

## Masses-énergies des bosons vecteurs

### *Caractéristiques générales des bosons vecteurs*

Le terme générique de *boson vecteur* appartient au vocabulaire de la physique contemporaine et désigne l'ensemble des particules médiatrices des différentes forces fondamentales qui sont :

1. **Le photon** pour la *force électromagnétique*.
2. **Les bosons intermédiaires  $Z^0$  et  $W^\pm$**  pour la *force nucléaire faible*.
3. **Les gluons** pour la *force nucléaire forte*.
4. **Le graviton** — dont l'existence supposée n'est pas établie à ce jour — pour la *force gravitationnelle*.

**Le boson de Higgs**, qualifié de *boson scalaire*, n'appartient pas à cette catégorie, précisément en raison de son caractère scalaire et non vectoriel.

En théorie NR, la notion de *boson* a été succinctement introduite à la page 40 du chapitre 3 avec cette définition :

*Un boson est un unique boson de  $X$  ou un groupe de bosons de  $X$  « harmonisés », en ce sens qu'ils sont localement voisins dans l'espace et synchronisés dans le temps.*

Tout repose donc *in fine* sur cet unique boson de  $X$ , dont les caractéristiques ont fait l'objet d'une comparaison détaillée avec celles du boson de Higgs du Modèle standard de la physique des particules dans un tableau présenté aux pages 73 et 74 du chapitre 4.

D'autre part, page 85 dans la section du chapitre 4 consacrée aux particules instables, l'architecture des particules fondamentales composant la matière a été comparée à la structure spatiale d'une mousse de savon.

Cette vision macroscopique d'une mousse de savon acquiert un caractère fractal qui s'exprime dans les tracés régulateurs par une évolution radiale basée sur le facteur d'échelle **3**.

Cette architecture nous a amenés à enrichir cette métaphore macroscopique de la mousse de savon en introduisant les notions d'*élastiques* et de *ressorts*.

## Masses-énergies des photons

### *Concept de photon en théorie NR*

Le concept de photon, interprété selon les principes géométriques de la théorie NR, a été défini page 75 comme un unique boson de  $X$  ou un groupe de bosons de  $X$  harmonisés, localement voisins dans l'espace et synchronisés dans le temps.

Il s'agit en fait d'une onde sphérique de type acoustique, collimatée en raison de la courbure positive et du caractère fractal de l'espace en expansion convergente. Dans cette conception, les photons ne se déplacent pas.

C'est l'onde associée — combinaison des différentes ondes produites individuellement par les bosons de  $X$  — qui se déplace, se matérialisant de phase en phase sous un aspect corpusculaire à l'échelle de la norme énergétique  $N^2$  (voir métaphore du baigneur et de la vague page 36).

Lors d'une interaction entre un photon et une particule de matière soustraite à l'expansion de l'espace, ce sont les bosons de  $X$  situés immédiatement au contact de la particule qui, sous la poussée de l'onde, agissent et transmettent l'énergie transportée.

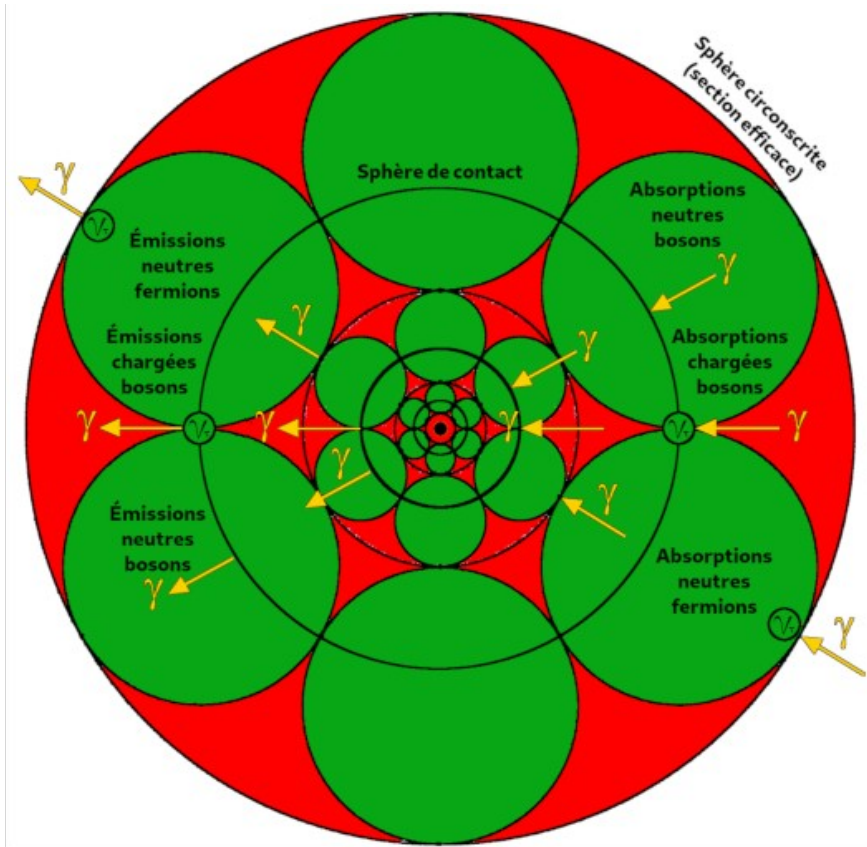
La question est donc maintenant la suivante : les photons ont-ils une masse ?

Personne ne conteste qu'ils aient une énergie, mais ils sont pourtant réputés être de masse nulle dans les théories physiques actuellement enseignées, malgré l'affirmation maintes fois répétée de l'équivalence entre masse et énergie, posée par Albert Einstein dans sa célèbre équation, moyennant l'introduction de la constante  $c^2$ , carré de la vitesse de la lumière, dont la présence — guère évidente à l'intérieur des particules de matière — sera discutée plus loin dans l'exposé avec l'étude de la force de gravitation.

La réponse de la théorie NR est elle évidente, puisque par principe premier une grandeur physique *nulle* ne peut exister. Les photons ont donc nécessairement une masse *et* une énergie, en fait une *masse-énergie*. Le tracé régulateur ci-dessous montre différentes occurrences d'interactions de photons avec un proton, en émission comme en absorption :

# MASSES-ÉNERGIES DES PARTICULES

Fig. 6.25 : Émissions et absorptions de photons par un proton



Cette épure illustre le caractère quantique des interactions entre photons et particules de matière.

L'étude des masses des fermions a montré qu'ils se comportent comme des bulles de savon, la pression intérieure étant égale à la pression extérieure augmentée d'un facteur représentant la tension superficielle, soit au niveau des sphères circonscrites, soit au niveau des sphères de contact (voir masses-énergies des bosons intermédiaires ci-après).

