1 Question 2 b,c

On trace l'evolution temporelle de $|\psi(t)\rangle$ pour deux valeurs de ϕ dans le code.

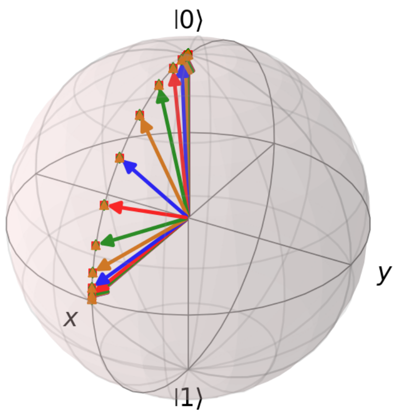

Figure 1: $\phi = 0$

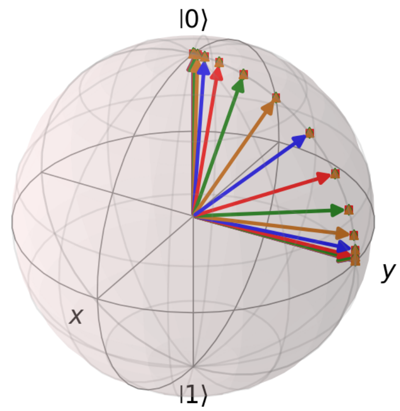

Figure 2: $\phi = \frac{\pi}{2}$

Le pulse excite le qubit initialise dans l'etat fondamentale vers l'etat :

$|\psi_f\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle)$

Pour exciter le qubit vers cet etat on trouve numeriquement $dE_0 = 0.885$ avec les constantes du problemes pose (voir le code)

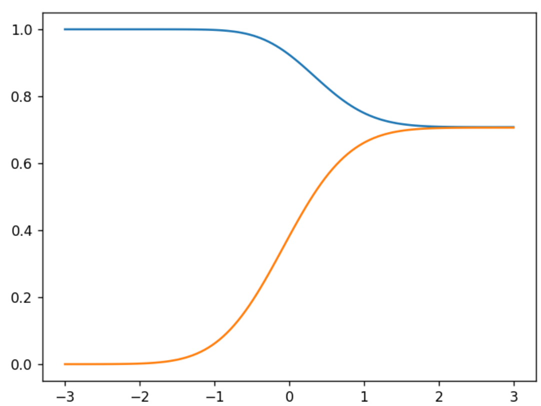

Figure 3: Coefficients alpha et beta en fonction du temps de pulse

On represente les coefficients $\alpha(t)$ et $\beta(t)$ sur la figure 3 apres avoir resolus les equations differentielles numeriquement avec **scipy.integrate.odeint**. La simulation a bien converger vers l'etat finale apres le passage complet du pulse.

Pour les meme deux valeurs de phi, le pulse excite le qubit initialise a l'etat fondamentale vers l'etat finale : $|\psi_f\rangle = |1\rangle$

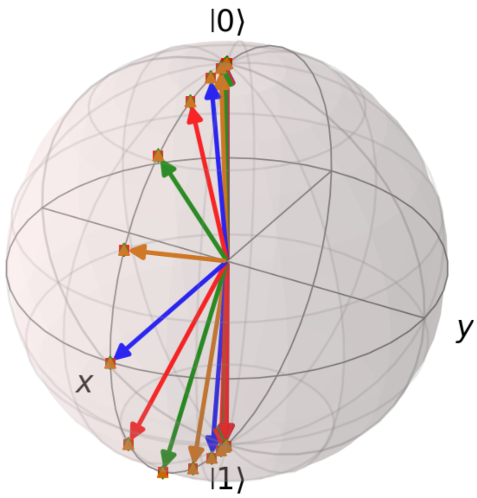

Figure 4: $\phi = 0$

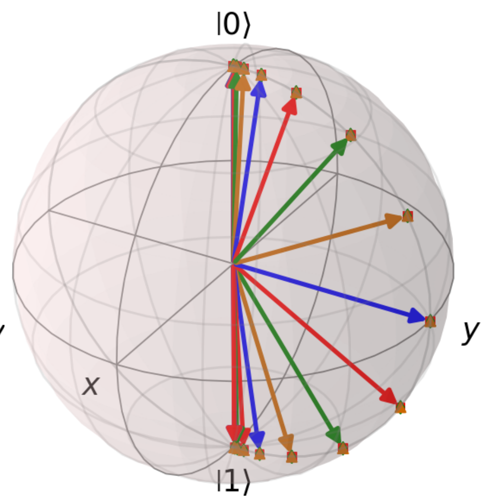

Figure 5: $\phi = \frac{3\pi}{2}$

Pour exciter le qubit vers cet etat on trouve numeriquement $dE_0 = 1.77$

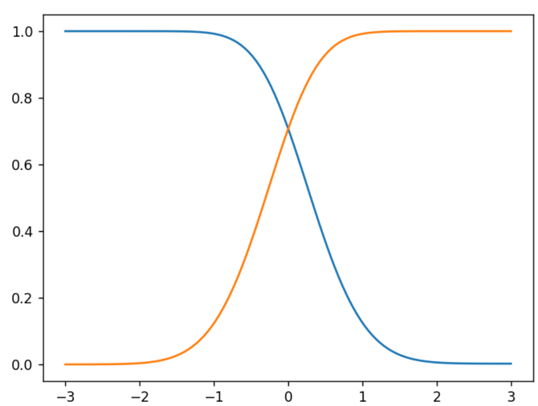

Figure 6: Coefficients alpha et beta en fonction du temps de pulse

On voit bien la l'ecart dans les coefficient alpha et beta. La simulation a bien converger vers l'etat finale apres le passage complet du pulse.

