

# Heisenberg

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Principe\\_d'incertitude](https://fr.wikipedia.org/wiki/Principe_d'incertitude)

En mécanique quantique, le **principe d'incertitude** ou, plus correctement, **principe d'indétermination**, aussi connu sous le nom de **principe d'incertitude de Heisenberg**, désigne toute inégalité mathématique affirmant qu'il existe une limite fondamentale à la précision avec laquelle il est possible de connaître simultanément deux propriétés physiques d'une même particule ; ces deux variables dites complémentaires peuvent être sa position ( $x$ ) et sa quantité de mouvement ( $p$ ).

Plus précisément, il établit que le produit de l'incertitude sur ces deux valeurs est toujours supérieur ou égal à une certaine constante :

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$

Cette limite s'applique principalement aux objets microscopiques et devient négligeable pour les objets macroscopiques.

$$\hbar : \text{constante de Planck} \quad \hbar = \frac{h}{2\pi} : \text{constante de Planck « réduite »}$$

## Werner Heisenberg. *Physique et Philosophie*. 1971

L'interprétation de Copenhague de la théorie quantique prend naissance dans un paradoxe. Toute expérience physique, qu'il s'agisse de phénomènes de la vie quotidienne ou de phénomènes atomiques, se décrit forcément en termes de physique classique. Les concepts de physique classique forment le langage grâce auquel nous décrivons les conditions dans lesquelles se déroulent nos expériences et communiquons leurs résultats. Il nous est impossible de remplacer ces concepts par d'autres et nous ne devrions pas le tenter. Or, l'application de ces concepts est limitée par les relations d'incertitude et, quand nous utilisons ces concepts classiques, nous ne devons jamais perdre de vue leur portée limitée, sans pour cela pouvoir ou devoir essayer de les améliorer.

[...] il est très important de se rendre compte que notre objet a forcément été en contact avec les autres parties du monde, à savoir les conditions expérimentales, l'appareil de mesure, etc., avant l'observation et, au minimum, pendant l'observation. Cela signifie que l'équation du mouvement pour la fonction de probabilité contient maintenant l'influence de l'interaction avec le dispositif de mesure. Cette influence introduit un nouvel élément d'incertitude, puisque le dispositif de mesure est forcément décrit en termes de physique classique et qu'une telle description comporte toutes les incertitudes que nous connaissons de la thermodynamique ; et puisque le dispositif est en relation avec le reste du monde, il contient en fait les incertitudes sur la structure du monde entier. [...] Par conséquent, la transition du « possible » au « réel » lors de la [réduction du paquet d'onde] a lieu pendant l'acte d'observer.