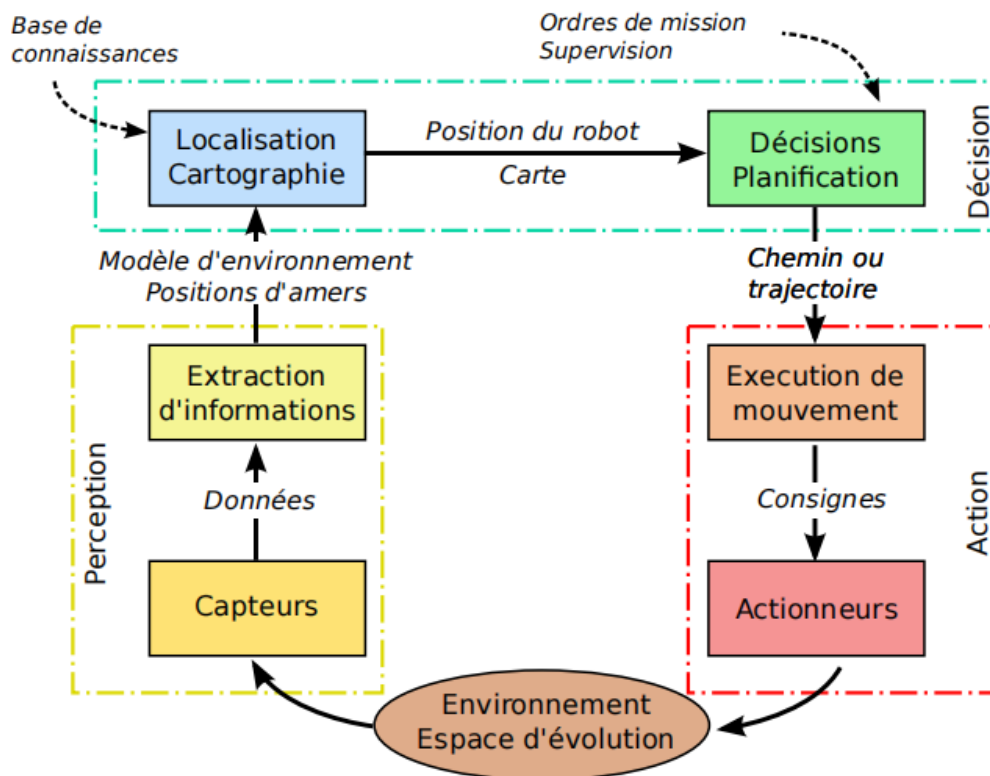


MU4RBI04 Robotique :

TP 2 : Commandes d'un robot mobile non-holonyme



Sommaire

| | | |
|------|--|-------|
| I. | Introduction | ----- |
| II. | Ralliement de points de passage | ----- |
| III. | Suivi de trajectoire | ----- |
| IV. | Suivi de chemin | ----- |
| V. | Bonus : Suivi d'un robot réel ou virtuel | ----- |
| VI. | Conclusion | ----- |

I. Introduction

L'objectif de ce TP est de simuler le déplacement et les actions associées d'un robot mobile à roues dans différentes situations opérationnelles, telles que:

- le ralliement de points de passage (commande point à point),
- le suivi de trajectoire,
- le suivi de chemin,
- et le suivi d'un robot virtuel ou réel (optionnel).

II. Ralliement de points de passage

1. Comparer les comportements observés en fonction des gains de la commande

Dans cette partie, on a utilisé la loi de commande linéaire de la forme:

$$\begin{cases} u &= k_\rho \rho \\ \omega &= k_\alpha \alpha + k_\beta \tilde{\beta} \end{cases} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} \rho &= \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \\ \beta &= \text{atan2}(\Delta y, \Delta x) \\ \alpha &= \beta - \theta \end{cases}$$

u et Ω correspondent respectivement à la vitesse linéaire et à la vitesse angulaire. Ces deux commandes sont mises à jour en fonction des positions courantes et finales. Les gains de la commande : k_ρ , k_α , k_β jouent un rôle important dans la régulation u et Ω .

k_ρ agit sur la distance entre la position finale et la position courante. Lorsque k_ρ est grand, l'influence de la distance entre les deux positions sur la vitesse linéaire sera grande également. De la même manière, lorsque k_α et k_β sont plus grands, l'influence de l'erreur angulaire et l'écart de position angulaire par rapport à une consigne d'orientation sur la vitesse angulaire (ω) sera importante.

