

# A la découverte de la naissance du monde avec la collaboration ALICE.

Bien que le Big Bang soit un terme relativement courant de nos jours, il n'en reste pas moins bien mystérieux, et de nombreuses équipes travaillent encore pour en savoir plus sur la création du cosmos. C'est donc dans le cadre de recherches fondamentales que la collaboration ALICE a pu représenter et étudier la matière telle qu'elle a existé aux premiers instants de l'Univers et ses mécanismes d'évolution.

## Qu'est-ce que le Big Bang ?

Le terme « Big Bang » fut employé pour la première fois au milieu du XX<sup>ème</sup> siècle par l'astrophysicien anglais Fred Hoyle pour vulgariser le modèle cosmologique développé en 1927 par son confrère belge Georges Lemaître. Ce modèle, permettant la compréhension de la structure, de l'origine et de l'évolution de l'Univers, était basé sur la théorie de l'expansion du cosmos. Ce postulat énonçait que l'Univers observable provenait d'une explosion ayant d'abord permis la formation, puis l'expansion d'un Univers primitif, chaud et dense, et que cette progression serait toujours en mouvement.

C'est au sein de cet Univers primordial que les premiers particules de matière ont vu le jour. Ultérieurement, son expansion fut accompagnée d'un refroidissement où ces composants se sont réunis pour constituer la matière de l'Univers visible. C'est ainsi que pour comprendre la structure de la matière et son évolution, la collaboration ALICE reconstitue ces phénomènes, ayant eu lieu quelques millièmes de seconde après le Big Bang.

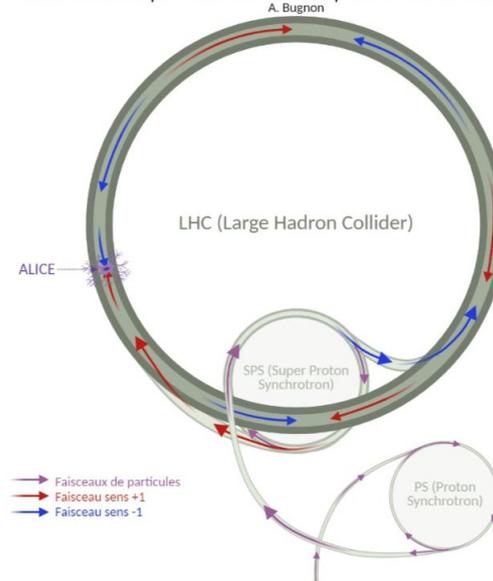
## En quoi consiste l'expérience ALICE ?

L'expérience ALICE (A Large Ion Collider Experiment), sous la tutelle du CERN (the European Organization for Nuclear Research), consiste en un détecteur de 10 mètres de haut, 10 mètres de large, 26 mètres de long et 10 000 tonnes, installé sur l'anneau du LHC (Large Hadron Collider), lui-même localisé sur la frontière franco-suisse. Le LHC est le plus grand accélérateur de particules au monde, il est

composé de 27 kilomètres de tubes à vide entourés d'aimants supraconducteurs, des structures accélératrices permettant la propagation de deux faisceaux d'ions, des protons ou des noyaux de plomb, circulant dans des sens opposés. En faisant le tour de cet anneau les ions gagnent en vitesse, approchant celle de la lumière, pour finir par rentrer en collision en quatre points distincts de l'accélérateur, c'est en l'un de ces points que l'on retrouve l'expérience ALICE.

Lorsqu'un impact a lieu au sein du détecteur, celui-ci peut alors mesurer différentes informations quant aux particules produites par cette collision, via plusieurs sous-détecteurs permettant chacun une mesure spécifique. L'expérience ALICE a été spécialement conçue afin d'analyser ces données pour étudier un état de la matière, appelé plasma quarks-gluons, qui aurait été présent peu de temps après le Big Bang.

Accélérateurs à particule du CERN et position du détecteur ALICE.  
A. Bugnon



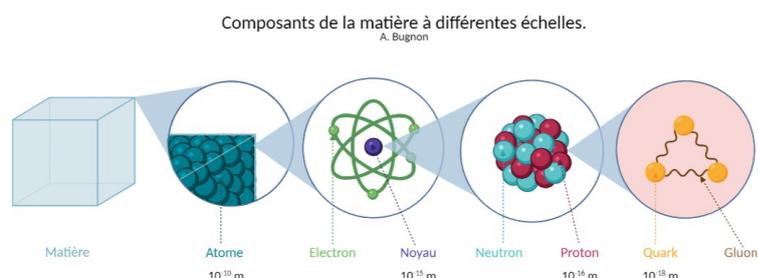
## A quoi correspond le plasma quarks-gluons ?

