

A la recherche de la matière noire

Nicolas Delesalle Publié le 06/06/2017.



EXCLU WEB ABONNÉS - A Modane, un labo du CNRS est enfoui sous 1 700 mètres de pierre, à l'abri des rayons cosmiques. Depuis trente ans, douze scientifiques permanents y tentent de capter des particules de matière noire pour expliquer la formation de l'Univers. Prenant le risque de ne rien trouver... ou de traquer quelque chose qui n'existe pas.

Dans le tunnel routier de Fréjus, sous la montagne entre Modane et Bardonecchia en Italie, la procession interminable des poids lourds est troublée par un spectacle étrange. Au milieu du tunnel de douze kilomètres de long, des gilets fluorescents s'animent sur le bord de la route, dans le vacarme des camions, devant la gigantesque porte coupe-feu d'un abri anti-incendie. Des automobilistes en panne ou des agents de maintenance ? Non. Des chercheurs du CNRS. Comme chaque jour, ils viennent travailler dans le [laboratoire le plus profond d'Europe](#), creusé dans la roche, sous 1 700 mètres de pierre. Après la porte, un sas, une autre porte et puis le silence des chapelles électroniques. Hauteur sous plafond : dix mètres ; largeur : dix mètres ; longueur : trente mètres. Chaque centimètre cube de l'espace volé à la montagne est occupé par d'étranges appareillages truffés de capteurs, le tout installé dans un décor futuriste, mais un futur déjà vieux, patiné, un futur des années 1980, date de l'ouverture du laboratoire. Depuis plus de trente ans, dans ce silence minéral tapi sous la pointe de Fréjus (2 932 mètres), les scientifiques espèrent percer les secrets de la formation de l'Univers.

A l'abri des rayons cosmiques

Mais pourquoi diable s'enterrer sous une montagne pour comprendre le ciel ? Tout simplement parce qu'elle offre un bouclier très efficace contre les rayons cosmiques qui bombardent en permanence notre planète et dont le bruit de fond parasiterait les expériences. A la surface de la Terre, chaque jour, dix millions de particules cosmiques tombent sur le sol par mètre carré. Seules quatre d'entre elles pénètrent dans le bunker souterrain de Modane. Reste la [radioactivité](#) naturelle contre laquelle il faut aussi lutter. Chaque seconde, huit mille atomes de potassium 40 et de carbone 14 se désintègrent dans le corps humain. Cela pourrait aussi brouiller les résultats. Les chercheurs ont donc installé des pièges à radon (conçus à partir d'écorce de noix de coco, les atomes de radon s'y trouvent piégés) et armé leurs instrumentations de plusieurs couches de blindage en utilisant vingt-deux tonnes de vieux plomb archéologique retrouvé dans une épave romaine du IV^e siècle. Le plomb inerte garantit un environnement d'une grande, d'une immense pureté.

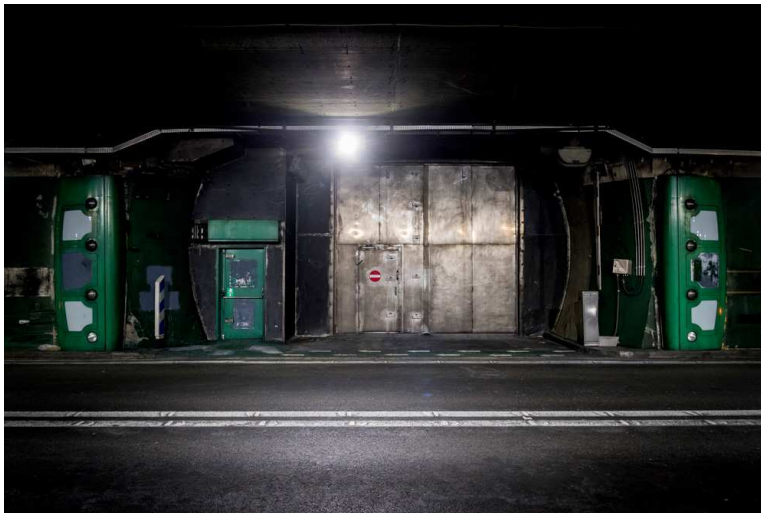
SUR LE MÊME THÈME

[Retour sur...](#)

Rétro 2012 : découverte du boson de Higgs

[Sciences](#)

Ils ont trouvé le boson de Higgs, Graal de la physique !