Nous utiliserons deux exemples différents pour illustrer l'effet des gains de commande sur le contrôleur.

-pour les gains de commande: $k_\rho = 1$; $k_\alpha = 5$; $k_\beta = -10$

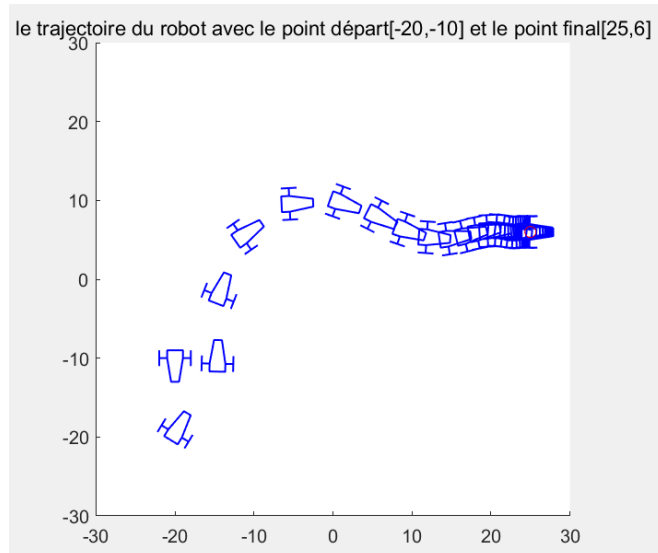


figure 1 : mouvement du robot

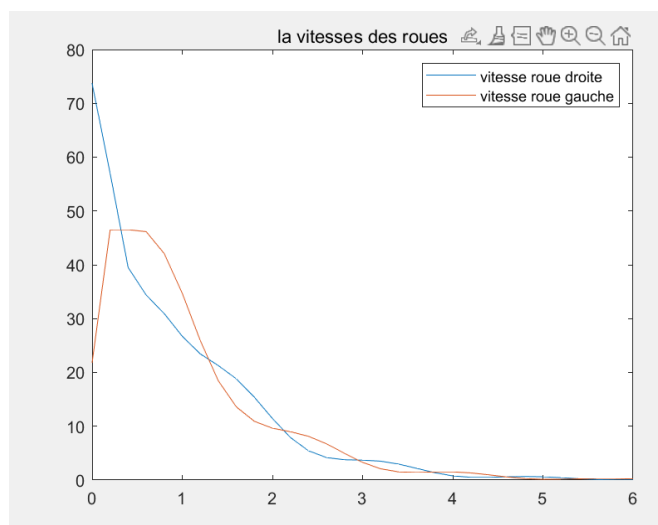


figure 2: évolution des vitesses des deux roues

-pour les gains: $k_\rho = 2$; $k_\alpha = 8$; $k_\beta = -10$

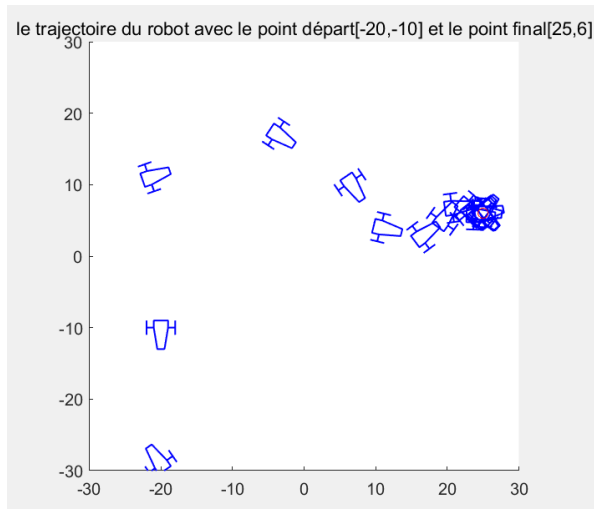


figure 3 : mouvement du robot

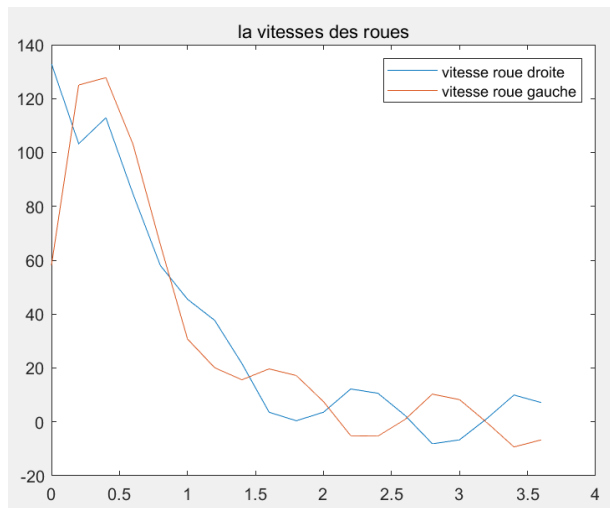


figure 4: évolution des vitesses des deux roues

D'après les graphiques obtenus avec les deux différents gains, on peut constater que lorsque k_ρ augmente, la vitesse au début est plus grande (la valeur de ρ est plus importante au début). Pour le deuxième jeu de gains, on remarque que le robot tourne de manière plus significative, ceci est dû à l'augmentation de la valeur de k_α , ce qui rend le robot plus sensible à l'erreur angulaire.

Les deux graphiques sur les vitesses des roues ont également vérifié notre conjecture, Les vitesses des roues du deuxième graphique sont supérieures aux premières. La différence maximale des vitesses des roues est également supérieure à la première. (L'amplitude de la différence des vitesses des roues correspond à l'amplitude de la vitesse angulaire).

