

# TP IQ01/AI29 Algorithmes quantiques

## Exercice 1 : l'algorithme de Deutsch-Jozsa

### A. Le problème

Nous avons une fonction mathématique  $f : \{0,1\}^n \rightarrow \{0,1\}$ . Cette fonction est une boîte noire mais nous savons que cette elle est soit constante (la sortie est 0 ou 1 pour toutes les entrées) soit équilibrée (la sortie est 0 dans la moitié des cas, 1 dans les autres).

Si un algorithme classique et déterministe est utilisé alors il faut  $2^{n-1}+1$  évaluation de la fonction F pour déterminer si elle est constante ou équilibrée.

### B. L'algorithme Deutsch-Jozsa

Est un algorithme quantique qui permet de trouver une réponse toujours correcte avec une seule évaluation de la fonction F. C'est le premier algorithme quantique qui montre l'efficacité d'un programme quantique sur un programme classique.

Voici l'explication détaillée de cet algorithme : <https://qiskit.org/textbook/ch-algorithms/deutsch-jozsa.html#1.3-Quantum-Solution-->

#### Questions :

1. Implémenter les solutions proposées dans le tutoriel QISKIT du lien précédent.
2. Commenter dans un rapport les différentes étapes.

## Exercice 2 : l'algorithme de Simon

### A. Le problème

Le problème classique de Simon est un problème avec oracle\* dont il est prouvé que ce problème ne peut pas être résolu par un algorithme classique aléatoire non-exponentiel.

On a une fonction F inconnue (boîte noire), elle a une des deux formes possibles :

1.  $F(x)=y=x$ .
2.  $F(x)=y$ , et y a deux valeurs possibles. Nous savons que dans cette forme, on a b une chaîne de bits où :
  - a. Soit  $x_1$  et  $x_2$  :  $f(x_1) = f(x_2)$  alors il est sûr :  $x_1 \oplus x_2 = B$

### B. La solution

Étant donné cette fonction inconnue, comment pouvons-nous déterminer efficacement si F est forme 1 ou 2 ? Et à quelle vitesse on peut déterminer b si on est dans la deuxième forme ? On peut définir le problème comme la recherche de b chaîne de bits et la chaîne 000... correspond à la forme 1. C'est l'algorithme de SIMON qui implémente la solution quantique et qui répond à cette question : <https://qiskit.org/textbook/ch-algorithms/simon.html>

#### Questions

Les mêmes questions que l'exercice 1.

\* Comprendre l'Oracle : <https://qiskit.org/textbook/ch-gates/oracles.html>