans le groupe des particules élémentaires stables collisionnables, seulement les seuls autres particules élémentaire massives stables chargées et collisionnables qui ont été identifiées, soit le quark up et le quark down, n'ont pas encore été associés par un lien aussi direct à la séquence de conversion de l'énergie cinétique en énergie électromagnétique suivi de conversion de l'énergie électromagnétique en particules massives que nous venons de mettre en évidence<sup>2</sup> parce qu'au-

---

<sup>2</sup> Preuve formelle que de l'énergie cinétique induite par accélération peut se convertir en photon (conversion à l'état électromagnétique) par bremsstrahlung, et preuve formelle que des

cune expérience n'a été tentée pour vérifier l'existence d'un tel lien depuis la vérification expérimentale de leur existence physique en 1968 à l'accélérateur linéaire SLAC.

On peut évidemment s'en étonner, considérant que la compréhension de ce dernier lien manquant de causalité nous aurait peut-être donné accès il y a plusieurs décennies déjà à une source potentiellement illimité d'énergie ([13], chapitre **Le moteur Corona**) d'ampleur immensément supérieure à l'énergie de fusion nucléaire, qui pour sa part ne concerne que l'énergie de liaison entre nucléons!

Avec ce dernier lien, nous disposerions enfin d'une mécanique électromagnétique complète des particules élémentaires.

La question suivante se pose donc :

**Pourquoi n'a-t-on pas tenté de découvrir ce dernier lien de causalité depuis la confirmation de l'existence physique des quarks up et down en 1968?**

### ***Les obstacles à l'exploration de la réalité physique objective***

#### **L'école de pensée de Copenhague et la causalité**

Pour comprendre pourquoi cette piste n'a pas été suivie, il faut remonter à la fin des années 20, alors que la Mécanique Quantique venait d'être formulée, combinant l'équation de Schrödinger et la méthode statistique de Heisenberg fondée sur la notion d'incertitude.

L'interprétation qui fut ensuite faite de cette méthode fut déterminante dans l'abandon général de toute recherche causale qui s'ensuivit, car les équations de la Mécanique Quantiques ne permettent pas le calcul simultané de la localisation dans l'espace et de la vitesse relative d'une particule. Par cette méthode, on peut calculer soit l'un, soit l'autre, mais pas les deux à la fois, ce qui rend impossible le calcul avec la Mécanique Quantique de quelque trajectoire que ce soit pour une particule, contrairement à la mécanique classique, qui permet le calcul de toute trajectoire de moindre action avec degré d'approximation suffisant pour être utile.

En combinant cette méthode avec la notion paradoxale onde-particule (deux notions contradictoires, comme nous l'avons déjà vu, puisque une onde électromagnétique se diffuserait obligatoirement par expansion sphérique à partir de son point d'origine, alors qu'une particule électromagnétique reste obligatoirement localisée en tout temps sur une trajectoire), qui venait compliquer encore plus la donne, Heisenberg tira la conclusion que malgré que l'on puisse considérer qu'un électron existe comme une particule localisée lorsqu'on le détecte individuellement, c'est-à-dire lorsqu'il est arrêté dans son mouvement, il ne peut circuler que sous forme d'un paquet d'ondes diffus en tout autre temps, dont l'extension peut théoriquement attendre l'infini et la somme des énergies associées à chacune des ondes contenues dans le paquet donnant l'énergie totale de l'électron.

Cette conclusion était en contradiction totale avec le simple bon sens, qui veut qu'en réalité, si une quantité précise d'énergie est émise sous forme d'un événement localisé, il semble tout à fait contraire au bon sens que si elle est détecté ailleurs plus tard, elle n'aurait pas suivi entre ces deux

---

photons de 1.022 MeV ou plus peuvent se convertir en paires de particules massives électron et positon (conversion de l'état d'énergie électromagnétique à l'état de masse) lorsque de tels photons passent proche d'un noyau d'atome.

points et ces deux moments une trajectoire de moindre action, sinon comment aurait elle pu suffisamment conserver son intégrité pour être identifié comme étant le même événement?