2. Créer une série de points de passage dans lesquels des angles d'orientation désirés sont associées

Pour un point cible et un point de départ donnés, on peut ajouter plusieurs points de passage entre les deux. Ici, nous supposons qu'il y a quatre points de passage, y compris le point final $([-10;-5],[0;0],[10;7],[25;6])$.

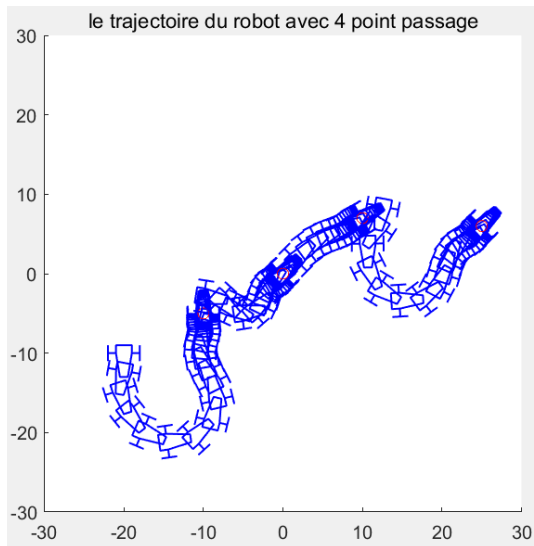


figure 5

3. Peut-on discréditer un chemin par un ensemble de points de passage ?

Oui, on peut discréditer un chemin par un ensemble de points de passage, on doit juste s'assurer que le dernier point correspond au point que qu'on veut atteindre.

III. Suivi de trajectoire

1. Première contrôleur pour suivre la trajectoire donnée

Pour cette partie, il existe deux contrôleurs, on suppose qu'il y a un point qui bouge dans la trajectoire référence en fonction du temps, et on utilise le contrôleur qu'on a appliqué dans l'exercice 1.

La différence avec l'exercice 1 est que les deux positions varient au cours du temps. De cette façon, on a réalisé un point mobile sur le chemin de suivi.