C'est pourquoi pour agir sur un proton, un photon devra nécessairement avoir une longueur d'onde entrant en résonance avec l'une des bulles de la structure interne de ce fermion. Le raisonnement vaut pour toute autre structure d'échelle différente (noyau atomique, atome ou molécule).

# THÉORIE NR

Dans le cas du proton, les longueurs d'onde appropriées appartiennent à la partie du spectre électromagnétique dite des *rayons gamma*. Quelle est la contrepartie dans le monde physique de cette longueur d'onde du photon ? Ce problème sera examiné au prochain chapitre avec l'étude de la force électromagnétique.

A ce stade, par souci de simplification, disons qu'un photon est assimilable à une sphère formée par l'assemblage d'un certain nombre de boson de X, que cette sphère n'existe qu'à l'instant de la contraction maximale au cours de la phase dans l'espace énergétique lié à la norme  $N^2$ . La longueur d'onde  $\lambda_n$  associée sera égale au diamètre de cette sphère.

## Calcul des masses-énergies des photons

La longueur d'onde d'un photon est donc inversement proportionnelle à son énergie (voir équations 4.1 et 4.2 page 67), et par conséquent proportionnelle à l'hypervolume de la sphère considérée. Le tableau suivant donne les longueurs d'ondes associées aux différentes sphères fractales, en partant de la plus petite — celle de la particule X — dans la plage correspondant au spectre électromagnétique allant des rayons gamma jusqu'aux ondes radio d'extrêmes basses fréquences, qualifiées d'*ondes électromagnétiques naturelles* :

Tab. 6.14 : Longueurs d'onde et masses-énergies des photons

Longueurs d'onde des photons					Masses-énergies des photons				
n°	Ordres de grandeur	$\lambda_n$	$\lambda_{n+1} = 81 \lambda_n$	U	n°	M <sub>n</sub>	Spectre des ondes	M <sub>n+1} = 1/81 M<sub>n</sub></sub>	U
a	Cœf. surfaces neutres	C <sub>SN</sub>	1,0113728767	1	b	C <sub>HN</sub>	Cœf. Hypervolumes neutres	1,0228750957	1
0	Particule X ( $\lambda_{PX} = \lambda_{BXE} / 6$ )	$\lambda_0$	1,68065018E-018	m	0	M <sub>0</sub>	Limite photons $\Upsilon$ (M <sub>BXE</sub> × 6)	7,37715674E+011	eV/c <sup>2</sup>
1	Électron $\lambda_1 = 81 \lambda_0 \frac{C_{SN}}{C_{HN}}$	$\lambda_1$	1,34601855E-016	m	1	M <sub>1</sub>	Photons $\Upsilon$ $M_1 = \frac{1}{81} M_0 \frac{C_{HN}}{C_{SN}}$	9,21118054E+009	eV/c <sup>2</sup>
2	Proton Neutron	$\lambda_2$	1,09027500E-014	m	2	M <sub>2</sub>	Photons $\Upsilon$	1,13718278E+008	eV/c <sup>2</sup>
3	Noyaux atomiques	$\lambda_3$	8,83122770E-013	m	3	M <sub>3</sub>	Photons $\Upsilon$	1,40392936E+006	eV/c <sup>2</sup>
4	Atomes (couches internes)	$\lambda_4$	7,15329443E-011	m	4	M <sub>4</sub>	Rayons X	1,73324613E+004	eV/c <sup>2</sup>
5	Atomes (couches externes)	$\lambda_5$	5,79416848E-009	m	5	M <sub>5</sub>	Rayons ultraviolets	2,13981003E+002	eV/c <sup>2</sup>
6	Molécules	$\lambda_6$	4,69327647E-007	m	6	M <sub>6</sub>	Rayons ultraviolets	2,64174078E+000	eV/c <sup>2</sup>
7	Virus Bactéries	$\lambda_7$	3,80155394E-005	m	7	M <sub>7</sub>	Lumières visibles	3,26140837E-002	eV/c <sup>2</sup>
8	Alvéole d'un nid d'abeilles	$\lambda_8$	3,07925869E-003	m	8	M <sub>8</sub>	Lumières infrarouges	4,02643009E-004	eV/c <sup>2</sup>
9	Cerveau humain	$\lambda_9$	2,49419954E-001	m	9	M <sub>9</sub>	Micro-ondes	4,97090134E-006	eV/c <sup>2</sup>
10	Télescope James Webb	$\lambda_{10}$	2,02030163E+001	m	10	M <sub>10</sub>	Ondes radio	6,13691523E-008	eV/c <sup>2</sup>
11	Principauté de Monaco	$\lambda_{11}$	1,63644432E+003	m	11	M <sub>11</sub>	Ondes radio	7,57643856E-010	eV/c <sup>2</sup>
12	Département français	$\lambda_{12}$	1,32551990E+005	m	12	M <sub>12</sub>	Ondes radio	9,35362785E-012	eV/c <sup>2</sup>

Ce calcul part de la longueur d'onde associée au boson de X en phase euclidienne hexagonale (voir tableau 4.1 page 66). Celle-ci est divisée par 6 pour donner la longueur d'onde  $\lambda_{PX}$  associée à la particule X, ainsi considérée comme le photon  $\Upsilon$  d'énergie maximale.

## MASSES-ÉNERGIES DES PARTICULES

Cette longueur d'onde est ensuite corrigée pour l'associer à un objet neutre dodécaédrique, la théorie NR supposant que la particule X issue d'un objet euclidien hexagonal a nécessairement adopté cette nouvelle configuration, d'où la multiplication par le facteur  $C_{SN}$  pour faire évoluer la densité surfacique et la division par le facteur  $C_{HN}$  pour transformer l'hypervolume.

La suite des longueurs d'ondes et des masses associées aux différents niveaux de l'espace fractal est obtenue en multipliant la longueur d'onde initiale de la particule X par le facteur **81**, puissance quatrième du facteur d'échelle **3** caractéristique de l'évolution des rayons des hypervolumes.

Ces principes étant posés, pourquoi parler de masses des photons ?

Suivant les conceptions actuelles de la physique — théories de la relativité restreinte et de la relativité générale — les photons sont censés avoir une impulsion mais pas de masse. Si ces masses devaient exister, elle seraient d'après les expériences actuelles inférieures à  $5 \times 10^{-19} \text{ eV}/c^2$ <sup>1</sup>.

Les masses indiquées dans le tableau 6.9 ci-dessus doivent donc obéir à une autre logique. En effet, en théorie NR, le photon est considéré comme une vision instantanée d'un groupe de boson de X en contraction maximale. Or, qui dit « instant » dit objet mathématique et non physique, une durée nulle étant contraire au principe NR. Il est donc nécessaire d'ajouter une petite marge d'incertitude à cet instant, et faire ainsi osciller le photon, tout comme une bulle de savon sur laquelle on souffle peut osciller légèrement autour de la position parfaitement sphérique qu'elle adopte au repos.

