

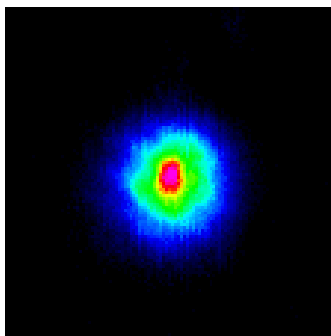
# Le LPL, point le plus froid de la Seine-St-Denis.

Depuis quelques années, on est capable d'atteindre en laboratoire des températures proches du zéro absolu. Ces températures records permettent d'accéder au domaine extraordinaire de la physique quantique, où la matière adopte des comportements inattendus.

On associe souvent la lumière laser à la notion de chaleur. Le laser n'a-t-il pas en effet trouvé dans l'industrie une application à la découpe des tôles ? Mais si un laser intense et focalisé permet de faire fondre le métal, les lasers sont également à l'origine des records absolus de température... dans l'autre sens. En effet, c'est par l'action combinée de lasers stabilisés – de fréquence<sup>1</sup> très bien contrôlée – et de champs magnétiques que l'on peut capturer et refroidir un nuage gazeux d'atomes à des températures frôlant le zéro absolu.

Précisons ce que l'on entend par ce dernier terme : la température d'un gaz est directement reliée à l'agitation désordonnée des molécules qui le composent. Plus vite les molécules s'agitent et plus la température est élevée. A 25°C par exemple, les molécules ont une vitesse de l'ordre de 500 mètres par seconde – la vitesse d'un avion supersonique. A l'inverse, que se passe-t-il si les molécules ralentissent jusqu'à s'immobiliser ? On ne peut pas faire plus froid ! Ce cas de figure correspond au zéro absolu de température, qui correspond à -273,15°C. Les températures usuelles se situent donc environ 300 degrés au-dessus du zéro absolu.

Au laboratoire de physique des lasers, nous capturons quelques milliards d'atomes de rubidium – une micro poussière ! – et nous les refroidissons jusqu'à une fraction de milliardième de degré au dessus du zéro absolu. A cette température, leur vitesse n'est plus que de quelques millimètres par secondes, soit la vitesse d'un escargot ! Il se passe alors un phénomène extraordinaire :



*figure 1 : condensat de Bose-Einstein en formation (au centre en rouge) au cœur d'un gaz d'un million d'atomes. L'image (en fausses couleurs) fait 1 mm par 1 mm.*

de même qu'un gaz se condense sous forme liquide lorsque l'on abaisse la température – comme lors de la condensation de la vapeur d'eau usuelle – le gaz d'atomes subit une transition de phase soudaine appelée *condensation de Bose-Einstein* vers un autre état gazeux beaucoup plus dense (voir figure 1 : la zone rouge est 100 fois plus dense que la zone bleue), dans lequel les atomes perdent toute individualité et se comportent collectivement comme s'ils ne formaient qu'un tout, à la manière de ces bancs de poissons qui semblent n'être qu'un poisson colossal. On est alors au cœur de la matière quantique...

Cet objet d'étude fascinant ne se contente pas de faire rêver les physiciens, il est aussi riche de promesses d'applications concrètes, car il est à la matière ce que le laser est à la lumière. On sait déjà produire aujourd'hui des « lasers à atomes », sortes de jets atomiques très bien définis, qui pourraient être utilisés notamment pour la fabrication de nanostructures et ainsi ouvrir la voie au développement de nouvelles nanotechnologies. Les condensats de Bose-Einstein peuvent également contribuer à la mise au point des ordinateurs quantiques, qui réalisent des prouesses inaccessibles aux ordinateurs actuels. Au regard du vaste domaine d'applications du laser aujourd'hui, on peut prédire au condensat de Bose-Einstein un avenir fécond.

<sup>1</sup> La fréquence d'un laser correspond à sa couleur. Elle est unique, contrairement à la lumière du soleil dont la fréquence couvre tout le spectre visible, de l'infra-rouge à l'ultra-violet.

Hélène Perrin  
perrin@lpl.univ-paris13.fr

## **contacts**

Laboratoire de  
Physique des  
Lasers(LPL)  
Directeur:  
Charles Desfrancois  
01 49 40 33 82  
Institut Galilée