2 Question 2 d

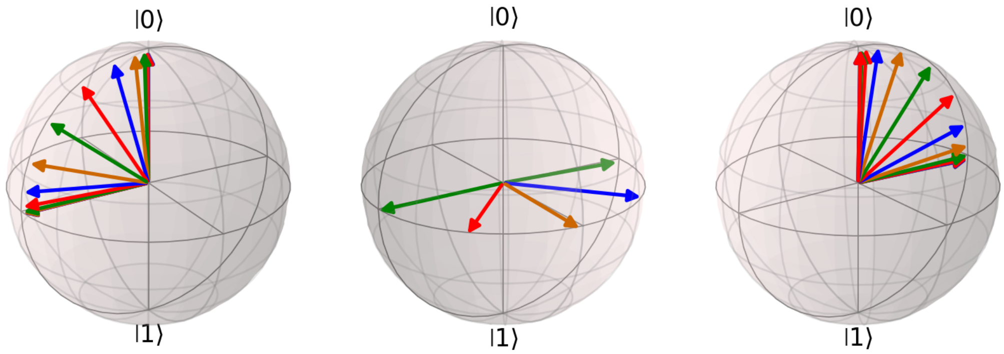

Figure 7:
(a) La premiere impulsion $\pi/2$ fait tourner de $|0\rangle$ vers l'équateur.
(b) Le vecteur précesse librement autour de l'axe z pendant la durée τ.
(c) Une deuxième impulsion $\pi/2$ projette la phase acquise sur l'axe z.

On excite le qubit dans l'etat $|\psi_f\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle)$ comme a la question 2 c.
Le vecteur accumule une phase $\omega\tau \equiv \pi$, il effectue une rotation autour de l'axe z.

Apres un delai $\tau >> \delta$, on applique le pulse :

$$E' = E_0 e^{-(t-\tau)^2/\delta^2} cos(\omega(t-\tau))$$

Une deuxième impulsion $\pi/2$ où l'intensité E_0 et la durée (δ) sont identiques au premier pulse projette la phase acquise sur l'axe z, on fait une deuxieme rotation autour de l'axe x et l'etat finale est $|0\rangle$.

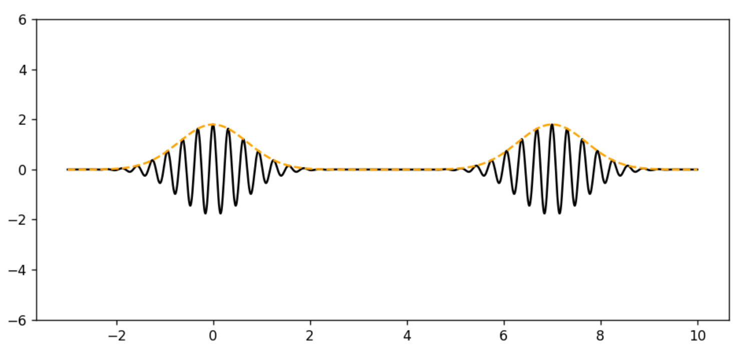

Figure 8: Graphique du passage des pulses en fonction du temps

3 Question 2 e

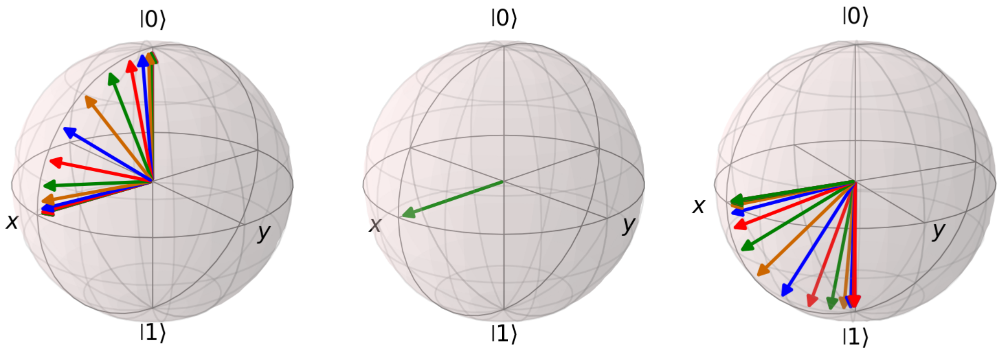

Figure 9:
(a) La premiere impulsion $\pi/2$ fait tourner de $|0\rangle$ vers l'équateur.
(b) Le vecteur n'effectue pas de rotation autour de z.
(c) Une deuxième impulsion $\pi/2$ fait tourner vers l'etat $|1\rangle$

On considere maintenant un pulse de la forme :

$$E' = E_0 e^{-(t-\tau)^2/\delta^2} cos(\omega t)$$

Le vecteur d'etat sur la sphere de Bloch n'effectue pas de rotation autour de l'axe z puisque c'est la partie en $cos(\omega\tau)$ qu'on associe au changement de phase lors de la precession autour de z pour un delai τ.

Contrairement au pulse precedent :

$$E' = E_0 e^{-(t-\tau)^2/\delta^2} cos(\omega t - \underbrace{\omega\tau}_{\phi \equiv \omega\tau})$$

On excite le qubit dans l'etat $|\psi_f\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle)$ comme a la question 2 c. On reprend de l'etat final au passage de premier pulse. La deuxième impulsion $\pi/2$ de meme intensite et duree que le premier pulse fait tourner vers l'etat final : $|\psi_f\rangle = |1\rangle$