Il faut également tenir compte du principe de *recohérence quantique* défini en théorie NR et considérer que l'onde associée au photon — qui elle se déplace dans l'espace fractal — aura eu le temps d'harmoniser la phase du photon et celle de la particule avec laquelle il va interagir par « effet piscine », en raison de sa vitesse de phase supraluminique. Ce photon quasi-statique n'obéit donc pas aux règles de la théorie de la relativité, ce qui justifie l'emploi du terme de masse en théorie NR, même si celles-ci sont supérieures à la limite expérimentale citée ci-dessus.

---

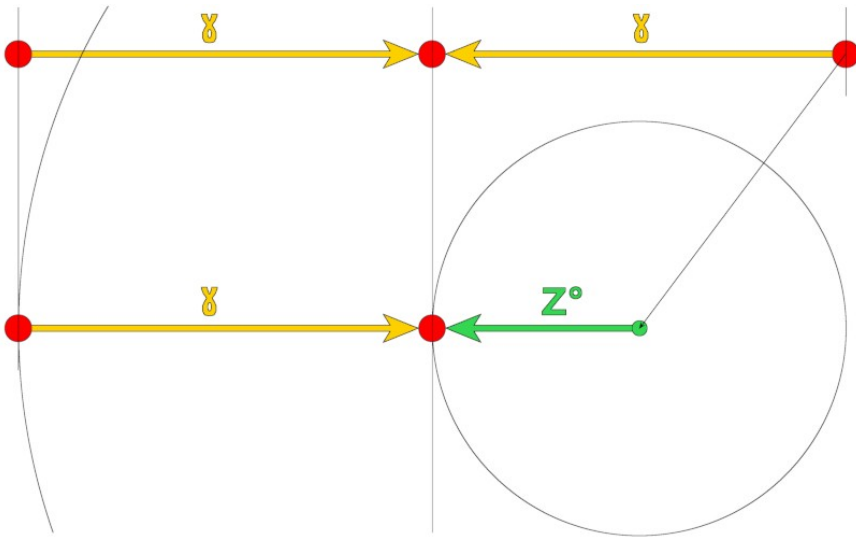
1 Source : WIKIPÉDIA article Photon (Masse et quantité de mouvement).

## Masses-énergies des bosons intermédiaires $Z^0$ et $W^\pm$

### Caractéristiques des bosons intermédiaires

La découverte expérimentale des bosons intermédiaires  $Z^0$  et  $W^\pm$  de l'interaction électrofaible s'est effectuée sur une dizaine d'année entre 1973 et 1983 et c'est en 1979 que deux physiciens américains Sheldon Lee Glashow et Steven Weinberg et un physicien pakistanais Abdus Salam ont reçu le Prix Nobel de Physique pour leurs travaux théoriques, qui unifiaient dès 1967 les interactions nucléaire faible et électromagnétique, unification baptisée *brisure de symétrie électrofaible*. En théorie NR, cette unification est immédiate et très simple. Elle est la conséquence directe du processus topologique d'enveloppement aboutissant à la création des fermions, ainsi que l'illustre le schéma suivant :

Fig. 6.26 : Symétrie de jauge interaction électromagnétique / interaction faible



La partie haute du schéma montre deux particules émettant un photon  $\gamma$  en direction d'une troisième particule au centre, dans un hypothétique espace euclidien (qui n'existe pas physiquement en théorie NR, puisque de courbure nulle). La partie basse reprend le principe de génération d'une 3-sphère illustré par la figure 6.1 page 97. Les deux bosons vecteurs transformés deviennent ainsi dissymétriques, mais conservent d'un point de vue topologique une *symétrie de jauge*, ce qui signifie que la symétrie parfaite d'origine est conservée moyennant une *variation de la jauge*, qui n'est autre que la *variation de densité de l'espace*.

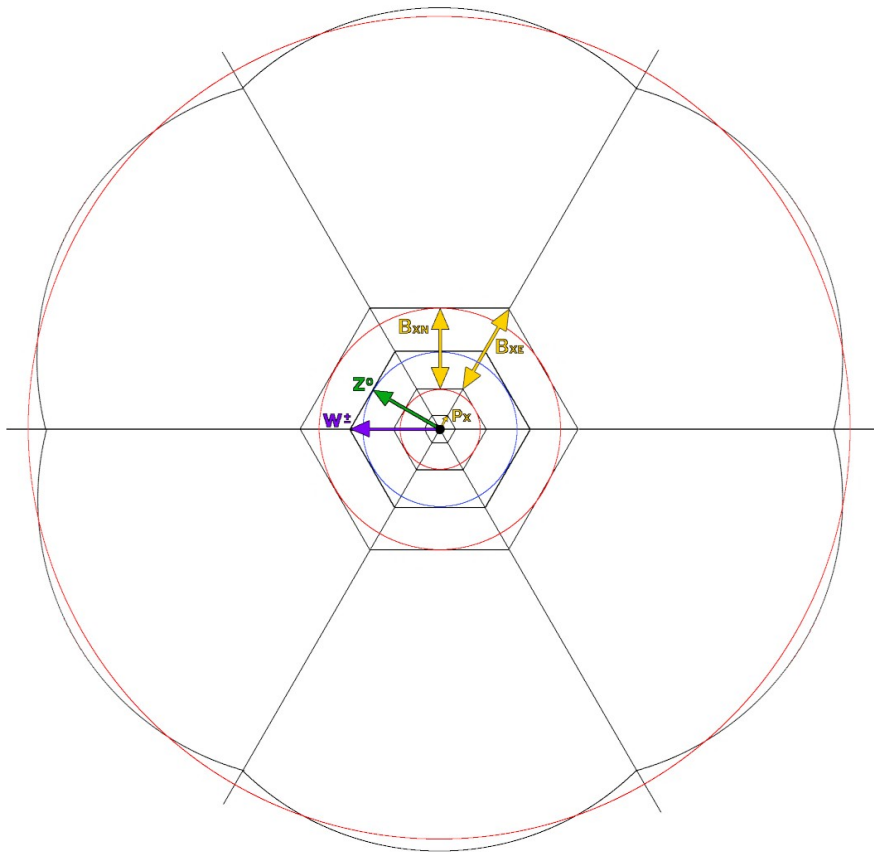
## MASSES-ÉNERGIES DES PARTICULES

Le boson vecteur indiqué en vert sur le schéma devient ainsi dans le langage de la théorie NR un « ressort ». Ce ressort étant unidimensionnel, il ne possède pas de volume, et encore moins d'hypervolume susceptible de lui permettre d'abriter une « masse » en son sein. En dépit de cette observation, nous continuerons à confondre les concepts de masse et d'énergie, comme le font usuellement les praticiens de la physique théorique.

