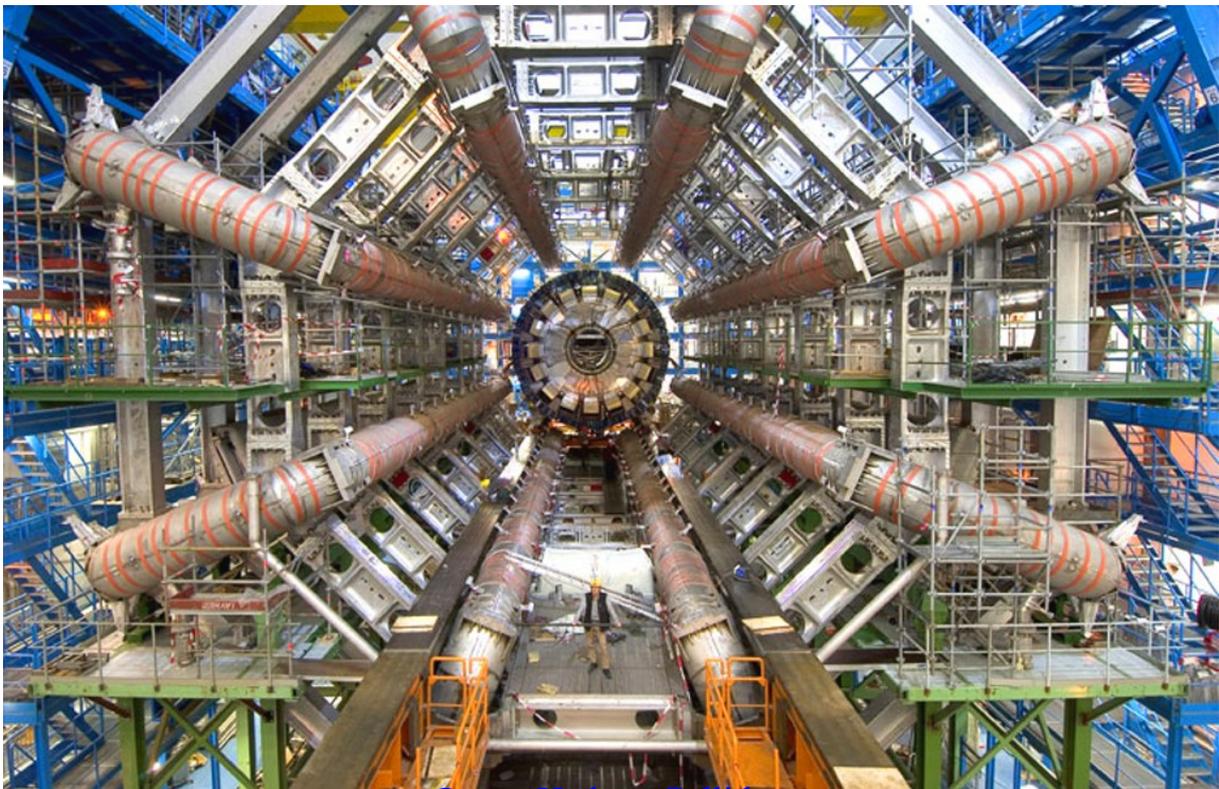


# Le LHC



Large Hadron Collider

Problématique : Quels sont les enjeux et les risques associé au LHC ?

**Sommaire**

Page 1 : Page de garde

Page 2 : Sommaire

Page 3 : Introduction

Page 4 : Partie 1, Les applications du LHC  
a) Principe de fonctionnement

Page 5: b) Les découvertes attendues

Page 6 : c) Les expériences annexes

## **Introduction**

A l'heure actuelle, notre compréhension de l'univers reste limitée.

En effet, les physiciens sont en perpétuelle recherche de réponses en ce qui concerne la formation de notre univers et les constituants de la matière.

Ainsi de nombreuses expériences ont été mis en place comme LEP (l'ancêtre du LHC) pour essayer de trouver les constituants les plus mystérieux et inconnus de notre matière originelle.

Le LHC le plus grand accélérateur de particules au monde, a pour but de trouver des particules de plus en plus petites qui auraient pu avoir une incidence sur les interactions fondamentales et à l'existence de notre Univers.

Mais, tout nouveau procédé peut présenter des risques plus ou moins importants.

Dans ce cas les risques peuvent être énormes jusqu'à provoquer l'anéantissement de toute espèce sur terre, en effet le Large Hadron Collider possède une énergie immense qui peut engendrer suite à des collisions tout une série de phénomènes astronomiques dangereux.

Ainsi dans une première partie nous traiterons le LHC dans toute sa grandeur, ses découvertes, son fonctionnement...

Et dans une deuxième partie nous verrons les différents risques que le LHC, nous parlerons des trois plus grands problèmes qui peuvent survenir dans celui-ci : les rayons cosmiques, les trous noirs (blackholes) et les trous de vers (WormHoles)

## **Partie 1 : Les applications du LHC**

### a) Principe de fonctionnement du LHC

Le LHC (ou Large Hadron Collider) est le plus grand accélérateur de particules du monde.

Il est situé à la frontière franco-suisse, enterré à 100 mètres de profondeur.

Dans ce tunnel d'environ 27 km de circonférence, deux faisceaux de particules (tantôt des protons, tantôt des ions de plombs), préalablement accéléré jusqu'à 450 GeV (énergie cinétique) pour les protons et 2,6 TeV par nucléons d'ion plombs dans une autre structure, seront injectés en sens opposé à 99.9 % de la vitesse de la lumière donc la circulation de ces faisceaux produira ainsi une énergie de 7 TeV.