Or, Heisenberg, aussitôt appuyé par Bohr, proposait maintenant comme une sorte de dogme fondamental pour justifier l'incapacité de la fonction d'onde et de la méthode statistique de la Mécanique Quantique à calculer les trajectoires de moindre action des particules, qu'un quantum d'énergie discret, soit l'électron, cesse de l'être entre son point de départ et son point de détection, comme si la réalité physique que la Mécanique Quantique était sensée décrire, quelle qu'elle puisse être, se modifierait comme par magie pour se conformer à une méthode statistique de description inventée par l'homme!

En d'autres termes, Heisenberg et Bohr ont simplement décrété que les trajectoires de moindre action des particules ne pouvaient pas exister, pour la simple raison qu'une méthode de calcul dont la fonction est la détermination des états stationnaires des électrons dans l'atome était incapable de les calculer !

L'acceptation d'une telle prémisse consacrerait la Mécanique Quantique comme étant le fondement même de la réalité, rendait dorénavant suspecte toute nouvelle tentative d'explorer plus avant une réalité physique qui remettrait en cause une présumée "nature ultimement fondamentale" de la Mécanique Quantique au delà de laquelle rien ne pourrait plus être compris!

De nombreux physiciens de premier plan protestèrent énergiquement, dont les plus notoires furent Einstein, de Broglie, Planck, et Schrödinger, flairant ici un frein potentiel à la recherche d'une compréhension plus profonde de la réalité physique sous-jacente, mais rien n'y fit. Le congrès de Solvay en 1927 consacra le triomphe en apparence définitif de l'interprétation de Heisenberg, et l'histoire de la physique jusqu'à nos jours nous montre bien que les craintes des causalistes étaient entièrement fondées, puisque aucune recherche sur la nature de la réalité physique sous-jacente à la Mécanique Quantique et toutes les théories fondées sur cette interprétation ne fut effectuée depuis.

Le débat continua à faire rage jusqu'au milieu des années 50 et prit fin brusquement en 1955, à la mort du plus célèbre défenseur de la causalité, Albert Einstein, sur une victoire totale de l'interprétation de Copenhague-Göttingen (villes où résidait Bohr et Heisenberg, et qui donnèrent leurs noms à cette école de pensée). Les efforts persistants subséquents de de Broglie, Bohm, Vignier, et autres, pour ramener ensuite leurs confrères à la raison furent tout aussi vains que ceux d'Einstein.

Jusqu'à la fin de sa vie, de Broglie combattit cette dérive: "L'énergie et la quantité de mouvement d'une particule sont des grandeurs liées à la conception d'un objet localisé qui se déplace dans l'espace le long d'une trajectoire" ([2], p.13).

Depuis 50 ans, dans toutes les universités du monde, les physiciens sont formés dès le départ à penser en conformité avec la philosophie de l'école de Copenhague sans que personne ne les rende nécessairement conscients des implications, et s'ils ne remettent pas en question leur orientation philosophique personnelle par rapport à la réalité, tendent même à ne jamais devenir conscients du problème ([4]).

## **Les théories avancées par les tenants de l'école de pensée de Copenhague**

À part l'électrodynamique Quantique (QED) déjà mentionnée, proposée par Feynman en 1949, la seule théorie d'importance avancée par les tenants de l'école de Copenhague fut la Chromodynamique Quantique (QCD) vers la fin des années 70, qui se veut une description de la struc-

ture interne des protons et neutrons, et qui, sur le modèle de l'électrodynamique Quantique, fait appel à des particules virtuelles pour représenter les interactions progressives encore incomprises, à ce jour, entre les quarks up et les quarks down collisionables constituant les nucléons.

Il faut bien préciser ici, que même après 40 ans d'existence, personne n'a encore été capable de formuler les équations de cette théorie d'une manière suffisamment précise pour décrire correctement un nucléon ([5]), ce qui était pourtant la justification de son introduction à l'origine. Mais cela n'a pas empêché qu'elle soit enseignée depuis comme étant la seule théorie capable de décrire les nucléons.

