

L'étude de la turbulence superfluide est l'objet de l'expérience TSF (Turbulence Superfluide en France). Cette turbulence est observée avec l'hélium à basse température ($T < 2.2$ K). La faible viscosité de l'hélium permet d'atteindre de très hauts nombres de Reynolds Re , mais en contrepartie, l'énergie cinétique du fluide se propage plus loin vers les petites échelles avant d'être dissipée. Ainsi, dans un écoulement à $Re = 10^7$, l'échelle de dissipation visqueuse est de l'ordre du micromètre. Ceci implique alors la réalisation de capteurs submicroniques pour accéder aux informations aux petites échelles. De plus, afin d'obtenir une bonne résolution en taille et en fréquence des petites échelles tourbillonnaires, la fréquence caractéristique de mesure dépasse le mégahertz. Différents types de mesures sont appliquées à la mesure de la turbulence superfluide : des mesures de fluctuations de pression, de diffusion acoustique et d'atténuation d'onde de second son. Cette dernière mesure s'appuie sur l'atténuation des ondes thermiques lors de leur passage à travers l'écoulement d'hélium superfluide. Celle-ci est alors reliée à la densité de lignes de vortex. Un spectre de puissance de la densité de lignes de vortex en $-5/3$ a été obtenu, alors qu'une loi d'échelle en $+1/3$ était attendue.

L'expérience DTS (Derviche Tourneur Sodium) consiste en un écoulement de Couette sphérique. Les oscillations entre différentes branches observées sur toutes les mesures, alors que la vitesse différentielle est maintenue constante, sont attribuées à des variations de couplage électrique et de mouillage entre le sodium et le cuivre de la sphère interne. La différence de potentiel (ddp) le long d'un méridien est un bon équivalent de la vitesse azimutale du fluide, et donc l'évolution des mesures avec la ddp plutôt qu'avec la vitesse différentielle permet de s'affranchir de ces oscillations. Ainsi pour le champ magnétique induit, un phénomène surprenant a été mis en évidence par cette mise à l'échelle. En effet, de fortes valeurs (c'est-à-dire une forte circulation méridionale) sont mesurées sur un très faible intervalle autour de $Ro_{eff} = -1$. D'autre part, des ondes rétrogrades (ondes d'Alfvén?) et progrades (ondes de Rossby?) ont été identifiées grâce aux signaux de ddp le long d'un parallèle.

Dans l'expérience VKS (Von Kármán Sodium), l'effet dynamo a été observé. Ceci est une réelle avancée car l'écoulement n'est ici pas contraint (contrairement aux expériences de Riga et de Karlsruhe). Ceci a été possible grâce à plusieurs modifications : l'ajout d'une chemise en cuivre pour avoir du sodium au repos autour de l'écoulement, un anneau dans le plan méridien afin de réduire les fluctuations grande échelle dans la couche de mélange, des disques en fer pur pour isoler magnétiquement le sodium derrière les disques. La mesure des trois composantes du champ magnétique dans le plan méridien montre une amplification de la composante azimutale (jusqu'à 35 Gauss) lors d'une augmentation de la fréquence de rotation des disques (de 10 à 22 Hz). Le seuil dynamo se situe à un nombre de Reynolds magnétique $Rm = 32$. La puissance requise pour avoir l'effet dynamo est de l'ordre de 20% en plus de la puissance nécessaire à la génération de l'écoulement. Lorsque les fréquences de rotation des disques sont différentes, des comportements divers sont observés : des phénomènes périodiques, des inversions ou des excursions du champ magnétique. Une décroissance de 20% de la puissance est mesurée lors des inversions. La fréquence des inversions augmente avec la température.