



## Le réfrigérateur à dilution

### + ZOOM

Le démonstrateur de la dilution (présenté ci-contre) a été construit à l'institut Néel à Grenoble par Alain Benoît, son équipe et les services techniques de son laboratoire. La dilution a ensuite été construite par Air Liquide à Sassenage, à proximité de Grenoble.

Pour observer le **rayonnement** fossile, il faut des détecteurs à très basse température. Le dernier maillon de la chaîne de refroidissement est la dilution qui utilise l'hélium 3 et l'hélium 4 pour assurer la descente en température de 1,6 K à 0,1 K.

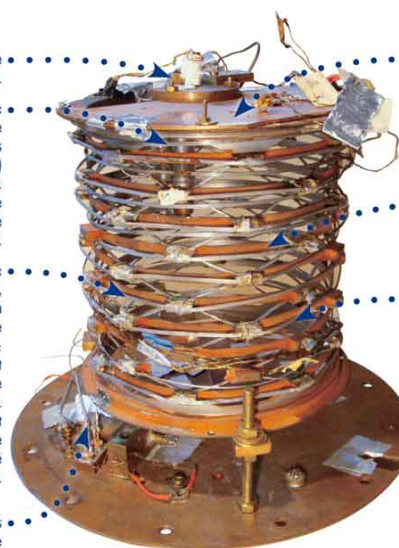
Toute une chaîne cryogénique est mise en place pour aboutir à une température du dixième de kelvin avec une stabilité du millionième de degré !

• Ce bloc de cuivre cache un thermomètre lithographié.

• **3 tuyaux soudés :** le mélange circule au milieu des gaz purs (hélium 3 et hélium 4) afin de les pré-refroidir. À ces pressions, l'hélium passe à l'état de liquide superfluide entre 1 et 4 K.

• **« Petits » tuyaux :** pour contrer la diffusion, la vitesse de circulation doit être plus grande que la vitesse critique : un petit diamètre conduit à une vitesse plus grande pour un débit donné. Le refroidissement produit par la dilution est plus efficace que le réchauffement lié à la viscosité à cette température.

• Arrivée des gaz purs et retour du mélange



• La structure est faite d'un seul bloc de niobium-titane taillé dans la masse, un alliage supraconducteur à la résistance thermique très grande : il ne « voit pas » les parties chaudes de l'instrument.

• La structure est cuivrée afin d'améliorer la conduction thermique de l'échangeur de froid.

• **« Gros » tuyaux :** on limite le chauffage par viscosité sur les parois du tube, la circulation de bulles évite la diffusion des liquides.