Ces deux théories, la QED et la QCD, furent déterminantes dans la sous-estimation, au cours du dernier demi-siècle, de l'importance de l'interaction coulombienne progressive au niveau fondamental, parce qu'elles généralisaient la perception que des entités virtuelles pseudo-quantifiées pouvaient physiquement représenter le potentiel coulombien encore mal compris, qui agit progressivement entre des particules chargées réelles durant les collisions et déviations de ces particules entre elles.

De plus, l'acceptation générale en physique fondamentale de la méthode lagrangienne statique au lieu de la méthode hamiltonienne dynamique, à la suggestion de Feynman, fut la cause directe d'une perte d'intérêt complète pour le fait que les collisions et déviations des particules sont des séquences d'événement temporelles précises. Ces collisions et déviations n'étant pas physiquement instantanées, il y a de sérieuses raisons pour remettre en question l'opinion de Feynman lorsqu'il déclarait en 1949, et je cite :

"Pour plusieurs problèmes, par exemple la collision de particules, nous ne sommes pas intéressés à la séquence temporelle précise des événements. Il n'est d'aucun intérêt de pouvoir dire à quoi ressemble la situation à chaque moment pendant une collision et comment elle progresse d'un instant au suivant." ([1], p.771).

Il va sans dire que je suis en profond désaccord avec Feynman, parce que cette philosophie de recherche, par interdiction de principe, a conduit les respectueuses générations suivantes de physiciens, à soigneusement éviter d'explorer, depuis 50 ans, la dernière frontière encore inexplorée de la physique fondamentale.

## Dérive irrationnelle

À force de jongler mentalement avec ce mélange de particules virtuelles et de particules réelles, la fine ligne de démarcation qui doit être tracée entre les deux types est devenue de plus en plus floue dans l'esprit d'un nombre de plus en plus grand de physiciens, surtout parmi les inconditionnels de l'école de Copenhague. À tel point que nombreux sont ceux qui croient maintenant à l'existence physique de plusieurs de ces particules virtuelles métaphoriques, comme le quark top, par exemple, malgré l'impossibilité évidente de faire entrer en collision un tel concept mathématique avec une particule réelle, comme l'électron ou le positon.

La situation est devenue particulièrement préoccupante depuis que l'on a commencé à inculquer ces notions irrationnelles aux générations montantes d'étudiants en physique, sans les informer suffisamment pour leur permettre de porter un jugement éclairé sur la question.

Si peu de considération a fini par être reconnue aux opinions causalistes au niveau international, qu'en dépit de son immense stature en tant que l'un des derniers architectes majeurs restant de la physique moderne, le dernier livre de Louis de Broglie n'a même pas été traduit en anglais

([2]). Toutes les idées des physiciens causalistes ont maintenant complètement disparu mondialement des programmes d'enseignement.

Le mépris envers ces grands physiciens du passé est devenu tel dans la communauté physique que j'ai lu récemment sur un forum de physique du Usenet, l'intervention d'un physicien, élève de Wheeler, qui affirmait le plus sérieusement du monde que de Broglie avait probablement obtenu son prix Nobel pour des raisons politiques ! On peut s'interroger, n'est-ce pas, sur les raisons pour lesquelles un joueur aussi important que Louis de Broglie, l'un des plus fins théoriciens en électromagnétisme du 20<sup>e</sup> siècle, fait l'objet d'un tel mépris de la part de physiciens contemporains!

Depuis 50 ans, tous les physiciens qui ont même fait mine d'indiquer qu'ils penchaient vers les idées causalistes ont été considérés par leurs confrères comme des "hommes qui n'ont pas su suivre le mouvement des idées de leurs temps." pour paraphraser ce qu'écrivait de Broglie déjà en 1955, dans la préface de son livre "Nouvelles perspectives en microphysique", parlant de l'opinion que les tenants de l'école de pensée de Copenhague avaient alors d'Einstein.