Nous allons voir que cette pratique se justifie parfaitement, les hypervolumes des 3-sphères restant à la base de la démarche qui va nous permettre d'accéder aux masses-énergies des bosons  $Z^0$  et  $W^\pm$ .

Le tracé régulateur « mousse » ci-dessous situe les positions de quatre bosons vecteurs, « ressorts » de la théorie NR :

*Fig. 6.27 : Tracé régulateur « mousse » des bosons vecteurs de la force faible*



## THÉORIE NR

Ce tracé reprend trois éléments de la figure 4.2 page 69 illustrant les différents modes de désintégration du boson de  $X$ , en éliminant les « élastiques » pour ne conserver que les « ressorts ». Les doubles flèches jaunes représentent le boson de  $X$  en phase euclidienne et neutre (angles de mélange  $0^\circ$  et  $30^\circ$ ). Elles montrent où se trouve la nappe centrale de la particule représentée par le tracé régulateur.

Le centre du tracé indique la présence de la particule  $X$ , à partir de laquelle sont tracés les « ressorts », allant du centre à la circonférence des différents cercles (en rouge pour les sphères circonscrites ou en bleu pour les sphères de contact) ou des différents segments (tracé « mousse » en noir).

La flèche verte (couleur associée à la phase neutre de l'espace) indique la position théorique du boson  $Z^0$ , avec comme point d'application le cercle représentatif de la sphère de contact de la nappe centrale (cercle bleu). La flèche violette (phase neutralisée) donne celle du boson  $W^\pm$ , et elle aboutit au sommet du tracé mousse associé à la même sphère de contact de la nappe centrale.

On retrouve un angle de mélange de  $30^\circ$ , valeur visible sur un tracé régulateur qui est par défaut euclidien, mais qui doit être minorée pour tenir compte de la courbure de l'espace en phase neutralisée. Les spécialistes feront le rapprochement avec l'*angle de Weinberg* de  $28,59^\circ$  — également appelé *angle de mélange électrofaible* — le calcul TNR montrant que l'écart avec la valeur euclidienne de  $30^\circ$  est égal à celui existant entre les surfaces associées aux phases positives ou négatives de l'espace et celle liée à la phase de l'espace médian neutralisé, soit environ **0,95**.

Ceci étant, que signifie cet angle de mélange entre les deux masses des bosons vecteurs de la force nucléaire faible ? Pour cela, il faut prendre en compte trois processus différents de production des bosons  $Z^0$  et  $W^\pm$ .

1. *Désintégration d'une paire électron / positon* : La figure 6.27 représente alors un fermion de première génération et les bosons  $Z^0$ ,  $W^-$  et  $W^+$  sont directement issus de la désintégration lors de la collision particule / antiparticule, leurs masses ne différant qu'en raison de leurs positions dans le tracé régulateur.

## MASSES-ÉNERGIES DES PARTICULES

2. *Désintégration d'une paire proton / antiproton* : La figure 6.27 représente maintenant un nucléon chargé de deuxième génération et les bosons  $Z^0$ ,  $W^-$  et  $W^+$  sont également directement issus de la désintégration de la collision particule / antiparticule, sachant que la densité de l'espace est la même au niveau de la sphère de contact de la nappe centrale du tracé régulateur, les particules de première et deuxième génération ayant été produites au cœur des quasars dans un environnement de même densité (ou jauge). La masse-énergie des bosons  $Z^0$  et  $W^\pm$  reste donc inchangée, bien que la particule considérée soit maintenant de taille vingt-sept fois supérieure.
3. *Désintégration  $\beta^-$  ou  $\beta^+$  d'un neutron ou d'un antineutron* : La désintégration sera alors qualifiée de *courant chargé*, ne concernant que les bosons  $W^-$  ou  $W^+$ . Elle est illustrée par la figure 6.7 page 122 consacrée à la production des neutrinos et antineutrinos accompagnant ce type de désintégration. Le boson vecteur de la force nucléaire faible « pousse » les leptons — électron et antineutrino, positon et neutrino — hors nucléon neutre.

La découverte expérimentale des bosons vecteurs de la force nucléaire faible s'est faite historiquement à partir de collisions électron/positon grâce au LEP (*Large Electron Positron Collider*) du CERN vers 1990, puis en utilisant dans le même tunnel de vingt sept kilomètres de circonférence des collisions proton / antiproton avec le LHC (*Large Hadron Collider*) à partir de l'an 2000.

Il a donc été supposé par hypothèse que s'agissant dans les deux cas de collisions aboutissant à des désintégrations matière/antimatière (cas 1 et 2), il sera considéré que les bosons vecteurs de la force nucléaire faible prennent naissance dans un espace en phase neutralisée.

Il nous faut également noter qu'en théorie NR, il n'y a aucune différence entre les bosons  $W^-$  ou  $W^+$ , car soit ils sont produits dans un espace en phase neutralisée (points 1 et 2), soit ils ne font qu'accompagner un objet chargé (cas 3).

Ceci explique pourquoi on ne leur attribuera pas de différence de masses, contrairement à ce qui a été proposé avec les calculs des masses de l'électron et du positon.

## THÉORIE NR

Pour comprendre l'origine des masses des bosons  $Z^0$  et  $W^\pm$ , il nous faut revenir à la comparaison entre une particule de matière microscopique et une bulle de savon macroscopique.

L'équation 4.3 d'équilibre d'une bulle de savon au repos a été donnée page 84. Cette équation peut être modifiée pour en extraire le facteur  $\gamma$  représentant la tension superficielle, en fixant comme précédemment le rayon à l'unité et en remplaçant le facteur **4** par **6** pour respecter l'architecture quantifiée hexagonale du boson de  $X$  transformé par le processus topologique d'enveloppement, ce qui donne la formule suivante :

$$6\gamma = (\mathbf{Pint}) - (\mathbf{Pext}) \quad (6.22)$$

Appliquée à une particule de matière décrite par la théorie NR, cette équation a la signification suivante.

Les principes de calcul des tailles des fermions (*voir pages 93 à 95*) nous ont fait introduire le facteur **3/4**, justifié par l'apparition d'une quatrième direction d'harmonisation de l'espace à l'intérieur des particules de matière, la direction radiale, les trois autres directions associées à la tension superficielle étant tangentes et agissant « dans la peau » des particules, tout comme dans le cas macroscopique d'une bulle de savon.

D'un point de vue énergétique, l'équation 6.22 qui vient d'être introduite signifie que pour vaincre la tension superficielle au niveau de la nappe centrale d'un fermion, au point d'application des vecteurs représentatifs des bosons  $Z^0$  et  $W^\pm$ , il faut que la pression exercée sur la surface en tension — différence entre la pression intérieure (**Pint**) et la pression extérieure (**Pext**) — soit égale à la tension superficielle **6  $\gamma$** .

