

## Validation du modèle de simulation

Afin de valider le comportement du modèle de simulation, on procède par des tests.

1. **Connaissant la relation qui relie la vitesse de rotation du robot à celle des roues, on envoie une consigne en vitesse au robot et on observe si les roues tournent effectivement comme il faut.**

```
frw2 = (v + lab * w) / (wheel_diameter_ / 2.0)
```

Ici on prend vitesse linéaire du robot = 0

```
lab = wheel_base_ / 2.0 + track_width_ / 2.0  
wheel_base_ = 0.569  
track_width_ = 0.543
```

```
wheel_diameter_ = 0.233
```

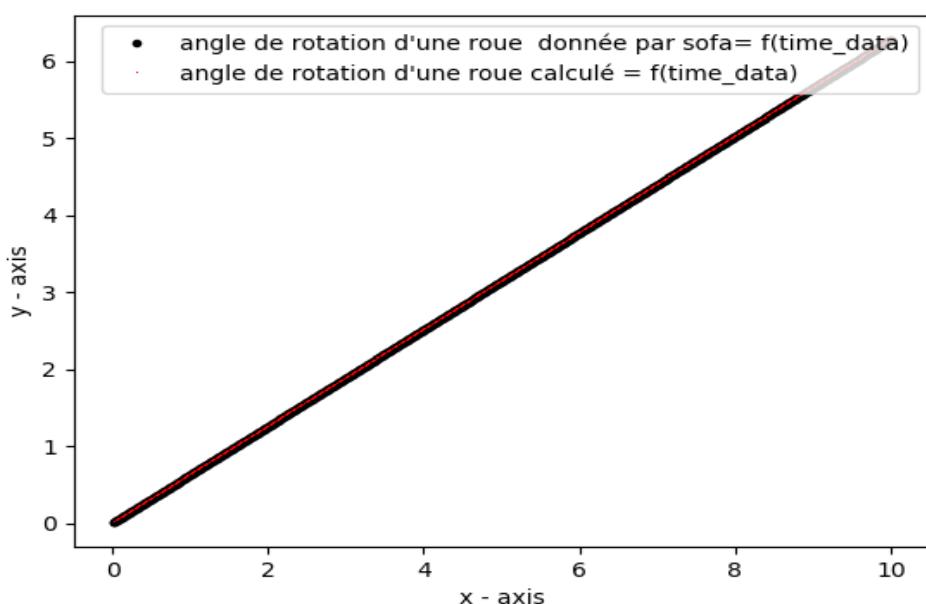
Ainsi on peut déduire la formule suivante :

$$W = \frac{W_{roue} * rayon - V}{lab}$$

Pour que les roues tournent d'un angle de  $2\pi$  pendant 10 secondes, on doit envoyer une consigne en vitesse angulaire de  $W = 0.13165$  rad/s avec une vitesse linéaire  $V = 0$

- **Sur le Jumeau numérique**

On obtient la courbe suivante



On observe que les 2 courbes sont pratiquement confondues avec une erreur de : **Erreur = 0.00628318998045696**

- **Sur le robot réel**

Vu qu'on a pas accès à la vitesse des roues, on va plutôt faire une observation visuelle de la rotation des roues. On a enregistré plusieurs vidéos et ce dans différentes situations.

- On pose le robot sur un cube, on place un marqueur sur une partie de la roue et on vérifie si après 1 tour si le marqueur revient à sa position initiale.

On observe déjà que les roues gauches tournent à la même vitesse et dans le même sens de même que les roues droites.



