

Il n'est pas indispensable que le xénon soit liquide. Certains détecteurs l'utilisent à l'état gazeux. Bien qu'un gaz ait une densité plus faible qu'un liquide, il révèle plus facilement les traces laissées par le recul du noyau. La trajectoire indique le point d'entrée de la particule, ce qui permet d'identifier la région du ciel d'où elle est venue et de vérifier si le responsable est un neutralino galactique. Des détecteurs de ce type sont en cours de développement dans les laboratoires souterrains de Boulby, en Grande-Bretagne.

L'emploi du xénon est commode parce que cet élément ne possède pas d'isotope radioactif naturel à longue durée de vie (ce qui réduit le bruit de fond) et qu'on le trouve facilement dans l'atmosphère terrestre (après purification, c'est-à-dire élimination du krypton radioactif introduit dans l'air par les essais nucléaires). Toutefois, ce n'est pas le seul matériau capable de scintiller au passage de particules. Le détecteur italien DAMA utilise un autre matériau, l'iodure de sodium. Avec une masse de 100 kilogrammes, DAMA est, aujourd'hui, le plus grand détecteur du monde.

Un peu de discernement

Le second grand défi est l'atténuation du bruit de fond dû à la radioactivité naturelle et aux rayons cosmiques. On prend en général trois mesures pour y répondre. Tout d'abord, les physiciens filtrent les rayons cosmiques en enterrant profondément leurs détecteurs sous plusieurs centaines de mètres de roche, et en les enfermant

dans des boucliers spéciaux. Le dernier-né des détecteurs du programme CDMS, qui a commencé à fonctionner à la fin 2002, est situé dans la mine de Soudan, dans le Minnesota. L'expérience *Edelweiss*, est installée depuis 1994 sous le mont Fréjus, en France. Quant au DAMA, ses instruments sont installés sous le Gran Sasso, dans le Parc national des monts de la Laga, près de Rome. La seconde mesure consiste à purifier le matériau du détecteur afin de réduire au maximum les signaux provoqués par la désintégration des noyaux radioactifs tapis au sein même du détecteur.

Toutefois, ces deux premières mesures ne suffisent pas à éliminer le bruit et la nouvelle génération de détecteurs utilise également des techniques de discrimination des événements afin de discerner les particules de matière noire des particules ordinaires. On peut, par exemple, mettre en évidence une variation annuelle du signal reçu. En effet, le flux de matière noire dans l'hémisphère Nord devrait être plus important l'été, lorsque le mouvement orbital de la Terre s'ajoute au mouvement du Système solaire à travers la galaxie, et moins important pendant l'hiver, quand le mouvement de la Terre va à l'encontre de celui du Système solaire (voir la figure 3). L'amplitude de cette oscillation annuelle du signal pourrait atteindre quelques pour cent.

Par ailleurs, les projets les plus avancés ajoutent au détecteur principal une ligne de détection secondaire construite sur un principe différent et qui réagit de manière distincte à des types de particules distincts. Ainsi, par exemple, les particules ordinaires (qui constituent le bruit

L'état de l'art de la chasse à la matière noire

PROJET	LOCALISATION	DATE DE MISE EN ROUTE	DÉTECTEUR PRIMAIRE	MATÉRIAU CONSTITUANT LE DÉTECTEUR PRIMAIRE	MASSE (en kilogrammes)	MÉTHODE DE DISCRIMINATION
UKDMC	Boulby, Grande-Bretagne	1997	SCINTILLATION	IODURE DE SODIUM	5	AUCUNE
DAMA	Gran Sasso, Italie	1998	SCINTILLATION	IODURE DE SODIUM	100	AUCUNE
<i>Rosebud</i>	Rosebud	1998	CRYOGÉNIQUE	OXYDE DE BISMUTH ET DE GERMANIUM	0,02	THERMIQUE, SCINTILLATION
PICASSO	Sudbury, Canada	2000	GOUTTES LIQUIDES	FRÉON	0,001	AUCUNE
SIMPLE	Rustrel, France	2001	GOUTTES LIQUIDES	FRÉON	0,001	AUCUNE
DRIFT	Boulby, Grande-Bretagne	2001	IONISATION	XÉNON (GAZEUX)	0,003	TRAJECTOIRE
<i>Edelweiss</i>	Fréjus, France	1994	CRYOGÉNIQUE	GERMANIUM	1,3	IONISATION, THERMIQUE
ZEPLIN I	Boulby, Grande-Bretagne	2001	SCINTILLATION	XÉNON (LIQUIDE)	5	ÉVOLUTION TEMPORELLE
CDMS II	Soudan, Minnesota, USA	2003	CRYOGÉNIQUE	SILICE ET GERMANIUM	10	IONISATION, THERMIQUE
ZEPLIN II	Boulby, Grande-Bretagne	2003	SCINTILLATION	XÉNON (LIQUIDE)	30	IONISATION
CRESST II	Gran Sasso, Italie	2004	CRYOGÉNIQUE	OXYDE DE CALCIUM ET TUNGSTÈNE	10	SCINTILLATION
<i>Edelweiss II</i>	Fréjus, France	2004	CRYOGÉNIQUE	GERMANIUM	30	IONISATION, THERMIQUE

6. LES PROGRAMMES DE DÉTECTION en fonctionnement ou en projet (en gris, en bas) utilisent différentes techniques pour détecter l'énergie déposée dans la matière ordinaire lorsqu'une particule de matière noire percute un noyau atomique. Certains instruments enregistrent les impulsions lumineuses émises par les atomes excités lors du recul du noyau (scintillation). D'autres mesurent la très faible élévation de température qui s'ensuit (méthode thermique dans les détecteurs cryogéniques). Les systèmes à gouttes liquides sont maintenus en état de

surfusion et visent à observer le passage du liquide à l'état gazeux sous l'effet de la très faible perturbation induite par la matière noire. Les détecteurs modernes disposent également de méthodes de discrimination grâce auxquelles ils éliminent les événements provoqués par des rayons cosmiques ordinaires. Ils peuvent, par exemple, étudier l'évolution du signal au cours de l'année, la direction d'où proviennent les particules ou comparer leur signature thermique à l'ionisation ou à la scintillation qu'elles induisent dans la matière.