C'est pourquoi la tension des ressorts, énergie potentielle des bosons vecteurs de la force nucléaire faible avant la désintégration matière / antimatière, sera considérée comme égale aux trois quarts de la masse-énergie contenue dans un boson de  $X$  corrigée par les différents coefficients correspondant à la situation dans un espace en phase neutralisée, puisqu'une collision matière / antimatière tout comme l'intérieur d'un neutron ou d'un antineutron génèrent un espace en phase neutralisée au moment de la désintégration.

# MASSES-ÉNERGIES DES PARTICULES

## Calcul des masses-énergies des bosons intermédiaires $Z^0$ et $W^\pm$

Sur ces bases, le calcul des masses des bosons de jauge électrofaibles utilise les facteurs suivants, en n'oubliant pas qu'en théorie NR la métrique énergétique n'est pas isomorphe à la métrique spatiale :

1. Le facteur  $3/4$  ne retenant que la part de la masse-énergie liée à la tension superficielle (ou à la densité surfacique).
2. La masse  $M_{PX}$  de la particule X divisée par le facteur  $6$ , puisque les points d'application des vecteurs représentatifs de la force nucléaire faible se situent sur la sphère de contact représentative de la jauge du boson de X ( $M_{PX} = 6 M_{BXE}$ ).
3. Le coefficient  $1/C_{H0}$  représentatif de la courbure spatiale des hypervolumes en phase neutralisée.
4. Le coefficient  $C_{S0}$  ajustant la densité surfacique en phase neutralisée.
5. Le rapport  $C_{S0}/C_{SN}$  caractéristique de l'effet de pointe, associé aux particules issues du processus topologique d'enveloppement, simple ou double.
6. Le facteur  $\sqrt{3}/2$  caractéristique de l'angle de mélange électrofaible euclidien  $30^\circ$ , corrigé par le coefficient  $C_{H0}$  pour tenir compte de la courbure de l'espace en phase neutralisée.

Les masses-énergies des bosons  $Z^0$  et  $W^\pm$  calculées suivant les principes qui viennent d'être exposés sont les suivantes :

Tab. 6.15: Masses/énergies des bosons intermédiaires  $Z^0$  et  $W^\pm$

Calcul des masses-énergies des bosons intermédiaires $W^\pm$ et $Z^0$					
n°	Donnée	Symb.	Formule	Valeur	U (SI)
1	Masse de la particule X	$M_{PX}$	Voir calcul des masses de l'électron	7,37715674E+11	eV/c <sup>2</sup>
2	Coefficient applicable aux hypervolumes neutralisés	$C_{H0}$	Voir calculs avec le tracé régulateur	1,0180971895	1
3	Coefficient applicable aux surfaces neutralisées	$C_{S0}$	Voir calculs avec le tracé régulateur	1,0090080225	1
4	Coefficient rapport des surfaces neutralisées / neutres	$C_{S0}/C_{SN}$	Voir calculs avec le tracé régulateur	0,9976617386	1
5	Masse-énergie du boson de jauge $Z^0$ (neutre)	$M_{Z^0c}$	$M_{Z^0c} = \frac{3}{4} \frac{M_{PX}}{6} \frac{1}{C_{H0}} \frac{C_{S0}}{C_{SN}}$	9,11775087E+10	eV/c <sup>2</sup>
6	Masse-énergie du boson de jauge $Z^0$ (mesurée)	$M_{Z^0m}$	expérimentale	9,11876000E+10	eV/c <sup>2</sup>
7	Différence $M_{Z^0m} - M_{Z^0c}$ (valeur absolue)	$\Delta$	$\Delta =  M_{Z^0m} - M_{Z^0c} $	1,00912642E+07	eV/c <sup>2</sup>
8	Pourcentage différence	% $\Delta$	$\% \Delta = \frac{\Delta}{M_{Z^0m}}$	0,0110664874	%
9	Masse-énergie du boson de jauge $W^\pm$ (calculée)	$M_{W^\pm c}$	$M_{W^\pm c} = M_{Z^0c} \left( \frac{\sqrt{3}}{2} C_{H0} \right)$	8,03910298E+10	eV/c <sup>2</sup>
10	Masse-énergie du boson de jauge $W^\pm$ (mesurée)	$M_{W^\pm m}$	expérimentale	8,04030000E+10	eV/c <sup>2</sup>
11	Différence $M_{W^\pm m} - M_{W^\pm c}$ (valeur absolue)	$\Delta$	$\Delta =  M_{W^\pm m} - M_{W^\pm c} $	1,19701992E+07	eV/c <sup>2</sup>
12	Pourcentage différence	% $\Delta$	$\% \Delta = \frac{\Delta}{M_{W^\pm m}}$	0,0148877519	%

# THÉORIE NR

**Principes du calcul** (voir détails en annexe 10 page377) :

**Lignes 1 à 4** : Résultats de la théorie NR

**Lignes 5 à 8** : Calcul de la masse-énergie du boson  $Z^0$

**Lignes 8 à 12** : Calcul de la masse-énergie du boson  $W^\pm$

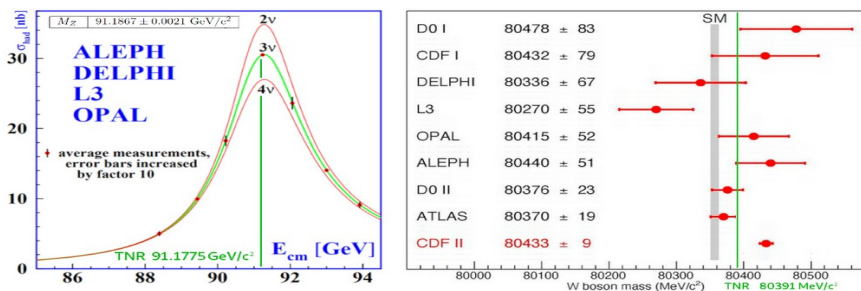
**Résultats 18 et 19** : Ces résultats ne diffèrent que de **0,11 %** et **0,15 %** des valeurs établies expérimentalement.

## Comparaison avec les résultats expérimentaux

Nous pouvons maintenant comparer avec les résultats expérimentaux. Le graphique ci-dessous<sup>1</sup> — coté gauche de la figure — établi à partir de diverses expériences réalisées au CERN suivant le mode de désintégration électron / positon, permet de situer la valeur calculée en théorie NR de la masse-énergie du boson intermédiaire  $Z^0$  par rapport à la valeur statistique expérimentale. S'agissant des dernières mesures de la masse-énergie du boson  $W^\pm$ , les deux dernières venant des expériences ATLAS du CERN et CDF II du FERMILAB — en bas coté droit de la figure — sont incompatibles<sup>2</sup>.

