

Mon projet de thèse porte sur une thématique appelée la **lévitodynamique**. Celle-ci a pour but l'étude des techniques de piégeage permettant la lévitation d'objets microscopiques, ici des sphères de SiO_2 (verre amorphe) de taille micrométrique. Ces sphères peuvent alors être décrites par un modèle analogue bien connu : l'**oscillateur harmonique** ou système masse-ressort. De nos jours, l'amélioration du contrôle des pièges exécutés sous vide permet à l'utilisateur de ralentir assez le mouvement des sphères afin que leur énergie devienne discrétisée. C'est la frontière entre l'oscillateur harmonique classique et quantique, représentée sur la Figure 1 ci-dessous. Les bas niveaux d'énergie correspondent à la mécanique quantique tandis que les niveaux $n \gg \frac{1}{2}$ sont purement classiques.

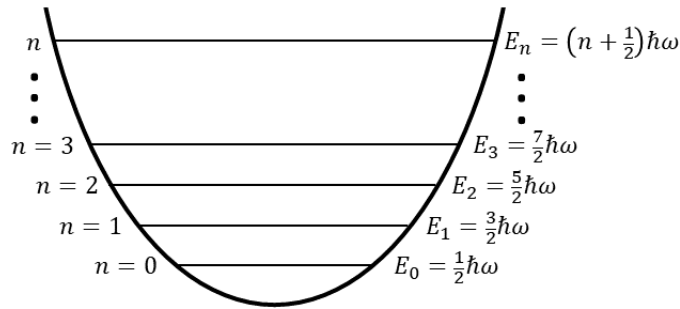


Figure 1: Schéma de la frontière entre oscillateur harmonique classique et quantique.

Cependant, les techniques de ralentissement sont limitées lorsque l'on s'intéresse à plusieurs sphères en lévitation. L'objectif de cette thèse est donc de développer un montage expérimental reposant sur les principes de la **diffusion multiple** de la lumière qui pourrait ralentir le mouvement de plusieurs sphères, et ce de manière efficace. En effet, à la manière de **fentes d'Young**, lorsque deux faisceaux lumineux se rencontrent avec une certaine différence de chemin (phase), des **interférences** ont lieu. Leur étude permet alors de remonter directement aux caractéristiques des fentes. Remplaçons maintenant les fentes par des sphères en lévitation, l'analyse du faisceau diffusé permet l'étude de leur mouvement comme le montre la Figure 2 ci-dessous. A un instant t , le faisceau diffusé forme une certaine figure d'interférences et à un instant ultérieur $t + \Delta t$, une nouvelle figure différente de la première. La différence entre ces deux figures correspond alors au déplacement des sphères.

En pratique, on utilise des appareils pouvant moduler la phase de l'**onde lumineuse incidente** Ψ_{in} (onde bleue) tels que des modulateurs spatiaux de lumière afin de mesurer les variations temporelles de la phase. On collecte ensuite l'**onde lumineuse diffusée** Ψ_{out} (onde verte) à la suite du passage au travers des sphères en lévitation. Ces deux vecteurs sont liés par une **matrice dite de diffusion notée $S(t)$** . L'étude des variations temporelles de cette matrice nous permet alors de quantifier le déplacement de nos particules. A l'aide de cette information, il est donc possible de rétroagir efficacement sur les sphères.

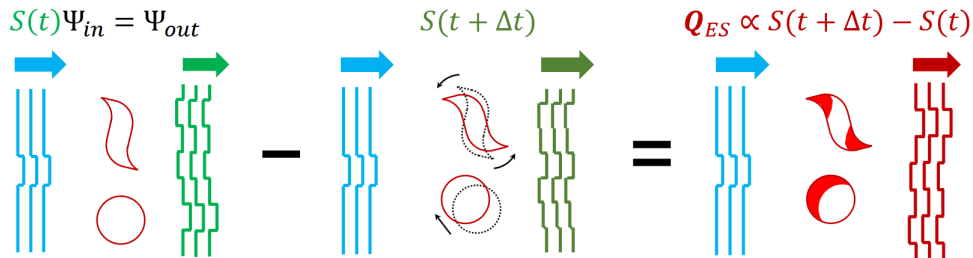


Figure 2: Schéma de diffusion d'une onde incidente au travers de plusieurs objets en lévitation.