

LE PLAT PAYS

Jean Dalibard – Alors je voudrais vous parler de physique à deux dimensions. La physique à deux dimensions, on peut situer sa naissance, en fait, dans une sorte de conte philosophique, qui avait été écrit par Abbott, au 19^e siècle, et Abbott avait imaginé un monde plan dans lequel les êtres vivants seraient des figures géométriques, des triangles, des carrés, des cercles, et donc il avait imaginé comment tout ce petit monde, qui était divisé en castes, plus on avait de côtés, plus on était haut dans la société, comment tout ce petit monde pouvait vivre ensemble, en se rapprochant les uns des autres, en étudiant leur nombre de côtés, in fine, s'ils appartenaient à la même caste que leurs voisins ou pas. Ça c'était donc le début, c'était une sorte de sociologie dans le monde à deux dimensions, et la transposition en physique, on peut dire, a été faite par Peierls dans les années 1930, et ce que Peierls a montré, c'est que si on vivait dans un monde à deux dimensions, eh bien y a plein d'objets physiques qu'on connaît bien, comme des cristaux, qui ne pourraient pas exister ! Et le raisonnement de Peierls, c'était que en fait, quand vous êtes dans un monde à trois dimensions un cristal peut exister parce qu'un cristal c'est un arrangement périodique d'objets, vous avez des voisins de tous les côtés, vous avez un voisin en face, un voisin derrière, un au-dessus, un en-dessous, un à gauche, un à droite, et si jamais vous vous déplacez un peu, ça fruste tellement de gens que du coup vous restez en place ! En revanche à deux dimensions, vous avez moins de voisins, vous avez personne au-dessus et personne en-dessous. Et du coup vous êtes beaucoup plus libre, et finalement la sociologie physique à deux dimensions, c'est que cette liberté, eh bien on en profite pour perdre l'ordre qu'on peut avoir dans un monde qui serait tri-dimensionnel.

Alors notre but à nous, ça a été finalement de transposer Peierls, ce qu'a fait Peierls, pour des condensats de Bose-Einstein, pour ces atomes froids, qu'on sait faire, l'idée c'est qu'à trois dimensions, un condensat de Bose-Einstein c'est donc un gaz dans lequel il apparaît effectivement un ordre, c'est pas l'ordre cristallin dont parlait Peierls, c'est un autre ordre dont, c'est un ordre de cohérence où tous les atomes partagent la même fonction d'onde macroscopique, c'est aussi un ordre de superfluidité, où le système peut se propager sans la moindre viscosité dans un milieu compliqué, et donc on s'est demandé ce que ça devenait à deux dimensions, ce système-là ! Et ce qu'on a pu montrer, c'est qu'en fait y avait une partie de l'ordre qu'on perdait, en passant à deux dimensions, et puis une partie de l'ordre qu'on gardait ! L'ordre qu'on perdait, c'est que le système n'était plus cohérent, c'est-à-dire que l'onde de matière macroscopique qu'on a à trois dimensions n'existe plus à deux dimensions, c'est plus compliqué, cette onde fluctue, elle a beaucoup de désordre, mais en revanche l'ordre superfluide, lui, on peut le conserver et ça, on l'a observé donc en regardant comment le système se comportait dans un milieu un petit peu, un petit peu chahuté. Et pour mettre en évidence par exemple la perte de l'ordre sur la cohérence, ce qu'on a fait c'est qu'on a préparé deux gaz, plans, parallèles donc, deux systèmes à deux dimensions, et on les a relâchés des pièges qui les confinaient, donc ces deux gaz se sont étalés, se sont recouverts, et quand ils se recouvrent on voit les franges d'interférence et si y avait l'ordre à longue portée qu'on a à trois dimensions, si y

avait l'ordre de cohérence, on verrait des franges d'interférence bien droites, et ce qu'on a vu, c'est pas du tout des franges droites, c'est des franges très chahutées, qui révélaient finalement que l'ordre de cohérence avait été perdu en passant à deux dimensions.

Alors le fait qu'un système à deux dimensions soit plus complexe qu'un système à trois dimensions, c'est paradoxal, puisque effectivement on peut se dire, si j'enlève une dimension c'est plus simple à étudier, en fait non, finalement plus y a de dimensions, plus on a de voisins, ben plus le système est rigide, plus il est contraint ! Finalement on peut pas se démarquer de l'ensemble, quand on est entouré de voisins dans toutes les directions, à trois dimensions, en revanche quand vous avez peu de voisins, vous avez le droit d'être original !

3min 26sec