Fig : roue dans sa position initiale



Fig : Roue après avoir fait un tour

On observe également que le marqueur ne revient pas à sa position initiale (la roue le fait pas 1 tour complet)

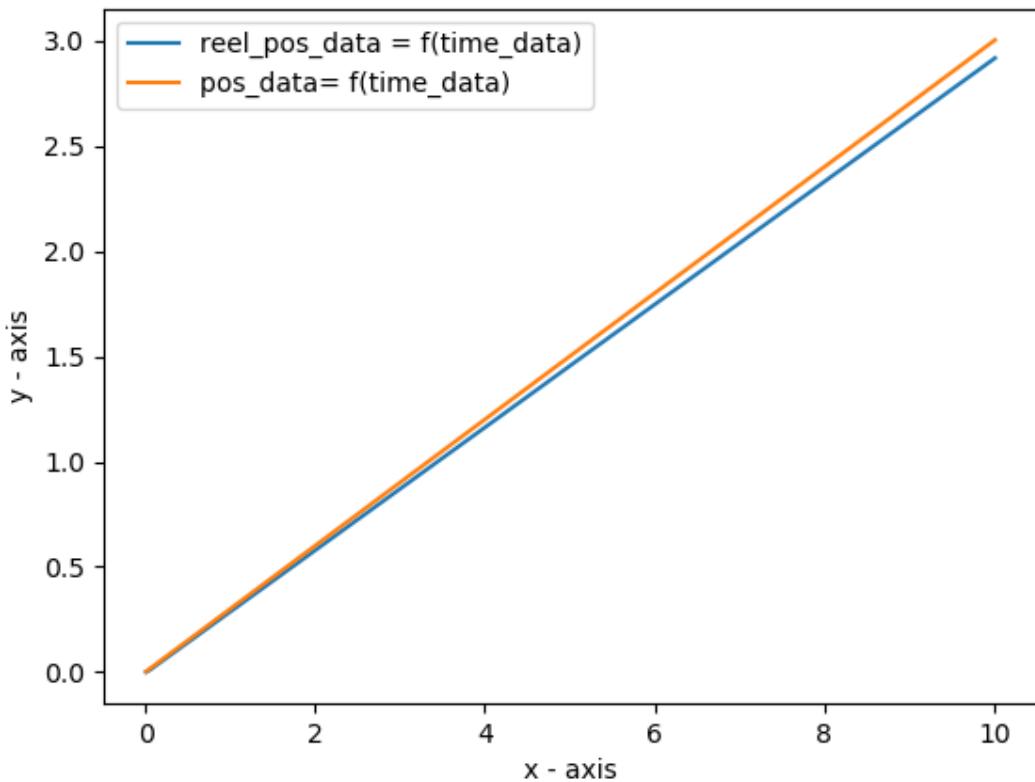
- On refait la même expérience mais cette fois-ci en laissant la roue sur le sol.



On observe comme précédemment que la roue ne fait pas 1 tour complet.

2. **Avec une vitesse de rotation du robot  $W = 0$ , on envoie une consigne en vitesse linéaire  $V = 0.3 \text{ m/s}$  au robot pendant 10 secondes qui doit parcourir une distance de 3 m.**

- Sur le jumeau numérique



En comparant la distance parcourue par le jumeau numérique et la distance qu'il aurait dû parcourir on observe une légère divergence avec une erreur de l'ordre de  $10^{-2}$

Erreur = 0.08584672568147589

3. On enregistre dans un bagfile un mouvement simple du robot réel. On fait rouler le robot réel sur 3 mètres puis on tourne de 90° on le fait encore avancer de 3 mètres ainsi de suite pour qu'il fasse un carré.

- *Sur le robot réel*

On rejoue le bagfile puis grâce à l'outil rqt\_multiplot on affiche le déplacement du robot  $x = f(t)$ ,  $y = f(t)$  et  $f(t) = f(x,y)$ . ainsi les commandes de vitesses linéaire et angulaire envoyées par le joystick au robot.