Afin de faire circuler les faisceaux de particules, un système d'électroaimants supraconducteurs est mis en place dans le LHC.

Ainsi ce système a pour but de créer un champ électromagnétique et de courber les faisceaux de particules, soit pour les guider et les maintenir sur des trajectoires bien définies, soit pour en analyser les produits de collision dans les détecteurs.

On compte donc 9 593 électroaimants supraconducteurs, dont 1 232 aimants dipolaires de courbure et 392 aimants quadripolaires de focalisation du faisceau. Chaque dipôle mesure 15 m de long et pèse environ 35 t.

Ces aimants sont bobinés avec un câble métallique fait de filaments de niobium-titane inséré dans du cuivre.

Ce phénomène de supraconductivité nécessite une intensité du courant très élevée (11 700 ampères pour dégager un champ magnétique de 8.3 Teslas nécessaire à incurver la trajectoire des protons) c'est donc pour éviter un dégagement de chaleur que le système est applicable qu'à des températures très basses, proche du zéro absolu c'est-à-dire 1.9 K.

Pour atteindre cette température, on utilise le refroidissement cryogénique qui consiste à abaisser la température grâce à de l'hélium superfluide.

Au total, ce sont à peu près 120 tonnes d'hélium qui sont nécessaires, dont environ 90 employées dans les aimants et le reste dans les tuyaux et les unités de réfrigération.

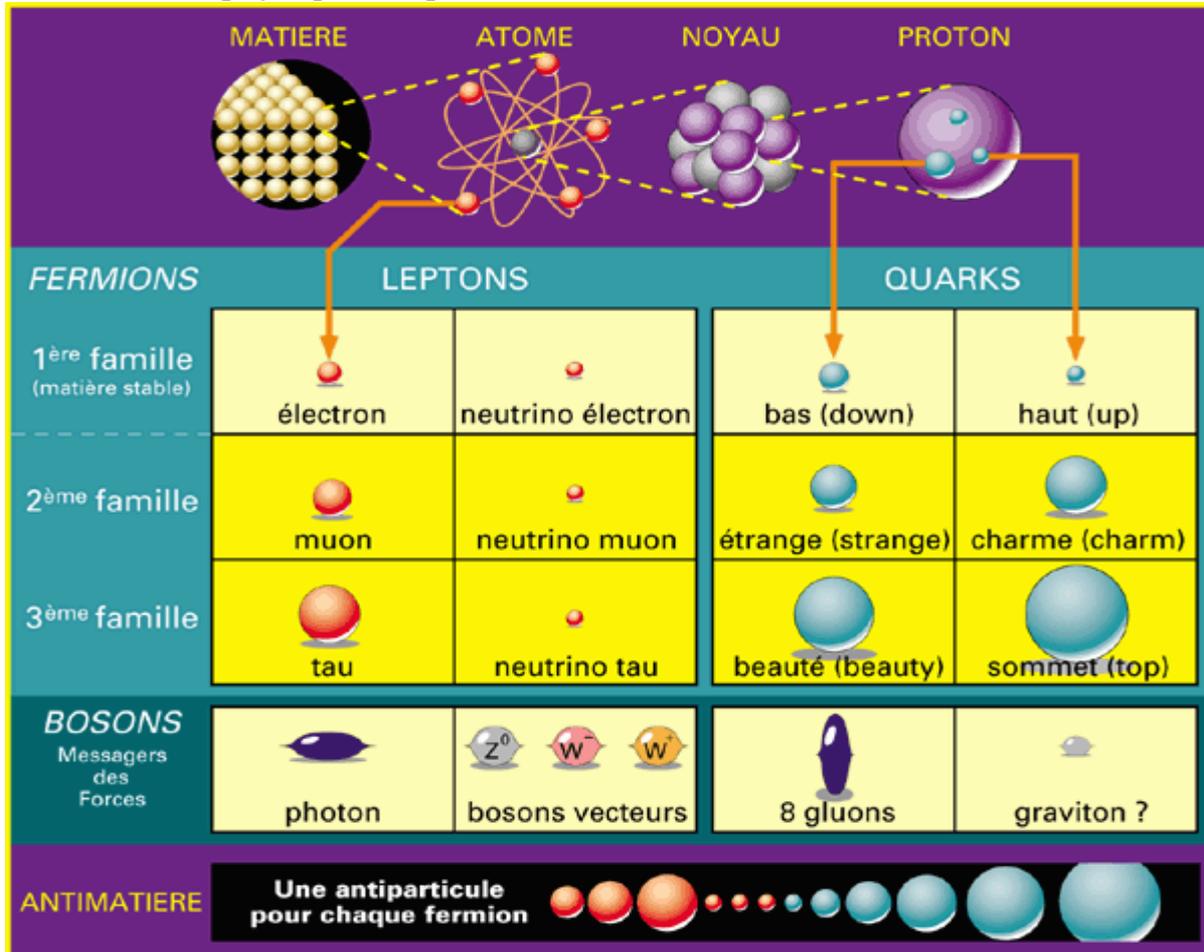
De plus le système cryogénique nécessite 40 000 joints de tuyauteries étanches et aussi d'être plongé dans l'ultra vide.

Les collisions se font en des points particuliers de la circonférence de la machine, autour desquels sont disposés des appareils qui détectent les événements créés lors de l'interaction des faisceaux.

Au final on comptera environ 600 millions de collisions par secondes, chaque collision dégageant une énergie de 14 TeV.