La valeur calculée en théorie NR se situe dans la moyenne de l'ensemble des mesures et précisément entre les deux dernières. La valeur théorique calculée issue du *Modèle standard* de la physique des particules est indiquée par une bande d'incertitude grise :

Fig. 6.28 et 6.29 : Comparaison des masses mesurées et calculées des bosons  $Z^0$  et  $W^\pm$



- 1 Source : CERN « Comparaison entre les valeurs expérimentales et les prédictions théoriques pour le nombre de familles de neutrinos ».
- 2 Voir à ce propos : C|NET - Pourquoi le Boson W affole les scientifiques : "quelque chose ne va pas" - <https://www.cnetfrance.fr/news/pourquoi-le-boson-w-affole-les-scientifiques-quelque-chose-ne-va-pas-39940347.htm>

## MASSES-ÉNERGIES DES PARTICULES

La théorie NR propose une solution pour résoudre cette aporie par la prise en compte des différences de masse inertielle entre particule et antiparticule (voir Fig. 6.5 page 115 et Fig. 6.6 page 116).

Historiquement, la masse du boson  $W^\pm$  a été établie successivement suivant les modes de désintégration électron/positon, puis proton/antiproton et enfin proton/proton. Les mesures sont donc contraintes par la présence ou l'absence d'antiparticules dans les collisions. De plus est supposée l'existence de deux sortes d'antiprotons de masses différentes, *primordiaux* issus de la genèse initiale des fermions et *anthropiques* produits artificiellement par chocs de protons sur des cibles.

Sur ces bases, les importants écarts de mesure visibles sur la figure 6.27 ne doivent guère nous étonner. Il est intéressant de constater que le résultat de la théorie NR concernant la masse-énergie du boson  $W^\pm$  s'écarte de la prévision du Modèle standard de la physique des particules (zone grise du graphique) et se situe à la fois au centre des six premières mesures présentant un importante dispersion et au centre des trois dernières mesures beaucoup plus resserrées.

Les mesures extrêmes de la figure sont **80480** et **80270 MeV/c<sup>2</sup>**, ce qui correspond à une incertitude de  **$\pm 105$  MeV/c<sup>2</sup>**. La moyenne de ces mesures extrêmes est donc **80375 MeV/c<sup>2</sup>** alors que le résultat du calcul de la théorie NR est **80391 MeV/c<sup>2</sup>**, ce qui correspond à un écart réduit à **16 MeV/c<sup>2</sup>** voisin de **0,20 %**. Enfin, la valeur actuellement retenue<sup>1</sup> pour la masse-énergie du boson  $W^\pm$  est **80403 MeV/c<sup>2</sup>**, assortie d'une incertitude de  **$\pm 29$  MeV/c<sup>2</sup>**, soit une incertitude s'élevant à **0,36 %**, largement supérieure à l'écart entre le calcul de la théorie NR et la valeur actuellement admise par les physiciens expérimentateurs qui n'est que de **0,15 %**.

La conclusion dans le cadre de la théorie NR est que les incertitudes sur les mesures de la masse-énergie du boson  $W^\pm$  ne pourront être réduites qu'en distinguant les expériences qui font appel à l'antimatière de celles qui ne le font pas.

Quant au boson  $Z^0$ , sa valeur officielle<sup>2</sup> est de **91187 MeV/c<sup>2</sup>** assortie d'une incertitude de  **$\pm 21$  MeV/c<sup>2</sup>**, soit un écart de **0,23 %** supérieur au résultat 19 de la théorie NR qui n'est que de **0,11 %**.

---

1 Source WIKIPÉDIA : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Boson\\_W](https://fr.wikipedia.org/wiki/Boson_W)

2 Source WIKIPÉDIA : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Boson\\_Z](https://fr.wikipedia.org/wiki/Boson_Z)

## Masses-énergies des gluons

### *Caractéristiques des gluons*

Selon les principes de la *chromodynamique quantique*, théorie décrivant l'*interaction nucléaire forte* assurant la cohésion des nucléons et des noyaux atomiques, les *gluons* sont les bosons vecteurs de cette force. Tout comme les photons, ils sont censés posséder une masse nulle, sont au nombre de huit et fonctionnent à l'envers des autres bosons vecteurs, à savoir que la force forte augmente avec la distance, comportement qui a été qualifié de *liberté asymptotique*.

En théorie NR, les gluons seront décrits ainsi :

1. Les gluons relient deux points de contact d'un tracé régulateur d'une particule de matière ou de deux tracés adjacents. Métaphoriquement, ce ne sont donc pas des « ressorts » vecteurs radiaux, mais des « élastiques » dont le « caoutchouc » peut être identifié à l'espace contenu dans les « bulles de la mousse ».
2. Il existe bien huit types de gluons que l'on peut associer au huit directions de circulation des ondes de densité à l'intérieur d'une particule de matière, six pour les surfaces en tension superficielle et deux pour la direction radiale régissant les hypervolumes.
3. Le principe de la liberté asymptotique est bien respecté. Tout comme une bulle aura tendance à revenir vers sa position sphérique en l'absence d'interaction, si on écarte deux points du tracé régulateur, la bulle d'espace qui les relie aura tendance à se comporter comme un élastique et donc à s'opposer à la déformation de la structure de la particule de matière.
4. L'ensemble formé par deux points des tracés régulateurs et les bulles d'espace qui les relient sera assimilé aux particules dénommées *mésons*, formées de quarks et d'antiquarks. L'étude des masses des quarks doit en théorie permettre de préciser la nature de ces mésons, qui sont très nombreux puisque les physiciens qui les ont découverts dans leurs accélérateurs ont pour les qualifier fini par employer l'expression « bestiaire des particules ».
5. La richesse de la géométrie décrite symboliquement par les tracés régulateurs permet une justification aisée de l'existence de ce « bestiaire ».

# MASSES-ÉNERGIES DES PARTICULES

## **Calcul des masses-énergies des gluons**

L'article WIKIPÉDIA consacré aux gluons nous donne cette indication<sup>1</sup> :

Dans la théorie des champs quantiques, la valeur théorique de la masse d'un gluon est nulle. Cependant une masse aussi grande que quelques **MeV/c<sup>2</sup>** n'est pas à écarter.

Les principes géométriques qui ont été établis pour décrire les particules de matière ne permettent pas d'attribuer une masse-énergie précise aux gluons. L'explication est donnée au chapitre 4 page 67 par la figure 4.1 de la section *Angles de mélange du boson de X et des mésons*. Cette approche graphique a été complétée par le tableau 4.3 de la page 71, qui nous donne les masses-énergies du boson de X et des mésons<sup>2</sup> selon sept angles de mélange différents (**0° 15° 30° 45° 60° 90° et 120°**), soit un intervalle de masses-énergies allant de **122,95 GeV/c<sup>2</sup> (0°)** à **153,31 GeV/c<sup>2</sup> (120°)**.