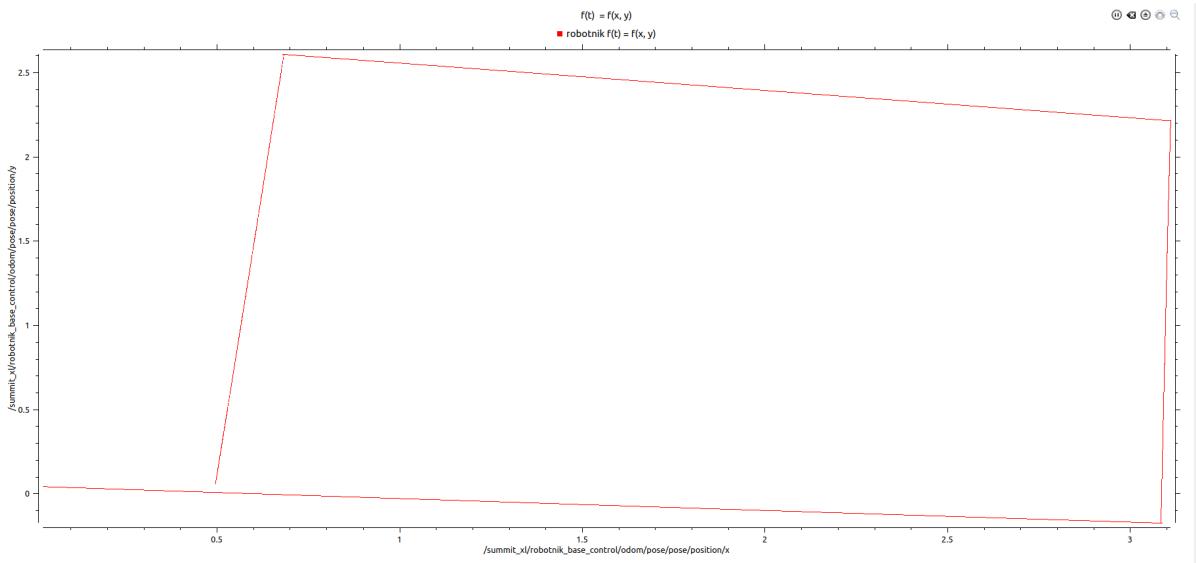


Fig : Déplacement 2D du robot réel

Vérifions la distance parcourue par le robot.

soit A , B , C et D les points des extrémités de la courbe de déplacement 2D du robot réel.

$$A(3.1117, 2.21) , D(3.080, -0.21469)$$

Afin de calculer la distance parcourue par le robot , on calcule

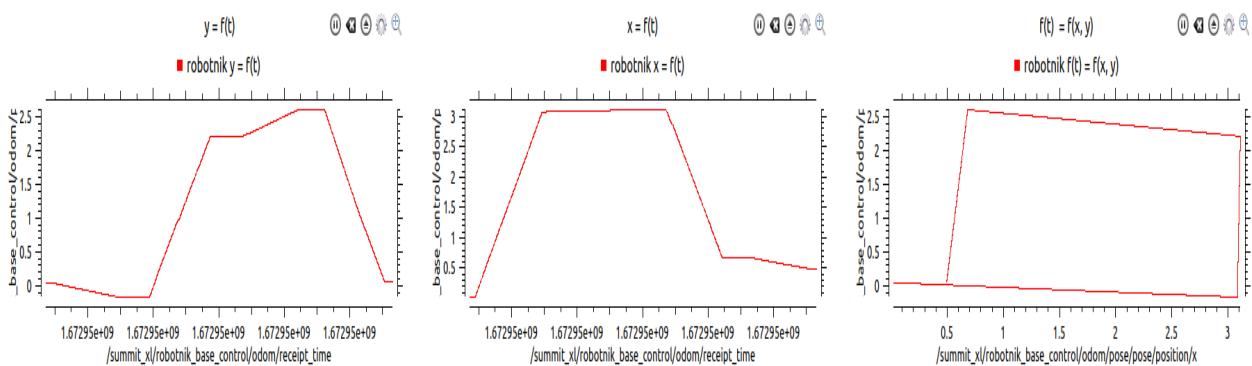
$$\text{la norme du vecteur } AD: \sqrt{(3.117 - 3.080)^2 + (2.21 + 0.21469)^2} = 2,424.$$