## b) Découvertes attendues :

Afin de mieux comprendre ce qui suit voici un tableau résumant le modèle standard de la physique des particules :



Modèle standard de la physique des particules

La densité d'énergie et la température produites lors des collisions dans le LHC recréent des conditions similaires à celles qui existaient quelques millièmes de secondes après le Big Bang.

Ainsi, les physiciens espèrent découvrir les secrets de l'évolution de l'Univers.

Tout d'abord le modèle standard n'explique pas l'origine de la masse, ni pourquoi certaines particules sont très lourdes alors que d'autres ne possèdent aucune masse.

La réponse se trouve peut-être dans le mécanisme de Higgs (proposé par Peter Higgs en 1964).

Selon cette théorie, l'espace est entièrement rempli d'un « champ de Higgs » et les particules acquièrent leur masse par interaction avec ce champ.

Les particules qui interagissent fortement avec le champ de Higgs sont lourdes, celles qui interagissent faiblement sont légères.

Au moins une particule est associée au champ de Higgs : le boson de Higgs.

Si une telle particule existe, les expériences du LHC devraient la détecter.

Nous savons que notre univers est composé de 4 % de matière « visible ». Alors il a été établi que le reste de l'univers est composé de 23 % de « matière noire » et 73 % d'énergie sombre. Ainsi l'accélérateur de particules pourra aussi mettre en évidence leur composition qui reste à ce jour inconnue.

Une théorie dit que matière et antimatière existaient en quantités égales lors du Big Bang, or dans notre univers on constate seulement l'existence de la matière. Un phénomène appelé baryogénèse aurait ainsi fabriqué un surplus de matière, l'antimatière et la matière se seraient annihilées ne laissant juste le surplus de matière créé par la baryogénèse. Grâce à la création d'un mini big-bang, le LHC permettrait de mettre en évidence ce phénomène et d'appuyer cette théorie.

Chaque noyau atomique est composé de neutrons et de protons, eux-mêmes composés d'autres particules encore plus petites appelées : quark. Nous savons, jusqu'à présent, que les quarks n'existent que par ensemble de 3 ou 4, mais il est dit qu'à des températures très élevées les quarks peuvent être isolés créant ainsi un plasma quark-gluons. En recréant les conditions de températures et de pression nécessaire, le LHC permettra de prouver l'existence d'un tel phénomène et pourra ainsi étudier cette nouvelle matière.

### c) Les expériences annexes :

Il y a six expériences installées dans le LHC : ALICE (A Large Ion Collider Experiment), ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS), CMS (Compact Muon Solenoid), LHCb (Large Hadron Collider beauty experiment), LHCf (Large Hadron Collider forward experiment) et TOTEM (TOTAl Cross Section, Elastic Scattering and Diffraction Dissociation at the LHC).

Les expériences ALICE, ATLAS, CMS et LHCb sont installées à l'intérieur de quatre énormes cavernes souterraines construites autour des quatre points de collision des faisceaux du LHC.

L'expérience TOTEM est placée près du point d'interaction de CMS, tandis que LHCf se trouve près d'ATLAS.

ALICE est un détecteur spécialisé dans l'analyse des collisions d'ions plomb. Il étudie les propriétés du plasma de quarks et de gluons, un état de la matière dans lequel les quarks et les gluons, dans des conditions de température et de densité très élevées, ne sont plus confinés dans les hadrons.

Un tel état de la matière a probablement existé immédiatement après le Big Bang, juste avant la formation de particules telles que les protons et les neutrons.

ATLAS est un détecteur polyvalent conçu pour couvrir les aspects les plus divers de la physique au LHC, de la recherche du boson de Higgs à celle de la supersymétrie (si elle existe) en passant par la quête de dimensions supplémentaires.

Le détecteur ATLAS est principalement caractérisé par son énorme système magnétique toroïdal.

Celui-ci est composé de huit bobines magnétiques supraconductrices de 25 mètres de long disposées en cylindre autour du tube de faisceau.

ATLAS est le plus grand détecteur jamais construit pour un collisionneur.

CMS est un détecteur polyvalent qui poursuit les mêmes objectifs de physique qu'ATLAS, mais avec une conception et des solutions techniques différentes.

Il est construit autour d'un énorme solénoïde supraconducteur et se présente sous la forme d'une bobine cylindrique de câble supraconducteur produisant un champ magnétique de 4 teslas, une valeur environ 100 000 fois supérieure au champ magnétique terrestre.

LHCb est consacré à l'étude de la légère asymétrie entre matière et antimatière, par l'observation des mésons B (particules contenant le quark b).

La compréhension de ce phénomène pourrait permettre aux physiciens de répondre à une question fondamentale : pourquoi notre Univers est-il constitué de matière et non d'antimatière ?

Au lieu d'entourer entièrement le point de collision d'un détecteur fermé, l'expérience LHCb utilise une série de sous-détecteurs alignés qui détectent principalement les particules s'échappant vers l'avant.

LHCf est une expérience plus petite destinée à mesurer les particules émises selon un angle très petit par rapport à la direction du faisceau lors des collisions proton-proton dans le LHC.

L'objectif est de mettre à l'épreuve les modèles utilisés pour estimer l'énergie primaire des rayons cosmiques de très haute énergie.

Ses détecteurs sont placés à 140 m du point de collision d'ATLAS.

TOTEM mesure la taille réelle, ou « section efficace », des protons dans le LHC.

Pour ce faire, TOTEM va détecter les particules produites au plus près des faisceaux du LHC.

L'expérience est dotée de détecteurs abrités dans des chambres à vide spécialement conçues; ces détecteurs, appelés « pots romains », sont reliés aux tubes de faisceaux du LHC.

