

# EXERCICE ex00 : LA SUPERPOSITION QUANTIQUE

## Sujet

Écrivez un programme qui produira un circuit quantique avec un seul qubit pour obtenir cet état:  $\frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle)$  en utilisant le principe de superposition quantique.

## Théorie

l'état :  $|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle)$  peut s'écrire

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle$$

ou encore :

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle \text{ avec } \alpha \in \mathbb{C} \text{ et } \beta \in \mathbb{C}$$

Pour notre état  $|\psi\rangle$ ,  $\alpha = \beta = \frac{1}{\sqrt{2}}$

La norme de  $|\psi\rangle$  noté  $\| \psi \|$  est  $|\alpha|^2 + |\beta|^2$  soit

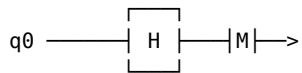
$$\| \psi \| = \left| \frac{1}{\sqrt{2}} \right|^2 + \left| \frac{1}{\sqrt{2}} \right|^2 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$$

Comme  $|\psi\rangle$  a une norme de 1, on peut *mesurer* l'état quantique à la sortie du circuit, avec une probabilité pour:

- **0** : de  $|\alpha|^2$  soit  $\frac{1}{2}$
- **1** : de  $|\beta|^2$  soit  $\frac{1}{2}$

## Solution

Pour avoir cet état, on va utiliser un circuit avec une *porte* de **Hadamard**



Ce circuit applique la **porte Hadamard** sur un qubit initialement dans l'état  $|0\rangle$ .

Nous aurons en sortie :

- **50%** de chance d'avoir **1** et
- **50%** de chance d'avoir **0**