$$B(0.685 2.59) , C(0.475571 -0.0265212)$$

$$AB : \sqrt{(3.117 - 0.685)^2 + (2.21 - 2.59)^2} = 2,456.$$

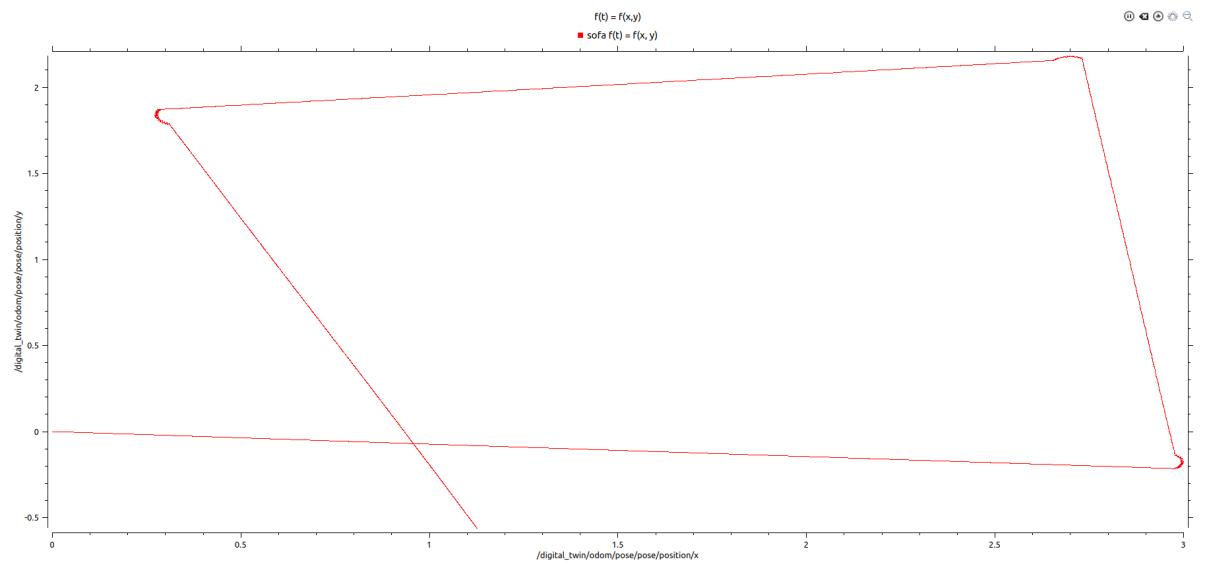
$$BC : \sqrt{(0.0685 - 0.475571)^2 + (2.59 + 0.0265212)^2} = 2,595.$$

Grâce au coordonnées obtenues via l'odométrie, on remarque que le robot parcourt une distance de 2.4 mètres sur chaque côté au lieu de 3 mètres comme prévu



- Sur le jumeau numérique

Comme précédemment, grâce au bagfile, on récupère la commande en vitesse envoyée au robot réel par le joystick pour le donner au jumeau numérique. Ainsi on obtient le déplacement 2D du jumeau numérique



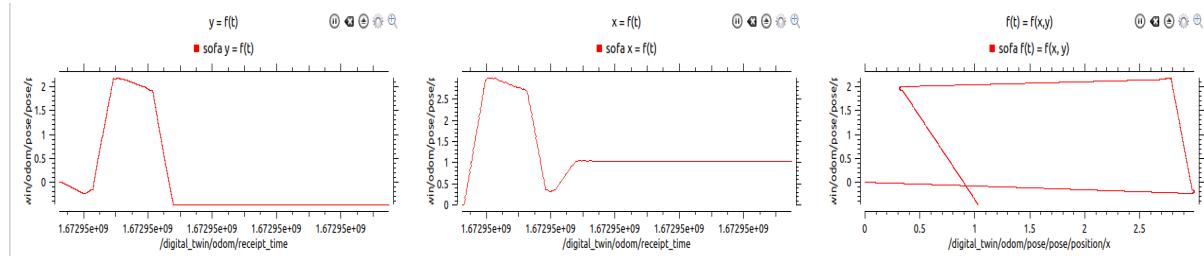
A (0.330395 1.96)    B (1.027 -0.511144)    C (2.992 -0.17532)    D (2.805 2.18)