Huit pots romains sont placés par paires en quatre emplacements proches du point de collision de l'expérience CMS.

## Partie 2 : Les risques du Large Hadron Collider

### a) Les Rayons Cosmiques

- Définition du rayonnement cosmique

Le rayonnement cosmique désigne de manière générale un rayon de particules de haute énergie (de l'ordre du TeV) présent dans tout l'Univers.

Le rayon cosmique possède deux parties: une partie chargés et une partie neutre.

-Partie Chargée : Elle est principalement constituer de protons ( entre 85 % et 90% ) et de noyaux d'hélium ( de 9 % à 14 %), mais elle possède également différent nucléons ainsi que quelques électrons. On trouve aussi des quantités infimes d'antimatières légères (antiprotons et positrons)

-Partie Neutre : La partie neutre quant à elle est constituée de **rayon gamma** ainsi que de **neutrinos**.

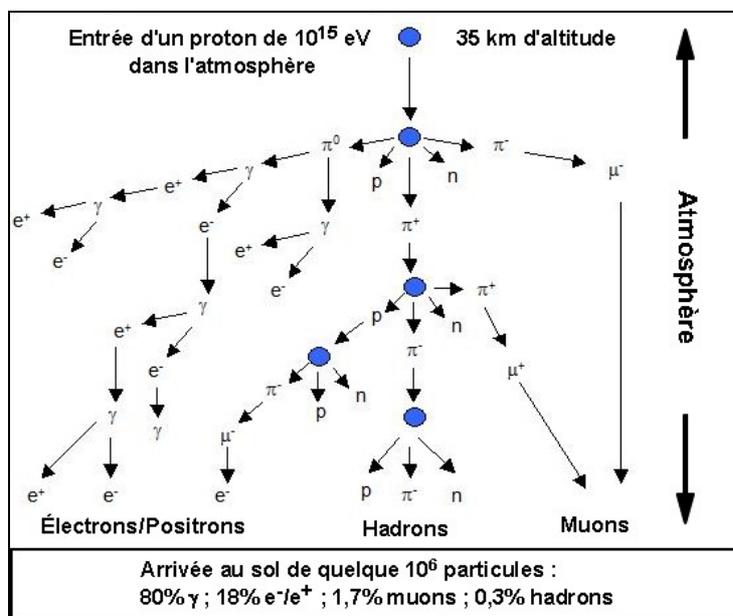
- Étude du rayonnement cosmique

L'étude de ce rayonnement au début du 20ème siècle nous a donné la physique des particules.

Aujourd'hui de puissants instruments tel que le LHC veulent et peuvent en reproduire et ainsi ouvrir une nouvelle fenêtre sur la physique.

La Terre reçoit généralement des quantités gigantesques de rayons cosmiques : en effet les particules tombant dans notre atmosphère sont partiellement ou totalement ionisées.

L'ionisation décroît de 0 à 700 m d'altitude, puis croît au delà.



L'essentiel des rayonnements atteignant la surface de la Terre consiste en des particules chargées ; ces dernières résultent de l'interaction entre les rayons neutres (rayon gamma) et les atomes atmosphériques qui permettent l'éjection de ces particules chargées.

Pouvons nous émettre l'hypothèse en l'absence de pénétration des rayons gammas que l'atmosphère joue un rôle protecteur ?

Le rayonnement est variable suivant la latitude où il est mesuré : il est plus faible à l'équateur du fait de l'influence magnétique terrestre.

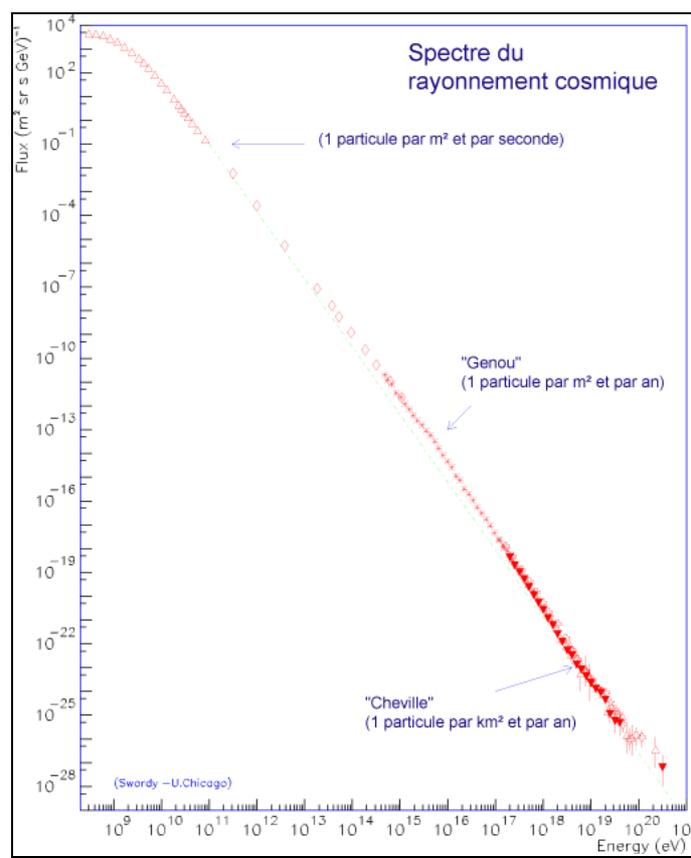
Ces gerbes atmosphériques sont des faisceaux de particules primaires provenant de l'espace et d'atomes de la haute atmosphère.

