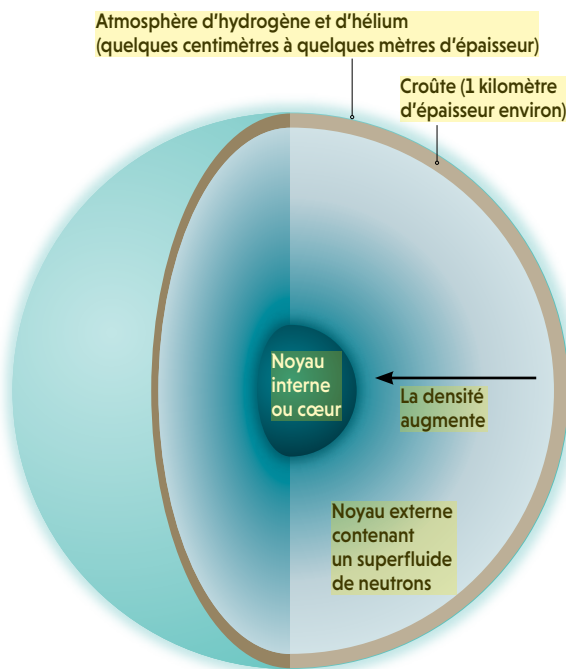


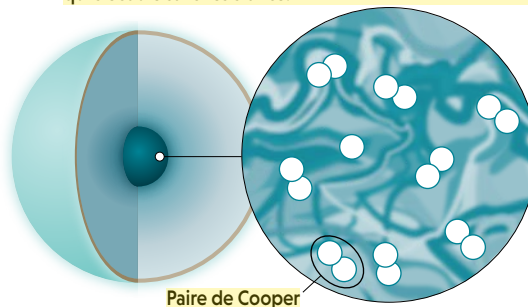
À L'INTÉRIEUR D'UNE ÉTOILE À NEUTRONS

Les étoiles à neutrons sont une énigme. On sait que leur surface est constituée d'une mince atmosphère gazeuse, surmontant une épaisse croûte de noyaux atomiques lourds (surtout du fer). Mais sous ces couches, la nature de la matière, que l'on suppose constituée principalement de neutrons, reste mal connue. À l'intérieur du cœur dense, la forme que revêtent ces neutrons, et leur possible décomposition en quarks et gluons, reste une question ouverte.



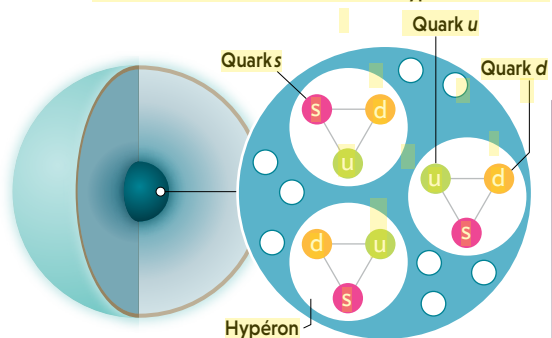
LE CŒUR, HYPOTHÈSE 1: DES MERS SUPERFLUIDES

Une possibilité est que les nucléons se transforment en un plasma de quarks et de gluons dans le noyau interne. Les quarks seraient alors tellement serrés qu'ils s'associeraient par deux pour former des « paires de Cooper ». Ces paires créent un « superfluide » qui s'écoule sans résistance.



LE CŒUR, HYPOTHÈSE 2: DES QUARKS ÉTRANGES

L'incroyable densité pourrait également entraîner la transformation des quarks du noyau interne, habituellement de types *u* ou *d*, en quarks exotiques *s*. Si les quarks se trouvent encore au sein de neutrons, ces neutrons deviendraient alors des hypérons.



> le vestige d'une supernova devenue visible au début du XVII^e siècle. Les astronomes ont trouvé que le pulsar au centre de la nébuleuse se refroidit plus vite que la théorie ne le suggère.

Une explication serait qu'au début de la formation du superfluide, beaucoup de neutrons s'appariaient, mais que ces paires, instables, se dissocieraient et se reformeraient souvent. Cette activité s'accompagnerait d'une importante émission de neutrinos vers l'espace. Ces particules emporteraient une grande quantité d'énergie, d'où le refroidissement plus rapide que prévu de l'astre. « C'est quelque chose que nous n'aurions jamais imaginé voir, commente James Lattimer. Mais par chance, cette étoile a juste l'âge qu'il faut pour voir cet effet. La confirmation viendra dans une cinquantaine d'années si l'astre commence à se refroidir plus lentement, parce qu'une fois que le superfluide est constitué, il ne reste plus d'excédent d'énergie à perdre. »

Les étoiles à neutrons pourraient ainsi héberger un superfluide dans leur noyau externe

et interne. Ils pourraient aussi abriter de la matière dite étrange car elle contiendrait des quarks *s*, ou étranges (*s* pour *strange* en anglais).

DE LA MATIÈRE « ÉTRANGE » ?

Il existe six sortes, ou « saveurs », de quarks : *u*, *d*, *c*, *s*, *t* et *b*. On ne trouve dans les atomes que les deux plus légers, *u* et *d*. Les autres saveurs sont plus massives et instables. Elles apparaissent, par exemple, dans les collisions de particules à hautes énergies dans des collisionneurs tels que le LHC (*Grand collisionneur de hadrons*) du Cern, près de Genève. Mais dans l'intérieur très dense des étoiles à neutrons, les quarks *u* et *d* contenus dans les neutrons se transformeraient parfois en quarks *s* (les autres saveurs sont tellement massives qu'elles ne se formeraient probablement pas même dans ces conditions extrêmes). Si des quarks *s* apparaissent et restent liés aux autres quarks, cela produira des hypérons.

Enfin, il est aussi possible que ces quarks soient présents dans le plasma de quarks et de