

Exercice codage super dense

Objectif

L'objectif de ce TP est de créer et visualiser différents états quantiques sur la sphère de Bloch en utilisant Qiskit, à partir de coefficients arbitraires fournis. Vous appliquerez également des portes quantiques classiques pour observer leurs effets sur ces états.

Étape 1 : Création des registres quantiques et du circuit

Instructions :

- Créez un registre quantique avec 1 qubit.
- Créez un circuit quantique en utilisant ce registre.

Étape 2 : Préparation d'un état arbitraire

Instructions :

- Définir une fonction `prepare_arbitrary_state` qui prend deux coefficients complexes a et b et prépare l'état quantique correspondant en utilisant des rotations appropriées.

Étape 3 : Visualisation sur la Sphère de Bloch

Instructions :

- Afficher le Qubit sur un simulateur vectoriel :

```
# Obtenir l'état après l'opération
state = Statevector.from_instruction(qc)
plot_bloch_multivector(state)
plt.title(f"Après Porte {name}")
plt.show()
```

- Appliquer respectivement les portes **H**, **X**, **Y**, **Z** sur le qubit. Pour chaque porte, visualisez le résultat post porte sur le Qubit à l'aide du simulateur vectoriel.

Aide

Détail de la fonction `prepare_arbitrary_state`

La fonction `prepare_arbitrary_state` prépare un qubit dans l'état $a|0\rangle + b|1\rangle$ en utilisant les étapes suivantes :

1. Normalisation des Coefficients :

- Les coefficients a et b sont normalisés pour que $|a|^2 + |b|^2 = 1$

- Cela garantit que l'état préparé est un état quantique valide.

2. Calcul des Angles de Rotation :

- L'angle θ est calculé comme $\theta = 2\arccos(|a|)$.
- L'angle ϕ est calculé comme $\phi = \arg(b) - \arg(a)$.
- Ces angles déterminent les rotations nécessaires pour préparer l'état arbitraire à partir de l'état de base $|0\rangle$.

3. Application des Rotations :

- Une rotation $R_y(\theta)$ est appliquée pour régler la composante de l'amplitude.
- Une rotation $R_z(\phi)$ est appliquée pour ajuster la phase.

```
def prepare_arbitrary_state(a, b):
    """
    Prépare un qubit dans l'état  $a|0\rangle + b|1\rangle$ .
    a et b doivent être des nombres complexes.
    """
    qc = QuantumCircuit(1)

    # Normaliser les coefficients
    norm = np.sqrt(np.abs(a)**2 + np.abs(b)**2)
    a = a / norm
    b = b / norm

    # Calcul des angles de rotation
    theta = 2 * np.arccos(np.abs(a))
    phi = np.angle(b) - np.angle(a)

    # Application des rotations nécessaires
    qc.ry(theta, 0)
    qc.rz(phi, 0)
    return qc
```