Plus aucun article proposant une avenue de recherche vers les fondements physiques sous-jacents à la Mécanique Quantique n'a été accepté pour publication formelle dans les journaux et revues scientifiques depuis le début des années 60.

## **Hyperspécialisation et compartimentation des disciplines**

Un problème très insidieux vient brouiller encore plus les cartes. Il s'agit de la tendance à l'hyperspécialisation et à la compartimentation des diverses disciplines au niveau universitaire, qui n'a cessé de s'accroître depuis les années 40.

À tel point en fait, que plus aucun physicien, de nos jours, ne possède une connaissance experte de tous les aspects de sa propre discipline. Tous les ouvrages de référence modernes ont été écrits par de grands experts de chaque sous-spécialité, qui n'ont souvent que des notions générales d'autres sous-spécialités majeures de leur propre discipline.

Au fil des réorganisations, éliminations et ajouts de sous-spécialités, des articles importants ont d'ailleurs fini par ne plus être référés dans les ouvrages de référence écrits subséquentement, et ont dorénavant cessé complètement de faire partie du conscient collectif de la communauté physique, même si elles sont encore disponibles dans la gigantesque montagne des écrits passés.

### **Quelques exemples :**

1. Les importantes conclusions de Abraham et Kaufmann relativement à la distinction qui doit être faite entre l'inertie longitudinale et l'inertie transversale, clé du calcul de l'angle correct de déflexion des trajectoires des photons par attraction gravitationnelle dans le cadre de la mécanique classique ([6]), ([7]), ([11]). Aucun physicien contemporain ne semble avoir entendu parler de la totale insensibilité des quantités de mouvement à toute interaction transversale, qui fut découverte par ces grands physiciens.

2. La conscience que le niveau de saturation du bassin d'hydrogène des seules expériences réussies de fusion explosive, par les neutrons produits par le détonateur à fission durant la phase initiale de la fusion, avait sans doute un rôle majeur à jouer dans le déclenchement du processus de fusion ([8]). Dans ce cas précis, on peut comprendre que l'interdiction faite pendant des décennies, surtout aux États-Unis, pour des raisons de sécurité militaire, de parler de la fusion nucléaire dans les manuels de référence ait pu causer la perte de cette information. L'ouvrage "Le noyau atomique" ([9]) en donne un exemple parfait, ne

mentionnant même pas les mots "fusion" ni "hydrogène" dans l'index de fin de volume, et ne discutant bien sûr nulle part de la fusion de l'hydrogène, contrairement à l'ouvrage de Nahmias ([8]) qui fut publié dans un pays différent dans la même décennie.

Cette perte apparente pourrait-elle être en partie responsable des difficultés rencontrées par les équipes de physiciens, fort probablement instruits au sujet de la physique nucléaire avec de tels manuels, qui tentent sans succès depuis 20 ans de produire la fusion thermonucléaire contrôlée par simple augmentation de la température du mélange, mais sans ajouter de neutrons libres au mélange ?

3. L'importante conclusion de de Broglie au sujet de la structure interne possible du photon, qui, en conjonction avec la découverte de Abraham et Kaufmann concernant l'insensibilité de l'énergie cinétique à toute force appliquée transversalement, semble être la clé permettant de construire le dernier lien causal manquant entre les quantités de mouvements résultants de l'accélération électromagnétique des particules, et l'énergie dont sont constitués les quarks up et down ([10]).

Pour acquérir un niveau de connaissance global étendu de la physique comparable à celui que possédaient les physiciens du début du 20<sup>e</sup> siècle, il faudrait de nos jours lire des dizaines d'ouvrages très pointus, chacun utilisant un langage mathématique adapté à sa sous-spécialité, ce qui n'est bien sûr pas vraiment possible avec les contraintes d'une formation académique normale.

Cet état d'hyperspécialisation de chaque physicien fait en sorte que les nouveaux constats expérimentaux, comme ceux qui plongeaient le milieu de la physique du début du 20<sup>e</sup> siècle dans la plus fébrile effervescence, et lançait tous les physiciens de l'époque dans une course effrénée à la découverte, sont aujourd'hui accueillis avec la plus profonde apathie, chaque physicien ayant l'impression que des "experts" de cette nouvelle question prennent la chose en main quelque part ailleurs, et vont éventuellement les informer de la réponse, aucun ne se sentant de compétence particulière pour attaquer le problème.