Voici les deux graphiques correspondant à ce contrôleur:

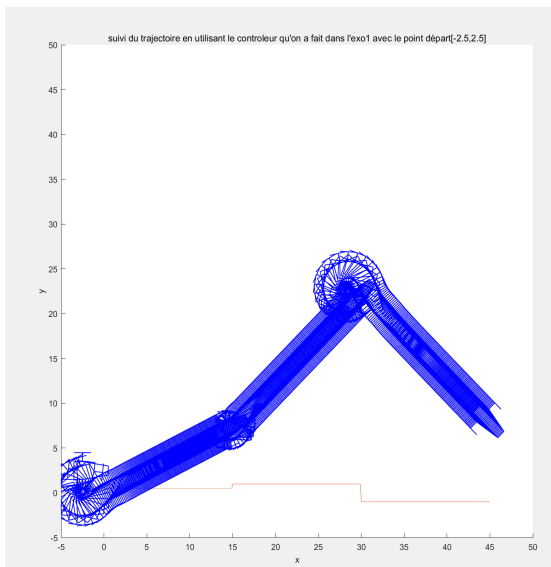


figure 6

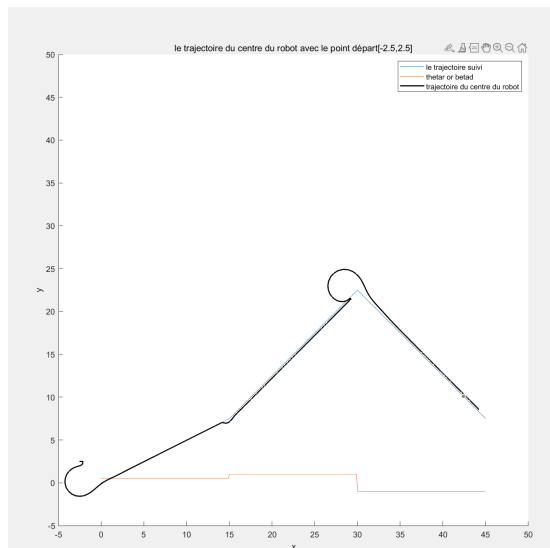


figure 7

2. Deuxième contrôleur pour suivre la trajectoire donnée

Le deuxième contrôleur qui permet de suivre la trajectoire est établi pour stabiliser autour de zéro l'erreur de suivie. On a ajouté un contrôleur pour Ω qui permet de régler l'orientation du robot avec la commande suivante:

```
omega=thetapoint(1,i)+komega*e(3);
```

ici la trajectoire de référence est donnée par : $10 \cdot \cos(0.5 \cdot t)$

Finalement, on peut voir que l'erreur de suivi est assez petit:

```
erreur de suivi:
      0      0.0175      0.0518
```

Voici les graphiques pour les conditions initiales différentes:
et avec les gains, $k_x=5$; $k_y=5$; $k_{\omega}=1$;