Ces particules ont une énergie gigantesque pouvant atteindre  $10^{20}$  électronvolts, ces particules secondaires (les gerbes atmosphériques) sont détectées directement au sol.

Le rayonnement cosmique primaire est constitué de protons qui produisent des gerbes de mésons ( pi chargés + et - d'une durée de vie de 26 nanoseconde) qui se désintègrent eux-aussi en muons ( d'une durée de vie de 2,2 micro secondes ) qui eux se désintègrent en électrons et neutrinos.

Sans l'effet relativiste de dilatation du temps la plupart des muons n'atteindraient pas le sol où ils subsisteraient des neutrinos indétectables par les moyens dont nous disposons aujourd'hui

- Spectre d'un rayon cosmique en astrophysique



## **IV) Origine et Observations**

Le Soleil est en partie responsable du rayonnement cosmique cependant les particules les plus énergétiques proviennent de l'espace interstellaire et intergalactique.

Les connaissances actuelles en astrophysique permettent d'expliquer l'accélération des particules par des processus astrophysiques violents (vent solaire, supernovae...).

Ils auraient pour origine l'explosion de supernovas, mais cela n'est en aucun cas confirmé actuellement ; d'autres sources sont pressenties, qui font appel aux phénomènes les plus énergétiques connus dans l'Univers : noyaux actifs de galaxie , sursaut gamma , trou noir , hypernovas , etc.

Mais leurs provenances restent un mystère pour les physiciens du monde entier. En effet pour les particules les plus énergétiques : les zetta-particules (d'une puissance de  $4.10^{19}$  eV) les observations restent encore peu nombreuses car nous en recensons moins d'une gerbe par an.

- **Risque pour l'humanité**

La vie terrestre, non isolée par l'épaisseur d'une atmosphère terrestre des rayons gamma que pourrait produire le LHC pourrait être mis en dangers.

En effet ces rayons gamma sont extrêmement dangereux pour l'Homme ainsi que pour la faune car ils sont la cause de multiples cancers et de déformations génétiques ce qui pourrait provoquer d'une part la stérilité de tout être vivant sur la planète Terre et donc ainsi leurs disparitions (référence d'Hiroshima) d'autre part la modification de leurs structure cellulaire pouvant causer d'irréversible dégâts.

Les rayons gamma ont en effet la particularité d'être très énergétiques et de casser les protéines ce qui engendre dans un premier temps une modification de l'information génétique et dans un deuxième temps la fabrication de cellule cancéreuse.

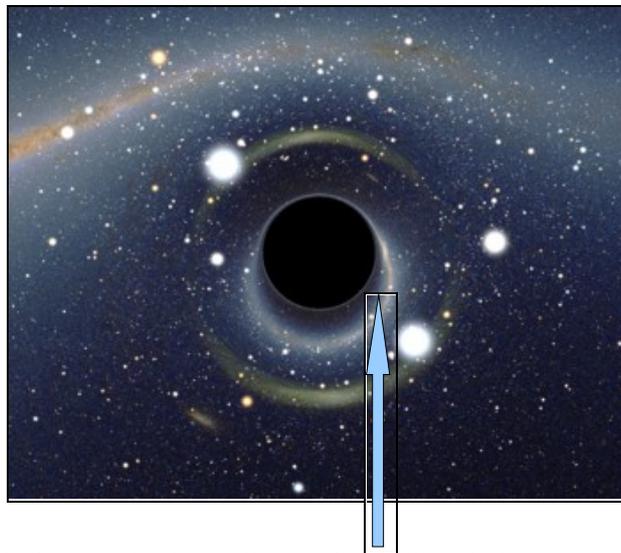
### **a) Trou Noir**

En astrophysique , un trou Noir est un objet massif dont le champ gravitationnel est si intense qu'il empêche toute forme de matière et de rayonnement (thermique , lumineux ...) de s'en échapper.

- Définition d'un trou Noir stellaire

Un trou noir possède une masse donnée (généralement entre 5 et 10 masses solaires) , concentrée en un point appelé singularité gravitationnelle, cette masse permet de définir une sphère appelée : horizon du trou noir.

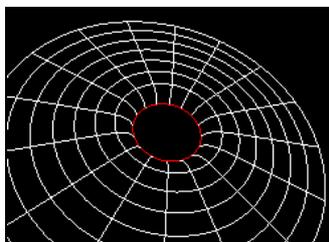
Il est centré sur la singularité gravitationnelle et son rayon est une limite maximale en-deçà duquel le trou Noir empêche toute chose de s'en échapper.



Singularité gravitationnelle (Déformation de la voûte céleste)

- Condition de formation d'un Trou Noir

Un trou noir stellaire se forme généralement à la suite d'un effondrement gravitationnel (Voir schéma)



provoquer par l'effondrement d'une étoile, à cause d'une masse très importante regroupées dans un tout petit volume (spécificité d'une étoile à neutron).

Nous pouvons prévoir si oui ou non un objet quelconque ( de préférence astronomique ) se transformera en trou Noir grâce a la formule du rayon de Schwarzschild.

## Démonstration de la formule de Schwarzschild

### Énergie cinétique

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

### Énergie Potentielle

$$E_{pp} = -GMm/d$$

### Énergie mécanique :

$$E_m = E_c + E_{pp}$$

L'objet m échappe à l'attraction de M donc  $E_m = 0$

$$\frac{1}{2} m v^2 \text{ lib} - GMm/d = 0$$

$$V \text{ libérer} = \sqrt{GM/d}$$

Pour les trous Noir  $V \text{ libérer} = C$  (Célérité de la lumière)

$$C^2 = GM/R_s$$

$$\text{Rayon de Schwarzschild} = GM^2/C^2$$

Ainsi les scientifiques du LHC ont réussi à déterminer grâce à la formule du rayon de Schwarzschild et à d'autres calculs que les particules accélérées pourraient se transformer en micro trou Noir à la suite de collisions mais pour expliquer les trous noirs nous avons besoin de la relativité générale.