Le hic est que le trop grand degré de spécialisation de chaque physicien force alors la formation d'équipes pluridisciplinaires, équipes qui ne semblent pas toujours réussir à arrimer suffisamment leurs connaissances respectives pour conclure de manière satisfaisante.

Nous en avons un exemple flagrant depuis une dizaine d'années dans le dossier de l'accélération considérée "anormale" ([12]) des sondes spatiales éloignées Pioneer 10 et 11, dont les équations de la Relativité Générale sont incapables de calculer les trajectoires hyperboliques observées, et du ralentissement de leur rotation axiale ([12], p.23) très peu documenté et aussi qualifiée d'anormal pour lequel aucune théorie actuelle n'offre d'explication.

Descartes ne disait-il pas très judicieusement : "Souvent, il n'y a pas tant de perfection dans les ouvrages composés de plusieurs pièces, et faits de la main de divers maîtres, qu'en ceux auxquels un seul a travaillé. Ainsi voit-on que les bâtiments qu'un seul architecte a entrepris et achevés ont coutume d'être plus beaux et mieux ordonnés que ceux que plusieurs ont tâché de raccommoder, en faisant servir de vieilles murailles qui avaient été bâties à d'autres fins."

## Conclusion

Je suis convaincu que la raison prévaudra de nouveau en physique fondamentale, car c'est le seul moyen dont nous disposons pour achever d'explorer la seule réalité physique qui existe, dont

la compréhension est nécessaire à la survie de notre espèce, et dont la Mécanique Quantique, à travers l'interprétation qu'en fait l'école de pensée de Copenhague, n'offre qu'un très pâle reflet et aucune perspective de réel progrès.

## Bibliographie

- [1] **R. Feynman**. **Space-Time Approach to Quantum Electrodynamics**, Phys. Rev. 76, 769 (1949).
- [2] **L. de Broglie**. **La physique nouvelle et les quanta**, Flammarion, 1937, Second édition 1993, avec nouvelle Préface de 1973 par L. de Broglie, pages 277, 278.
- [3] **I. Curie et F. Joliot**. **Comptes Rendus**, 196 : 1105 (1933), et F. Joliot-Curie, Textes choisis, éditions Sociales, page 86
- [4] **F. Selleri**. **Le grand débat de la théorie quantique**, Flammarion, 1994, avec préface de Karl R. Popper
- [5] **K. Rith and A. Schäfer**. **The Mystery of Nucleon Spin**, Scientific American, July 1999, page 60
- [6] **H. Poincaré**. **La science et l'hypothèse**, Flammarion 1902, édition de 1995, page 246.
- [7] **H. Poincaré**. **La valeur de la science**, Flammarion 1905, édition de 1994, page 137.
- [8] **M. E. Nahmias**. **Libération et exploitation de l'énergie nucléaire**, Librairie Larousse, 1953, page 143.
- [9] **R.d. Evans**. **The Atomic Nucleus**, MacGraw-Hill, 1960, Mac Graw-Hill.
- [10] **A. Michaud**, **On an Expanded Maxwellian Geometry of Space**, Proceedings of Congress-2000, Volume 1, St.Petersburg State University, Russia, page 291.
- [11] **M. Abraham**. **Dynamik des Electrons**, Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Mathematisch-Physikalische Klasse, 1902, S. 20.
- [12] John D. Anderson et al., **Study of the anomalous acceleration of Pioneer 10 and 11**, gr-qc/0104064, 10 Mar 2005.
- [13] Andre Michaud. [Géométrie maxwellienne augmentée de l'espace](http://gsjournal.net/ntham/michaud10.pdf). 4th Edition 2009, Les Éditions SRP.

## Autres articles du même auteur

<http://gsjournal.net/ntham/michaud10.pdf>