- $X_p=[5,20,\pi/2]$

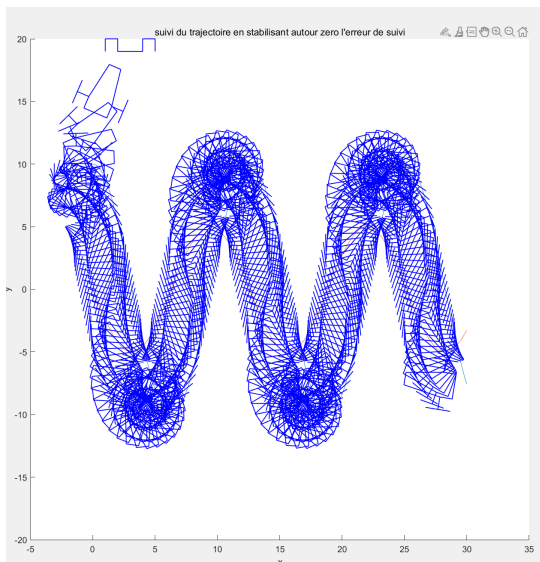


figure 8

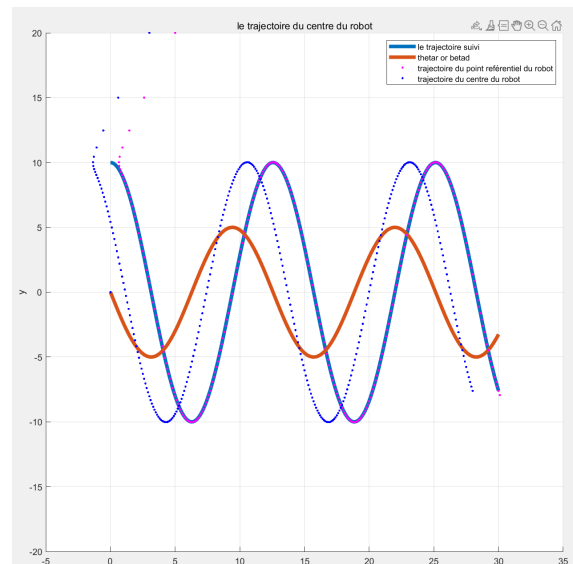


figure 9

$-X_p = [-5, 0, \pi/2]$

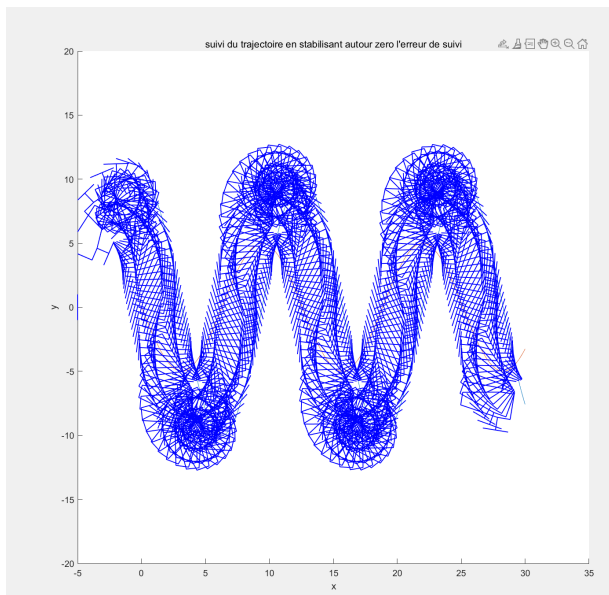


figure 11

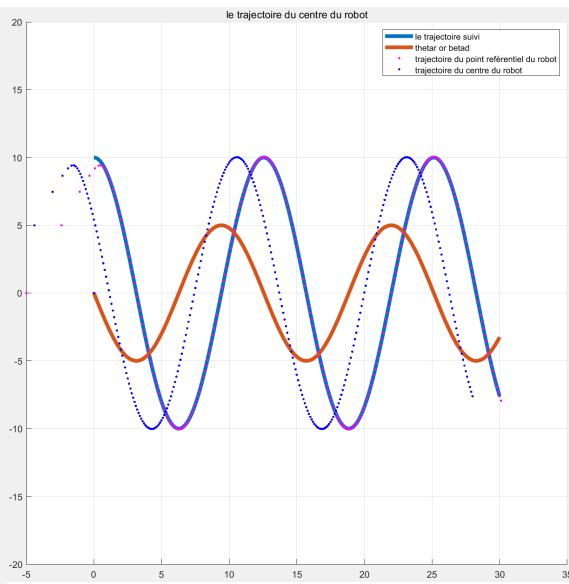


figure 12

-Comparer les comportements observés en fonction des gains de la commande

Les gains choisis : $k_x = 0.5$; $k_y = 0.5$; $k_{\omega} = 1$;

Et le point départ choisi: $X_p = [-5, 0, \pi/2]$

On peut constater que si on réduit k_x et k_y , le contrôleur est moins sensible à l'erreur de suivi.