Ces principes ont ensuite été illustrés graphiquement par la figure 4.2 page 69 intitulée *Modes de désintégration des bosons de X*, sur la base d'un tracé régulateur « mousse » censé être plus « réaliste » que ceux élaborés par juxtaposition de cercles tangents. Trois angles de mélange du boson de X sont représentés par des doubles flèches : **0°** en rouge, **30°** en bleu et **120°** en vert, ces flèches étant toutes situées dans le niveau central de ce tracé. Ces trois types de flèches auraient très bien pu être reproduites — en appliquant le facteur d'échelle **3** caractéristique des tracés régulateurs — aux niveaux externe et interne, ce qui en conséquence nous aurait illustré deux nouveaux intervalles de masses, en appliquant cette fois-ci le facteur d'échelle **3<sup>4</sup> = 81** caractéristique de l'évolution des hypervolumes, inversement proportionnels aux masses-énergies correspondantes.

Au final, dans cette approche, bosons de X mésons et gluons se confondent, et leurs masses-énergies ne sont métaphoriquement que diverses manières de tester « l'élasticité d'une bulle dans une mousse de savon », suivant différentes directions d'attaque.

1 Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Gluon>

2 D'une manière assez arbitraire, il a été considéré qu'à partir de l'angle de mélange de 60° les bosons de X seraient qualifiés de mésons. Pour en savoir plus, voir l'article WIKIPÉDIA : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Méson>

## Masses-énergies des gravitons

### *Caractéristiques des gravitons*

La force de gravitation est actuellement décrite par les théories d'Isaac Newton et d'Albert Einstein. La première suppose l'existence d'une force qui se propage instantanément dans l'espace vide, avec ou sans support du genre *éther luminifère*<sup>1</sup>. La théorie de la relativité générale a elle éliminé les concepts de *force* et d'*éther*, remplacés par les notions de *courbure de l'espace* et de *géodésique*. La volonté d'unir la théorie de la gravitation einsteinienne et la physique quantique a amené les physiciens théoriciens à envisager l'hypothèse de l'existence du *graviton*<sup>2</sup>, boson vecteur de la force gravitationnelle.

La théorie NR a une vision très simple de cette hypothétique particule baptisée graviton. Elle existe bel et bien — en tant que vision instantanée d'un boson vecteur contracté à l'échelle de la norme  $\mathbf{N}^2$  — et n'est rien d'autre que l'extension du concept de photon pour des longueurs d'onde aux dimensions astronomiques. Dans cette optique, l'univers entier peut être considéré comme « l'ultime graviton ». Effectivement, sa topologie est en théorie NR celle d'une *3-sphère de taille finie mais sans borne*, à l'instar d'un ballon qui est une *2-sphère finie sans borne* puisqu'on peut effectivement se déplacer à sa surface sans jamais rencontrer de limite.

La force gravitationnelle sera l'objet d'un examen approfondi au chapitre 8 dans une longue section allant des pages 274 à 309. Dès maintenant, la logique nous impose d'admettre que l'identité de nature établie entre photon et graviton emporte nécessairement comme conséquence une unification des forces électromagnétique et gravitationnelle. Le problème du dédoublement de la première en forces attractive et répulsive, alors que la seconde n'est qu'attractive, est évidemment un difficulté notoire qu'il nous faudra surmonter. D'autres difficultés nous attendent, comme l'incroyable écart d'intensité entre les deux forces et la question des spins, qui sont **1** pour le photon et **2** pour les graviton, selon les hypothèses actuelles formulées dans le cadre du Modèle standard de la physique.

---

1 Voir article WIKIPÉDIA : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Éther\\_\(physique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Éther_(physique))

2 Pour connaître l'état actuel de la spéculation sur l'existence de ce boson vecteur, se reporter à l'article WIKIPÉDIA : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Graviton>

# MASSES-ÉNERGIES DES PARTICULES

## Calcul des masses-énergies des gravitons

Il nous suffit donc d'itérer la formule qui nous a donné les masses-énergies des photons pour trouver celles des gravitons, ainsi que le montre le tableau 6.9 allant des lignes 1 à 12 complété par les lignes 13 à 23 :