De nos jours, toute matière de l'Univers visible est composée d'atomes, ces atomes possèdent un noyau recouvert d'un nuage d'électrons. Ce noyau est constitué de protons et de neutrons, eux-même formés de quarks. Dans l'Univers observable, ces quarks ne sont jamais libres, mais toujours agglutinés les uns aux autres grâce aux gluons, ce phénomène liant les quarks et les gluons se nomme le confinement.

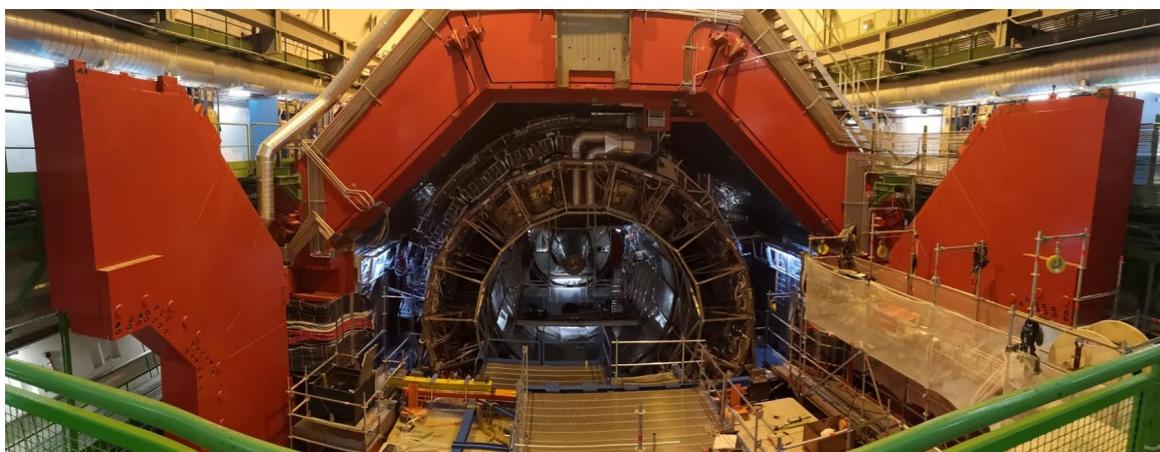
Cependant, l'énergie restituée par les collisions d'ions lourds est si forte qu'elle permet la « fusion » des atomes, donnant ainsi une « soupe primordiale » de quarks et de gluons très faiblement liés entre eux. Cet état, qui composait l'Univers primitif, est appelé plasma

quarks-gluons. Par la suite, le refroidissement de ce milieu, chaud et dense, permet à ces particules élémentaires de se reconfiner, autrement dit de se souder, pour former la matière connue à ce jour.

C'est ainsi que l'expérience ALICE peut recréer et étudier cet état et son évolution lors de collisions plombs-plombs permises par les faisceaux du LHC.



Ainsi, la collaboration ALICE nous explique que l'explosion du Big Bang, par ses conditions extrêmes de température et de densité, aurait permis la formation de plasma quarks-gluons, formant ainsi l'Univers primordial. En parallèle de la constitution d'électrons, ces composés se seraient confinés pour former les neutrons et les protons, le tout composant les atomes, centres de la matière présente dans notre Univers observable.



A. Bugnon, Photographie du détecteur ALICE en phase d'amélioration, Saint-Genis-Pouilly (France), Juillet 2019.

23 avril 2021  
Agathe BUGNON

### Les références :

- CERN, page sur *ALICE*, 2021 [[Lien vers la page](#)] ; page sur *L'Univers primordial*, 2021 [[Lien vers la page](#)] ; page sur *Ions lourds et plasma de quarks et de gluons*, 2021 [[Lien vers la page](#)] ; page sur *Grand collisionneur de hadrons*, 2021 [[Lien vers la page](#)].
- ALICE, page sur *A Large Ion Collider Experiment*, 2020 [[Link to page](#)].
- Futura Science, article de Olivier Esslinger sur *Le Big Bang*, 5 février 2015 [[Lien vers l'article](#)] ; article de Rudy Tuni sur *Le Plasma Quark-Gluon*, 1<sup>er</sup> Janvier 2021 [[Lien vers l'article](#)].
- Science Direct, livre de A. Mohamad Ghazi et James R. Millette sur *Environmental Forensics, Contaminant Specific Guide*, pages 55-79, 2005 [[Link to page](#)].
- Visite de l'expérience ALICE, Ophélie Bugnon, Doctorante IMT Atlantique, Collaboration ALICE.