- Relativité générale

La relativité générale est une théorie relativiste de la gravitation, pour être plus précise elle décrit le mouvement d'objet céleste (plus généralement l'énergie émise).

Elle est basée sur des concepts très différents de ceux de la gravitation newtonienne, effectivement elle stipule que la gravitation n'est qu'une déformation de l'espace temps.

Cette théorie relativiste de la gravitation nous donne la vérification des effets tels que l'expansion de l'univers et le mécanisme des trous noirs tandis que ces effets sont absents de la théorie newtonienne.

Einstein admit l'égalité entre la masse gravitationnelle et la masse inertielle, la fameuse formule  $E = mc^2$  autorise alors à utiliser l'énergie totale d'un corps à la place de sa masse.

La relativité générale ajouta à la relativité restreinte la présence de matière pouvant déformer localement l'espace temps lui-même, de telle manière que des

trajectoires dites géodésique (de longueur minimale ) à travers l'espace temps ont des propriétés de courbure de l'espace et le temps.

Schwarzschild trouva une solution exacte des équations de la gravitation prouvant ainsi qu'il pouvait exister des conditions où un phénomène de trou noir apparaissait : la géométrie de l'espace temps se comporte comme une surface élastique creusée localement par la présence d'un objet massif, la présence de cette objet massif affectera la courbure de l'espace , ce qui semblera vu de l'extérieur altérer la course d'un rayon lumineux ou d'un objet en mouvement qui passe dans son voisinage.

- Trou Noir microscopique ou trou noir primordiaux

Les trous noirs primordiaux (aussi appelé micros trous noirs ou trous noirs quantiques) aurait une taille très petite (de l'ordre du micromètre)

Ils seraient formés durant le Big bang, suite a l'effondrement gravitationnelle de petites surdensité dans l'univers primordial.

La densité et la répartitions en masse de ces trous noirs ne sont pas connut et dépendent essentiellement de la façon dont se produit une phase d'expansion rapide dans l'univers primordial : l'inflation cosmique.

Ces trous noirs de faibles masses émettent un rayonnement gamma.

Selon certains modèles de physique des hautes energie , il pourrait être possible de créer des micros trous noirs similaires en laboratoire, dans les accélérateurs de particules comme le LHC.

- Danger pour l'homme

Comme nous l'avons vu les Trou Noir sont des objet effrayant.

En émettant l'hypothèse que, grâce a la puissance énergétique du LHC, un trou noir venait a se créer, la Terre et toute notre partie du système Solaire pourrait disparaître dans le néant le plus absolu.

En effet si un trou noir quantique venait à se créer celui-ci se logerait au centre de notre planète (effet de la gravité ) engloutissant d'une part la partie centrale (noyau supérieur et inférieur) de notre planète puis ces enveloppes alentours (manteau, croute).

De plus du faite qu'ils émettent des rayons gamma de nombreux cancers et des mutations irréversibles pourraient apparaître.

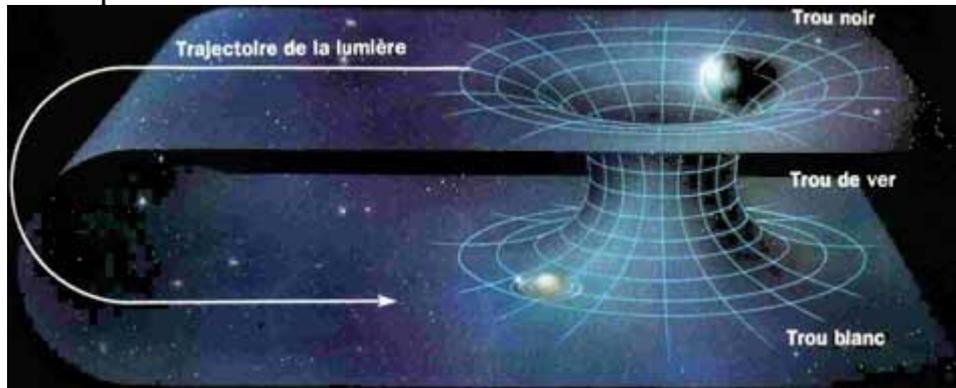
Les trous noirs sont les objets les plus dangereux mais les plus fascinants de notre Univers.

### c) Les trous de Ver (WormsHoles)

La relativité générale et la théorie des cordes nous indique qu'il existerait des configurations dans lesquelles deux trou noirs pourraient être reliés l'un à l'autre.

Une telle configuration est appelée trou de ver ou plus rarement pont d'Einstein-Rosen .

Ces structures permettraient de trouver un moyen de voyager à de très grandes vitesses sur de très grandes distances, voire si tout est possible, de voyager dans le temps.



### Quelque définitions:

#### Supersymétrie:

La supersymétrie est une symétrie en physique des particules , elle établit un lien extrêmement fort entre les particules dotée d'un spin entier et celles dotées d'un spin demi-entier se qui implique une différence de masse.

#### Supergravité:

La super gravité est une théorie qui allie la supersymétrie à la relativité générale ainsi dans l'exemple d'un trou noir noir son champ de gravité attire alors que le champ de gravité d'un trou blanc repousse les élément.)