La matière noire : des particules insaisissables

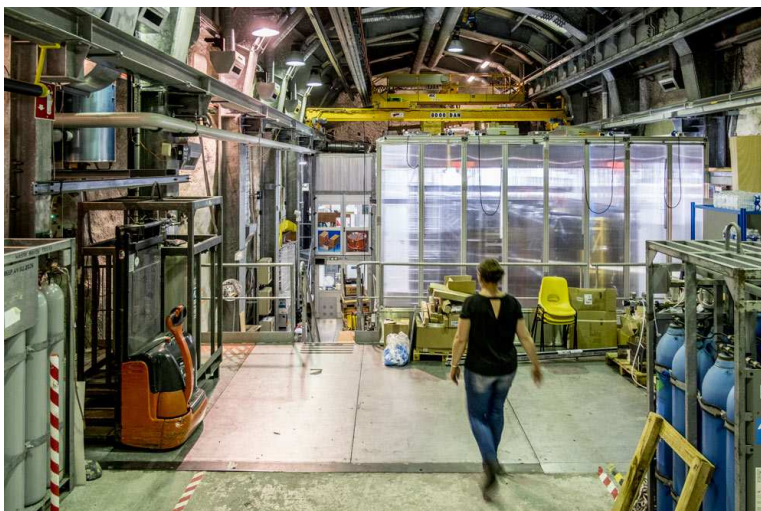
La phobie parasitaire des chercheurs a une raison simple : depuis des années qui pèsent des siècles, ils traquent des particules insaisissables, qui n'interagissent quasiment pas avec notre monde : les particules de matière noire. Il faut faire un grand silence pour espérer les entendre. Toute la matière visible de l'Univers – les étoiles, les galaxies, les planètes, les vers de terre, le cerveau de Donald Trump, les espadrilles, le sable des plages – ne compte que pour 4 % de la matière totale du cosmos. Le reste serait composé pour un quart de matière noire et pour trois quarts d'énergie sombre, deux entités dont on ne sait rien, mais dont l'existence expliquerait pourquoi les étoiles éloignées du centre d'une galaxie tournent beaucoup plus vite que prévu par la théorie. Ce modèle expliquerait aussi l'expansion accélérée de l'Univers et la déformation des galaxies quand elles se percutent : « *Quand on observe une collision, les galaxies ne se déforment pas selon les règles de la gravité classique, il y a de la masse en plus* », explique Guillaume Warot, jeune chercheur troglodyte.

Il y a 13,7 milliards d'années, le big bang

Des « halos » de matière noire sertiraient les galaxies ; de la matière lourde, théorisée en 1933 par le physicien suisse Fritz Zwicky, mais qui n'interagit pas avec la matière ordinaire et qui n'émet aucune lumière. Les chercheurs du laboratoire de Modane espèrent un jour identifier ces particules nées une seconde après le big bang, voilà 13,7 milliards d'années, et jamais observées par personne : les *Wimps* (*weakly interacting massive particles*), ou « mauviettes » en français. Pour l'instant, ils n'ont rien trouvé mais, pugnaces, ils attendent dans leur désert des Tartares, leur grotte de patience infinie, comme Charlotte Riccio, technicienne du CEA, presque vingt ans à Modane, héroïne discrète de l'histoire d'une traque interminable dont l'objet n'existe peut-être pas. Le mathématicien Cédric Villani, médaille Field 2010, a lui-même expliqué combien cette idée de matière noire lui paraissait farfelue.

Le neutrino serait à l'origine de toute la matière

Mais le directeur du laboratoire, les cheveux blanchis prématurément, Fabrice Piquemal, oppose au silence des astres et aux doutes, un regard bleu intense. Avec passion, il nous fait visiter les lieux, raconte toutes les expériences menées dans ce labo. Car il n'y a pas que la matière noire qui excite les douze permanents de Modane et les deux centaines de chercheurs internationaux qui viennent y puiser des données. Il y a aussi les neutrinos, la particule la plus abondante de l'Univers avec le photon. Chaque seconde, des centaines de milliards d'entre eux, la plupart venus directement depuis notre Soleil, nous traversent de la tête au pied sans coup férir ; hélas, eux aussi sont très difficiles à repérer puisqu'ils ne laissent guère d'empreintes dans la matière dans laquelle ils voyagent. Avec l'expérience SuperNEMO, Fabrice Piquemal et ses collègues essaient de valider une incroyable hypothèse, émise par le physicien Ettore Majorana dans les années 1930, selon laquelle le neutrino pourrait être sa propre... antiparticule. Hypothèse qui expliquerait pourquoi le neutrino, cette facétieuse et si délicate poussière, serait à l'origine de toute la matière qui nous compose.



La matière et l'antimatière

Pour mémoire, toutes les particules fondamentales ont un double, un sosie de charge électrique opposée, comme l'électron (négatif) et le positron (positif). Quand ces particules de matière et d'antimatière se rencontrent, elles s'annihilent mutuellement et se transforment en lumière. Or – rappelons-nous les livres d'[Hubert Reeves](#) – la matière et l'antimatière sont supposées avoir été créées en quantité égale juste après le big bang. Elles auraient dû s'annihiler entièrement, ne laissant rien d'autre qu'un Univers d'énergie pure, de la lumière partout, rien que de la lumière. La matière l'a emporté. Et le comportement du neutrino, dont la charge est neutre, pourrait l'expliquer.