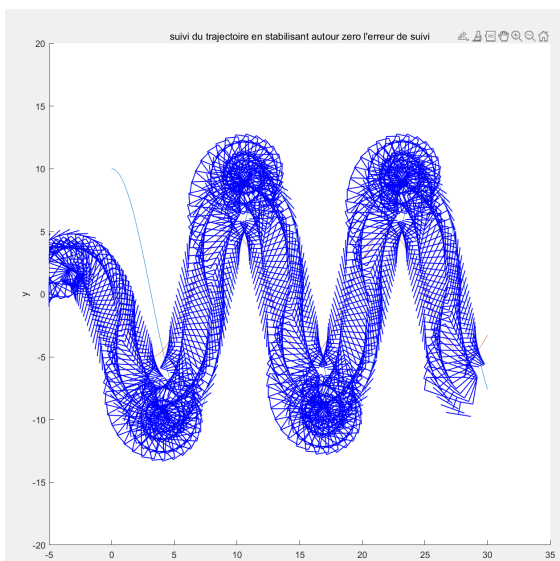


figure 12

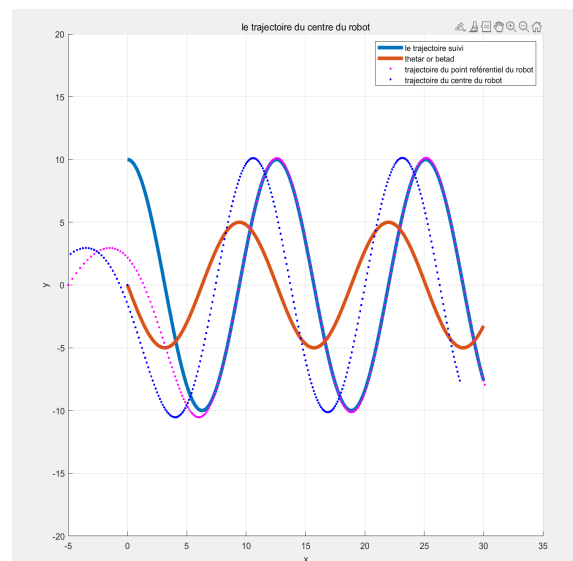


figure 13

IV. Suivi de chemin

Dans cette partie, on va créer un contrôleur qui va suivre le chemin pour réduire ξ , la distance du point P à la courbe C(dans le repère de frenet).

La droite d'équation cartésienne qu'on a choisi est : $ax+by+c=0$ avec $a=1$, $b=-1$, $c=1$
voici deux exemples avec des conditions initiales différentes en position et orientation.

-X=[-5,-10,pi/6] avec le gain $k=0.6$;