La théorie des cordes tente de décrire les premier instants du BigBang, la composition d'un trou noir , le fonctionnement des trous de ver, les trous blancs ...

La théorie des cordes repose sur deux hypothèses révolutionnaires:

#### hypothèse 1:

Les briques fondamentales de l'Univers ne seraient pas des particules ponctuelles mais des sortes de cordelettes vibrantes possédant une tension, à la manière d'un élastique.

Ce que nous percevons comme des particules de caractéristiques distinctes (masse , charge électrique ...) ne seraient que des cordes vibrant différemment. Les différents types de cordes vibrant à des fréquences différentes, seraient ainsi à l'origine de toutes les particules élémentaires de notre univers.

#### hypothèse 2:

L'univers contiendrait plus de trois dimensions spatiales.

Certaines d'entre elles seraient repliées sur elles-même passant ainsi inaperçues à nos échelles (procédure de réduction dimensionnelle)

## Les différentes théorie des cordes

La théorie bosonique des cordes à 26 dimensions est une théorie des cordes originale et simple.

La formulation de la théorie indique que l'univers ne contient que des bosons. En effet elle contient un tachyon ( type de particule hypothétique dont l'énergie est une quantité réelle et la masse un imaginaire pure, elle fait aussi apparaître la graviton , elle admet des cordes ouvertes ou fermées).

Cinq théorie des supercordes à 10 dimensions, qui ne possèdent pas de tachyons et qui suppose l'existence d'une supersymétrie sur la feuille d'univers des cordes aboutissant à l'existence de supersymétrie dans l'espace cible

La théorie I : Théorie des cordes ouvertes ou fermée de groupe de symétrie  $SO(32) E4 \times E4$

La théorie IIA : Théorie des cordes fermées uniquement, non chiralité

La théorie IIB : Théorie des cordes fermée uniquement , chiralité

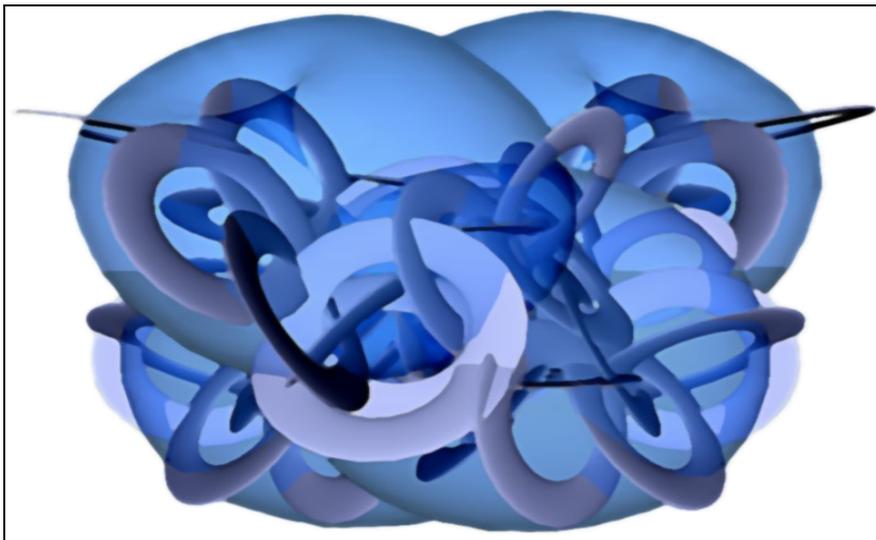
La théorie HO : Théorie des cordes fermée uniquement , hétérodité, groupe de symétrie  $SO(32)$

La Théorie HE : théorie des cordes fermée uniquement , hétérodité de groupe de symétrie  $E8 \times E8$

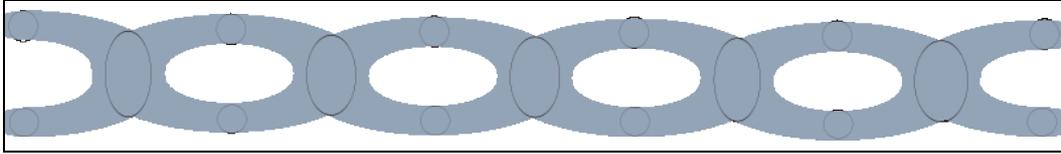
La théorie M : L'aboutissement des théorie des corde I, IIA, IIB, HO et HE

La théorie des supercordes se distinguent de la première par l'existence d'une symétrie supplémentaire : la supersymétrie .

Il semblerait que ces cinq théorie soient différentes limites d'une théorie encore mal connue, reposant sur un espace de 11 dimensions (10 spatiales et 1 temporelle ) appelée théorie M , sur laquelle admettrait la supergravité maximale.



## **La constance de couplage des cordes**



En théorie des cordes , la constance de couplage est un nombre positif qui détermine la probabilité avec laquelle deux cordes peuvent se fondre en une, puis se re-séparer (Trou de ver).

### **Trou blanc**

Un trou Blanc aussi appelé fontaine blanche est un objet théorique susceptible d'exister au sens où il peut être décrit par les lois de la relativité générale. Ce type d'objet est décrit par certaines solutions de mathématique de type trou noir dans lequel des géodésiques sont issues d'une singularité gravitationnelle ou d'un horizon.

Ils forment ainsi le symétrique par rapport au temps d'un trou noir, en effet puisque aucune matière ne peut sortir d'un trou noir inversement aucune matière ne peut rentrer dans un trou blanc.

Techniquement cela s'exprime par le fait que la singularité gravitationnelle qui existent entre ses objets est dans le futur de l'horizon d'un trou noir ou dans son passé de l'horizon d'un trou blanc.

