



Au milieu du tunnel routier de Fréjus, les scientifiques de l'expérience Edelweiss II préparent le cryostat (au centre), qui doit refroidir à -273°C les détecteurs composés de germanium et cerclés de cuivre (à droite). IN2P3

Des particules cosmiques sont recherchées sous Terre

Pour résoudre l'énigme de la matière noire, une expérience doit prouver l'existence des mystérieux « Wimps »

Au beau milieu du tunnel routier du Fréjus (Savoie), une entrée dérobée ouvre sur la quête d'une particule si secrète que personne ne peut jurer qu'elle existe. Il faut pénétrer dans un abri anti-incendie que rien ne distingue des autres, passer une porte à peine visible au fond du local, pour changer, en quelques mètres, de poids lourds et d'échelle. Les semi-remorques dont on subit le trafic, entre France et Italie, ont cédé la place à des corpuscules réputés aussi massifs qu'invisibles, dont des scientifiques guettent assidûment le passage.

Dans le Laboratoire souterrain de Modane (LSM), les chercheurs ont enfoui leur expérience Edelweiss sous 1 700 mètres de montagne, pour traquer ces particules venues du cosmos, produites dans les tout premiers instants du Big Bang. Issus de neuf laboratoires français (du CEA et du CNRS), allemands et russes, ils viennent de se donner les moyens d'une surveillance accrue, inaugurés vendredi 31 mars, pour s'assurer, enfin, de leur réalité. Pour l'heure, les Wimps (un acronyme anglais signifiant particule

massive faiblement interactive) ne sont encore qu'une hypothèse dont la validation arrangerait bien des scientifiques.

Les physiciens des particules, d'abord, les ont postulés dans le cadre des théories dites de supersymétrie. Les astrophysiciens et les cosmologistes, ensuite, s'en sont saisis comme une part possible de la solution au dérangent problème de la masse manquante de l'Univers. Leurs calculs montrent en effet que la matière ordinaire, qui compose les étoiles aussi bien que nos corps, ne pèse que 4 % du total cosmique. Les Wimps pourraient fournir tout ou partie d'une substance encore inconnue, la matière noire, qui représenterait 25 % de cette masse et justifierait la formation et le comportement des galaxies. Entre l'infiniment petit des particules et l'infiniment grand du cosmos, la mise en évidence de ce chaînon manquant aurait donc des « répercussions majeures », note Gilles Gerbier (CEA), directeur du LSM et responsable d'Edelweiss.

Mais le passage de la théorie à la pratique s'avère extraordinairement compliqué. Comme leur nom l'indique, les Wimps sont faits d'une matière qui n'exerce presque aucune action sur la nôtre. Au gré des flux cosmiques, 10 000 à 100 000 Wimps traverseraient, chaque seconde, chaque centimètre carré de nos corps et de nos matériaux, presque sans laisser de trace. La seule chance

de les déceler tient dans ce « presque » et dans ce grand nombre. En exposant à ce flux suffisamment de centimètres carrés d'un matériau très sensible, en attendant durant des périodes longues, les chasseurs peuvent espérer qu'un Wimp finira par cogner, comme une boule de billard contre un atome du piège qui lui est tendu. Et que ce choc sera signalé par une brève élévation de température.

Métal romain devenu inerte

C'est le pari d'Edelweiss, qui repose sur la sensibilité de « pastilles » de 320 g de germanium, d'une pureté sans égal, refroidies à une température approchant de zéro absolu (-273°C). Cette qualité de froid est cruciale pour que les capteurs puissent discerner la variation de température qui trahira les chocs des Wimps, de l'ordre du millionième de degré. Pendant plusieurs années, l'équipe a misé sur trois pastilles, soit près d'un kilo de germanium. Sa confiance dans la fiabilité de l'instrument en est sortie renforcée malgré une surface exposée encore insuffisante pour observer un signal.

Ces jours-ci, la phase Edelweiss II doit permettre d'empiler 30 détecteurs dans un cryostat capable, à terme, si les financements sont obtenus, d'en refroidir 120, soit environ 40 kg de matière. La sensibilité de l'expérience sera alors 100 fois plus grande, la capacité de déceler un Wimp

atteignant statistiquement une particule par année d'observation et par kilo exposé. L'avantage aura alors été repris sur les Américains qui disposent actuellement de l'instrument le plus performant.

Cette traque des Wimps n'est toutefois pas seulement une course à la précision. Pour être capable d'identifier à coup sûr une particule aussi hypothétique et évanescence, il faut aussi écarter toutes celles, bien réelles, qui ne manquent pas de tromper les détecteurs. Il faut à tout prix éviter d'être assourdi par ce bruit de fond. C'est le but de l'enfouissement sous la montagne de Fréjus, qui rend un million de fois moins nombreux les corpuscules produits, en surface, par les rayons cosmiques. Mais il faut aussi se méfier des radiations des roches alentour ou même des corps des scientifiques : un humain génère environ 8 000 désintégrations radioactives par seconde.

Pour se protéger des neutrons récalcitrants, Edelweiss II dispose d'un système d'alerte, capable de désactiver les mesures le temps de leur passage. L'expérience multiplie aussi les blindages autour du cryostat : des plaques de plastique, puis des couches de plomb éconduisent les derniers rayonnements importuns. Cette chasse aux parasites peut apparaître sans fin. Le plomb moderne produit en effet une radioactivité résiduelle. La couche la plus proche des détecteurs a donc été constituée d'un plomb dit archéologique, récupéré au large de la Bretagne dans l'épave d'un navire qui en transportait 22 tonnes et qui a coulé vers l'an 400. Usé par la longueur de son séjour sous l'eau, ce métal romain est devenu totalement inerte. Du fond des mers au tréfonds de la montagne, l'histoire aura aussi apporté sa contribution à la recherche des Wimps. ■

JÉRÔME FENOGLIO

RÉFÉRENCES

Masse manquante

Selon les calculs des cosmologistes, la matière ordinaire ne constituerait que 4 % de la masse de l'Univers, dont 0,5 % seulement serait visible. La matière noire apporterait 25 % à ce total. Le reste serait constitué par une mystérieuse énergie noire, à l'origine de l'accélération de l'expansion de l'Univers.

Autres recherches

Outre Edelweiss, deux autres expériences poursuivent les Wimps grâce à des détecteurs cryogéniques sous Terre : les Américains de CDMS et une équipe germano-britannique, Cresst. Une équipe italienne avait aussi un moment cru déceler la trace de Wimps mais ses résultats ont été infirmés depuis.