$$AD : \sqrt{(0.330395 - 2.805)^2 + (1.96 - 2.18)^2} = 2,48$$

$$AB : \sqrt{(0.318381 - 1.027)^2 + (2.06 - 0.511144)^2} = 2.56$$

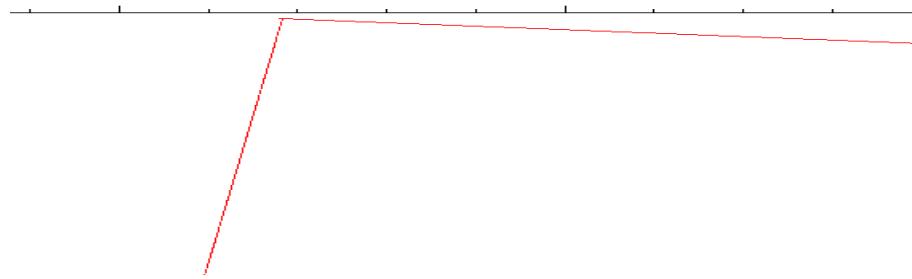
$$CD : \sqrt{(2.998 - 2.805)^2 + (-0.17532 - 2.18)^2} = 2.36$$

On constate que le jumeau numérique parcourt lui aussi en moyenne une distance de 2.4 mètres tout comme le robot réel.

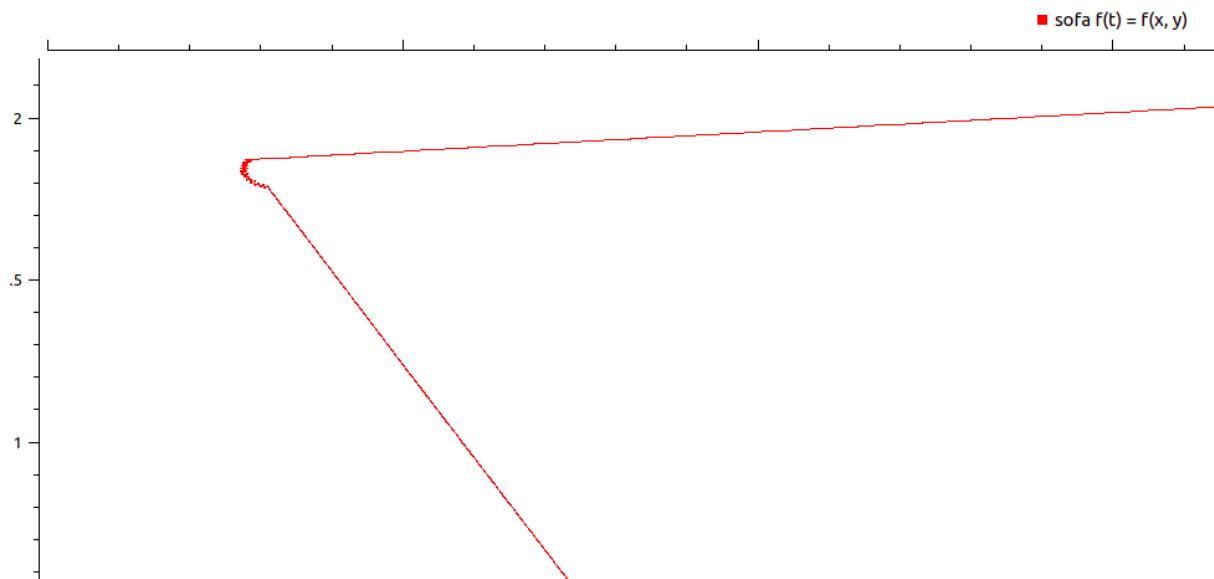


Quand on regarde un peu plus attentivement la courbe de déplacement 2D du robot réel et celle du jumeau numérique, on

constate très rapidement une divergence au moment où le robot effectue des mouvements de rotation.



Ici on voit que le robot fait une rotation d'un certain angle avec une vitesse linéaire  $V = 0$  avant de continuer par avancer en ligne droite.



Le même déplacement sur le jumeau numérique nous fait remarquer que le jumeau numérique tourne beaucoup plus que le robot réel. On a l'impression que pendant que le jumeau numérique tourne, il avance également mais très légèrement ce qui suffit à changer sa trajectoire et donc en résulte une divergence dans leur mouvement