— Aller au cœur de la matière, “c'est mon moteur, mon ressort”

Fabrice Piquemal raconte ces enjeux fondamentaux avec l'humilité du chercheur rompu à l'écarquille oculaire du néophyte ; il marche dans son antre, fait les cent pas dans son fort, aucun Tartare au loin, juste l'espoir d'un événement unique, annuel, le neutrino tant attendu enfin dans le filet, et puis la possibilité aussi d'une quête vaine, encore. Rien n'est mieux garanti en science que l'échec, le tâtonnement, l'attente. Il raconte que, depuis toujours, il a voulu savoir comment la nature fonctionnait, aller au cœur de la matière : « *C'est mon moteur, mon ressort.* » Il explique aussi les projets concurrents, car la science est une course : les Chinois qui viennent d'ouvrir un laboratoire cent fois plus grand que celui de Modane, l'expérience voisine d'Osiris, sise en Italie, qui utilise une autre technique et semble progresser très vite. Soudain, il lève la tête vers le plafond : « *Quand on est ici, avec la densité du granit, c'est comme si on avait 4 800 mètres d'eau sur la tête. Par comparaison, le labo des Chinois en aurait 7 000 mètres.* »

Un château-lafite 1787 ?

Il relate encore les expériences de biologie, de climatologie, compare sa science à la pêche à la ligne — il faut changer régulièrement la profondeur de l'appât, le niveau d'énergie, affiner les hameçons —, quoi qu'il arrive rester optimiste : « *La technologie progresse, la sensibilité est de plus en plus fine.* » Puis, devant un détecteur destiné à l'étude de la masse du neutrino, toujours inconnue, il raconte une improbable histoire de pinard. Un jour, Philippe Hubert, un ancien chercheur du labo, reçoit un coup de fil d'un détective privé américain chargé par un milliardaire d'enquêter sur une bouteille de château-lafite 1787 signée de la main de Thomas Jefferson, et mise en vente 150 000 dollars par la collection Forbes. Le flacon le plus cher de tous les temps est-il authentique ? Le détective sait que le labo de Modane a déjà réussi à dater des bouteilles en repérant des traces de césium 137 dans les tanins. Preuve que le vin a été embouteillé après le début de l'ère nucléaire. Le césium 137 ne se trouve pas dans la nature. Le détective a fait chou blanc. Le labo de Modane lui confirme que la bouteille de 1787 ne contient pas de césium, en revanche une analyse menée par le FBI, a révélé que la gravure du verre avait été réalisée à l'aide d'une roulette électrique de dentiste, donc entre la fin du XIXe siècle et 1950. « *Will Smith a acheté les droits de l'histoire* », sourit Fabrice Piquemal.



Des capteurs ultrasensibles pour traquer les “mauviettes”

Voici enfin l'[expérience Edelweiss](#), celle qui traque, en concurrence avec d'autres laboratoires dans le monde, la mystérieuse matière noire qui n'existe peut-être pas. Dix ans de conception, quatre ans de montage, cinq ans de réglage. L'ensemble ne ressemble à rien. Une boîte enfermée dans une boîte enfermée dans une boîte enfermée. Mais sous les couches de métal dort la grâce. Pour espérer saisir au vol ces fichues « mauviettes » invisibles, il a fallu construire des capteurs ultrasensibles conçus avec quarante kilos de cristaux de germanium, un matériau semi-conducteur d'une infinie pureté, et plonger l'ensemble dans l'un des plus grands froids imaginables, - 273,13 °C, à 0,02 degré du zéro absolu. Si, par un hasard extraordinaire, une particule de matière noire venait à percuter cette cible, comme une boule de billard, elle provoquera le déplacement d'un atome de germanium, ce déplacement augmentera la température d'un millionième de degré et libérera des électrons, lesquels seront transformés en signal, signal qui sera inmanquablement observé par les chercheurs, lesquels, après moult vérifications, relectures et publications, pleureront de joie et seront décorés d'un prix Nobel mérité, parce que le ciel sera alors moins cinglé et mieux compris.

Et si on ne trouvait rien ?

Et s'il n'y avait aucun signal ? Jamais ? Et si cette quête était vouée au silence des particules ? A l'échec ? Peut-on passer toute une vie à se tromper ? Dans leur grotte, Fabrice Piquemal, Guillaume Warot ou Charlotte Riccio et les autres chercheurs, ne veulent même pas y penser. Après tout, les ondes gravitationnelles ont été découvertes presque cent ans après avoir été imaginées par [Albert Einstein](#). Quant au [Boson de Higgs](#), raillé pendant des années par le grand cosmologiste [Stephen Hawking](#) et dont l'existence fut postulée en 1964, il ne fut découvert qu'en 2012. Mais si, quand même, on ne trouvait rien ? « *Eh bien, on cherchera ailleurs* », répond en souriant le directeur du laboratoire souterrain de Modane.