### **De trou Noir à Trou Blanc**

Un trou noir est caractérisé par une région dans laquelle une géodésique peut pénétrer sans pouvoir en ressortir cela se traduit mathématiquement par un certain type de solution aux équations de la relativité générale.

Ainsi cette solution implique un trou noir éternel statique, donc il existe forcément des trajectoires inverses semblables obtenue par renversement du temps.

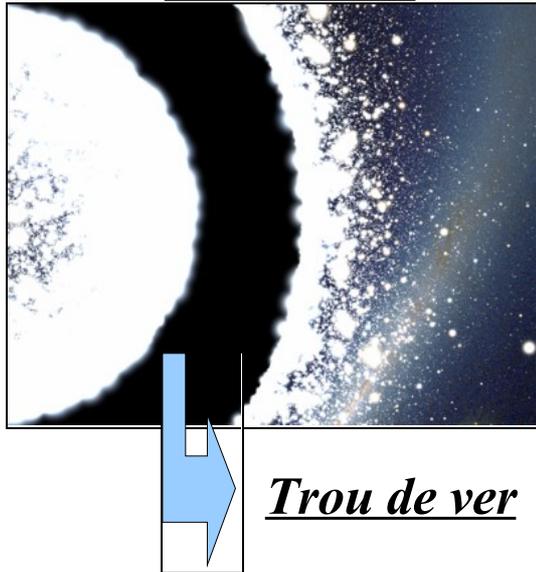
Ce type de trou noir est appelé trou noir de schwarzschild, il comprend ainsi deux types d'horizons : un horizon futur (horizon du trou noir ) est un horizon passé ( horizon d'un trou blanc).

L'horizon futur englobe une singularité gravitationnelle ce qui implique une région dont on ne peut en sortir.

L'horizon passé délimite quand à lui une région dans laquelle il est impossible de rester et dont on ne peut que sortir c'est cette région très mystérieuse qui est mise en avant sous le nom de trou blanc

### **Formation d'un trou de ver et fonctionnement**

## *Trou de ver*



Un trou de ver est une conjecture d'un trou noir et d'un trou blanc, étant un objet hypothétique il pourrait nous permettre de voyager dans l'espace inter-dimensionnel (multivers) ou nous permettre de voyager dans des époques passées ou futures.

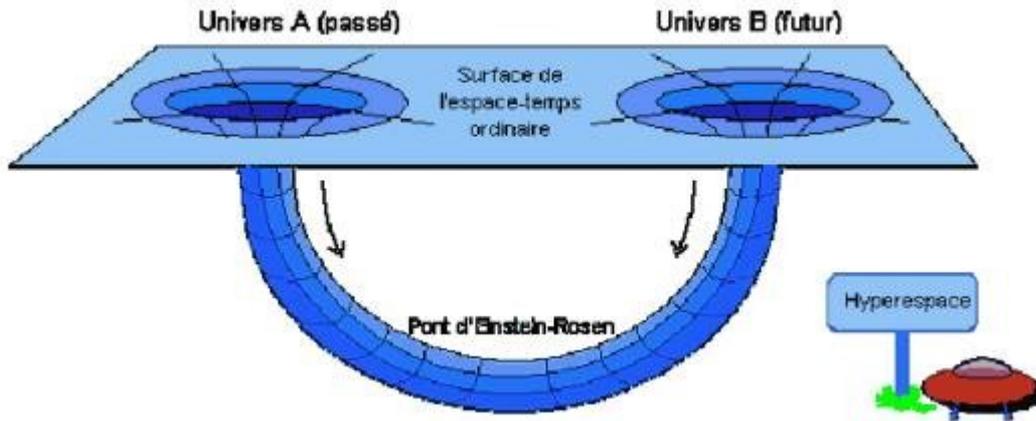
A l'heure actuelle, il existe hypothétiquement 3 types de trous de vers :

- Le trou de ver de Schwarzschild qui est infranchissable
- Le trou de ver de Reissner-Nordsstrom ou de Kerr-Newman : Ce trou de ver est franchissable mais dans un seul sens , pouvant contenir un trou de ver de Schwarzschild
- Le trou de ver de Lorentz est de masse négative et franchissable dans les deux sens

Un trou de Ver serait composé de matières exotiques et il serait possible d'en créer un en accumulant les masses négatives

Les trous de vers de Schwarzschild et de Reinssner-Nordsstrom seraient de symétries sphériques ce qui veut dire qu'ils ne seraient pas en rotation alors que les trous de vers de Kerr -Newman auraient une rotation sur eux-même.

Le trou de Ver obéit a la géométrie de Schwarzschild ou de Kerr en effet il existerait un trou noir s'opposant à un trou blanc entre lesquels se trouve un trou de ver qui relie les horizons de deux univers.



La création d'un trou de ver par le LHC , pouvant nous faire voyager dans le temps pourrait modifier toute l'Histoire : par exemple de détruire une génération entière , de modifier les grandes phases de l'histoire , mais un trou de ver pourrait aussi résoudre les grands problèmes passés de l'Histoire (Bombe atomique sur Nagasaki , Guerre mondiale ...

**Conclusion :**

Cette machine d'une incroyable complexité , n'a pas fini de nous étonner avec la découverte de matières exotiques et de particules inédites, mais aussi de nous effrayer avec les problèmes que cela peut engendrer jusqu'à peut être même la destruction de notre espèce .

Maintenant c'est à vous de vous poser les questions nécessaires et ainsi de juger de l'utilité ou de la dangerosité du LHC.