Tab. 6.16: Masses/énergies des photons et des gravitons

Longueurs d'onde des photons					Masses-énergies des photons				
n°	Ordres de grandeur	$\lambda_n$	$\lambda_{n+1} = 81 \lambda_n$	U	n°	M <sub>n</sub>	Spectre des ondes	M <sub>n+1} = 1/81 M<sub>n</sub></sub>	U
a	Coef. surfaces neutres	C <sub>SN</sub>	1,0113728767	1	b	C <sub>HN</sub>	Coef. Hypervolumes neutres	1,0228750957	1
0	Particule X ( $\lambda_{PX} = \lambda_{BXE} / 6$ )	$\lambda_0$	1,68065018E-018	m	0	M <sub>0</sub>	Limite photons $\Upsilon$ ( $M_{BXE} \times 6$ )	7,37715674E+011	eV/c <sup>2</sup>
1	Électron $\lambda_1 = 81 \lambda_0 \frac{C_{SN}}{C_{HN}}$	$\lambda_1$	1,34601855E-016	m	1	M <sub>1</sub>	Photons $\Upsilon$ $M_1 = \frac{1}{81} M_0 \frac{C_{HN}}{C_{SN}}$	9,21118054E+009	eV/c <sup>2</sup>
2	Proton Neutron	$\lambda_2$	1,09027500E-014	m	2	M <sub>2</sub>	Photons $\Upsilon$	1,13718278E+008	eV/c <sup>2</sup>
3	Noyaux atomiques	$\lambda_3$	8,83122770E-013	m	3	M <sub>3</sub>	Photons $\Upsilon$	1,40392936E+006	eV/c <sup>2</sup>
4	Atomes (couches internes)	$\lambda_4$	7,15329443E-011	m	4	M <sub>4</sub>	Rayons X	1,73324613E+004	eV/c <sup>2</sup>
5	Atomes (couches externes)	$\lambda_5$	5,79416848E-009	m	5	M <sub>5</sub>	Rayons ultraviolets	2,13981003E+002	eV/c <sup>2</sup>
6	Molécules	$\lambda_6$	4,69327647E-007	m	6	M <sub>6</sub>	Rayons ultraviolets	2,64174078E+000	eV/c <sup>2</sup>
7	Virus Bactéries	$\lambda_7$	3,80155394E-005	m	7	M <sub>7</sub>	Lumières visibles	3,26140837E-002	eV/c <sup>2</sup>
8	Alvéole d'un nid d'abeilles	$\lambda_8$	3,07925869E-003	m	8	M <sub>8</sub>	Lumières infrarouges	4,02643009E-004	eV/c <sup>2</sup>
9	Cerveau humain	$\lambda_9$	2,49419954E-001	m	9	M <sub>9</sub>	Micro-ondes	4,97090134E-006	eV/c <sup>2</sup>
10	Télescope James Webb	$\lambda_{10}$	2,02030163E+001	m	10	M <sub>10</sub>	Ondes radio	6,13691523E-008	eV/c <sup>2</sup>
11	Principauté de Monaco	$\lambda_{11}$	1,63644432E+003	m	11	M <sub>11</sub>	Ondes radio	7,57643856E-010	eV/c <sup>2</sup>
12	Département français	$\lambda_{12}$	1,32551990E+005	m	12	M <sub>12</sub>	Ondes radio	9,35362785E-012	eV/c <sup>2</sup>
13	Diamètre de la terre	$\lambda_{13}$	1,07367112E+007	m	13	M <sub>13</sub>	Ondes de marée	1,15476890E-013	eV/c <sup>2</sup>
14	Diamètre du soleil	$\lambda_{14}$	8,69673605E+008	m	14	M <sub>14</sub>	Ondes de marée	1,42564058E-015	eV/c <sup>2</sup>
15	Rayon orbite de la terre (1 ua)	$\lambda_{15}$	7,04435620E+010	m	15	M <sub>15</sub>	Ondes gravitationnelles	1,76005010E-017	eV/c <sup>2</sup>
16	Rayon orbite de Pluton (38 ua)	$\lambda_{16}$	5,70592853E+012	m	16	M <sub>16</sub>	Ondes gravitationnelles	2,17290136E-019	eV/c <sup>2</sup>
17	Système solaire	$\lambda_{17}$	4,62180211E+014	m	17	M <sub>17</sub>	Ondes gravitationnelles	2,68259427E-021	eV/c <sup>2</sup>
18	Étoile la plus proche	$\lambda_{18}$	3,74365971E+016	m	18	M <sub>18</sub>	Ondes gravitationnelles	3,31184478E-023	eV/c <sup>2</sup>
19	Grande galaxie spirale	$\lambda_{19}$	3,03236436E+018	m	19	M <sub>19</sub>	Ondes gravitationnelles	4,08869726E-025	eV/c <sup>2</sup>
20	Amas de galaxies	$\lambda_{20}$	2,45621513E+020	m	20	M <sub>20</sub>	Ondes gravitationnelles	5,04777439E-027	eV/c <sup>2</sup>
21	Super amas de galaxies	$\lambda_{21}$	1,98953426E+022	m	21	M <sub>21</sub>	Ondes gravitationnelles	6,23182023E-029	eV/c <sup>2</sup>
22	Laniakea	$\lambda_{22}$	1,61152275E+024	m	22	M <sub>22</sub>	Ondes gravitationnelles	7,69360523E-031	eV/c <sup>2</sup>
23	Univers observable (ΛCDM)	$\lambda_{23}$	1,30533343E+026	m	23	M <sub>23</sub>	Ondes gravitationnelles	9,49827806E-033	eV/c <sup>2</sup>
c	Univers observable (R mesuré)	R <sub>UM</sub>	1,30539159E+026	m	d	R <sub>UM</sub>	Conversion (1al = 9,4607304726.10 <sup>16</sup> m)	13 798 000 000	al
e	Déduction 380 000 al	R <sub>UMD</sub>	1,30535564E+026	m	f	R <sub>UMD</sub>	Déduction 380 000 al	13 797 620 000	al
g	Différence $\lambda_{23} - R_{UMD}$	Δ	2,22134487E+021	m	h	$\lambda_{23}$	Conversion (Univers observable ΛCDM)	13 797 385 204	al
i	Pourcentage différence	% Δ	0,0017016694	%	j	Δ	Différence R <sub>UMD} - λ<sub>23</sub></sub>	234 796	al

**Résultat 20 :** Ce résultat nous donne le rayon  $\lambda_{23}$  de l'univers fractal en expansion convergente de la théorie NR (correspondant au rayon  $R_{UMD}$  de l'univers observable en expansion selon les principes du Modèle standard de la cosmologie  $\Lambda$ CDM, déduction faite du rayon théorique de **380 000** années-lumière correspondant au fond diffus cosmologique **CMB** avec une précision de l'ordre du cent millième (**0,017 %**)).

Ce tableur relie ainsi en seulement **23** itérations la limite inférieure de la structure de l'univers, matérialisée par la particule X, et la borne supérieure qui n'est autre que l'univers entier, dans sa conception particulière d'espace fractal dodécaédrique autopoïétique en expansion convergente !

## THÉORIE NR

La dernière évaluation de l'âge de l'Univers observable<sup>1</sup> a été établie en juin 2014 à  $(13,798 \pm 0,037) \times 10^9$  ans, soit environ **13,8** milliards d'années. Traduit en distance métrique selon le principe de la théorie du Big Bang, le rayon de l'Univers observable est donc de **13,8** milliards d'années-lumière.

La différence entre la longueur d'onde de l'ultime photon (*ligne 23 du tableau 6.16*) ne diffère que de **17** millionièmes du rayon mesuré de l'univers observable, ce qui est tout à fait remarquable. Cette différence est voisine de deux cent trente cinq mille années-lumière, soit le dixième de la distance séparant la Voie lactée de la galaxie d'Andromède. Notons au passage qu'en théorie NR, univers observable et univers complet se confondent en raison du caractère convergent de l'expansion, ce qui sera l'objet du chapitre 10 du tome 2 consacré à l'équilibre global de l'univers.

Avec l'étude des masses-énergies des photons a été indiqué la limite théorique établie par les physiciens. Celle-ci doit être inférieure à  $5 \times 10^{-19} \text{ eV/c}^2$ , ce qui correspond selon le tableau 6.16 ci-dessus aux rayons des orbites de planètes naines orbitant au-delà de Pluton.

L'éventuelle masse du graviton<sup>2</sup>, selon d'autres études, doit être inférieure à  $7 \times 10^{-23} \text{ eV/c}^2$ , ce qui correspond à une longueur d'onde associée double de la distance séparant le soleil de l'étoile la plus proche.

La théorie NR unifie ainsi les concepts de photon et de graviton et propose de considérer les ondes de marée ( $10^{-23}$  à  $10^{-15} \text{ eV/c}^2$ ) liées aux influences du soleil et de la lune comme zone de transition où les domaines d'action des photons et des gravitons se chevauchent.

---

1 Source : WIKIPÉDIA article *Univers observable – Taille*.

Référence : Peter A. R. Ade (collaboration Planck), « Planck 2013 results. Overview of products and scientific results ».

2 Source : WIKIPÉDIA article *graviton – Caractéristique*.

Références : L. Bernus, O. Minazzoli, A. Fienga, M. Gastineau, J. Laskar et P. Deram, « Constraining the Mass of the Graviton with the Planetary Ephemeris INPOP », *Physical Review Letters*, p. 123, n°16, , article n°161 103.

B. P. Abbott , « GW170104: Observation of Gravitational Waves from a 50-Solar Mass Binary Black Hole Coalescence at redshift 0.2 », *Physical Review Letters*, 1<sup>er</sup> juin 2017.