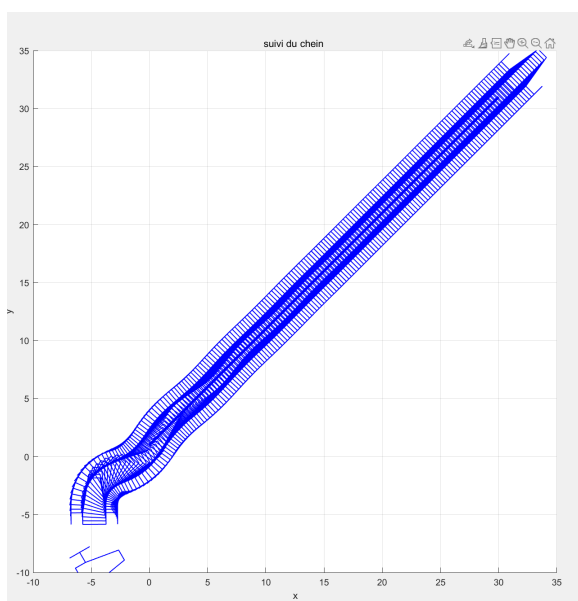


figure 14

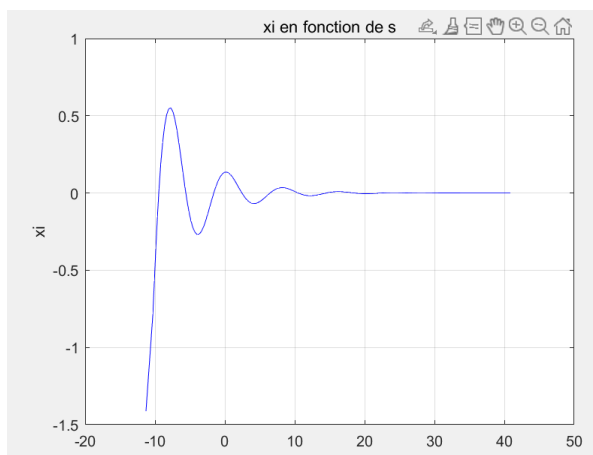


figure 15

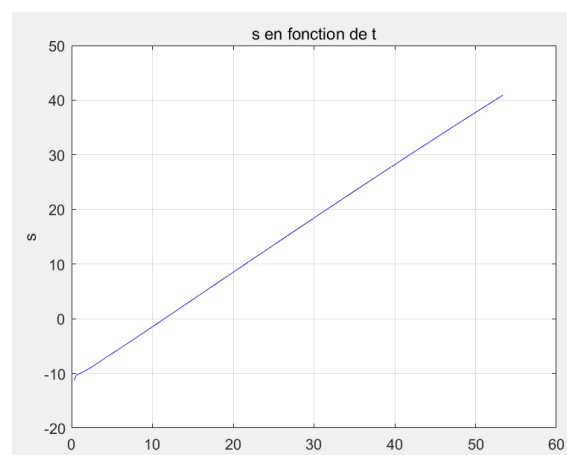


figure16

$-X=[-10,5,\pi/4]$; avec $k=0.6$

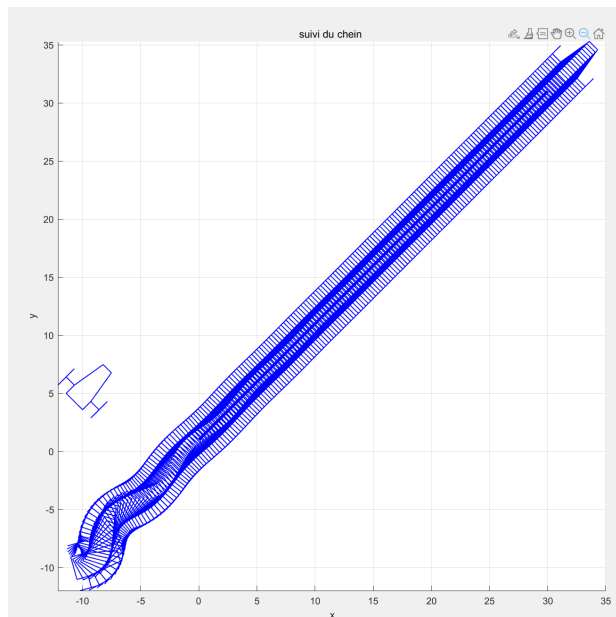


figure 17

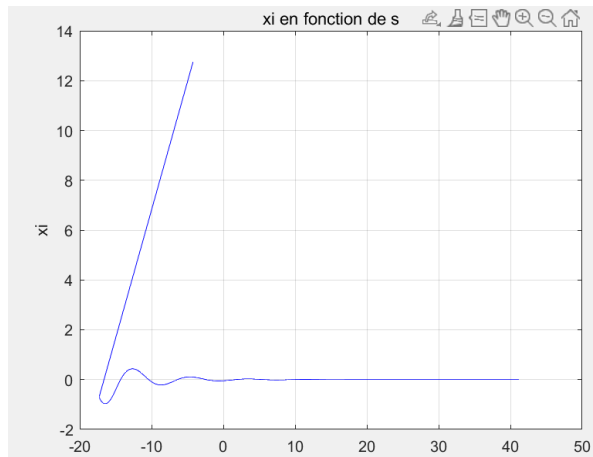


figure 18

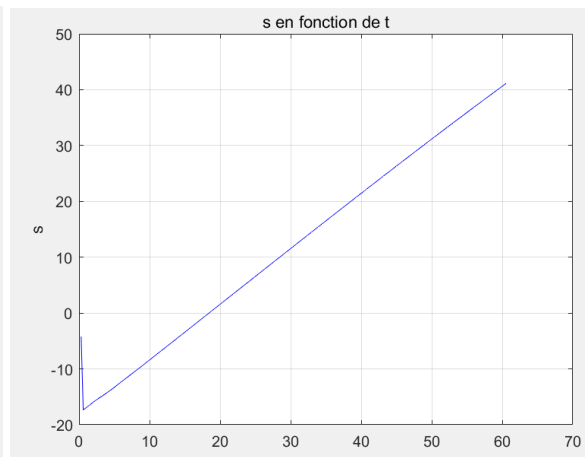


figure 19

-Comparer les comportements observés en fonction des gains de la commande

$-X=[-5,-10,\pi/6]$ avec le gain $k=1.5$;

On peut constater que si augment k , le contrôleur est plus sensible à ξ (la distance du point P à la courbe C).

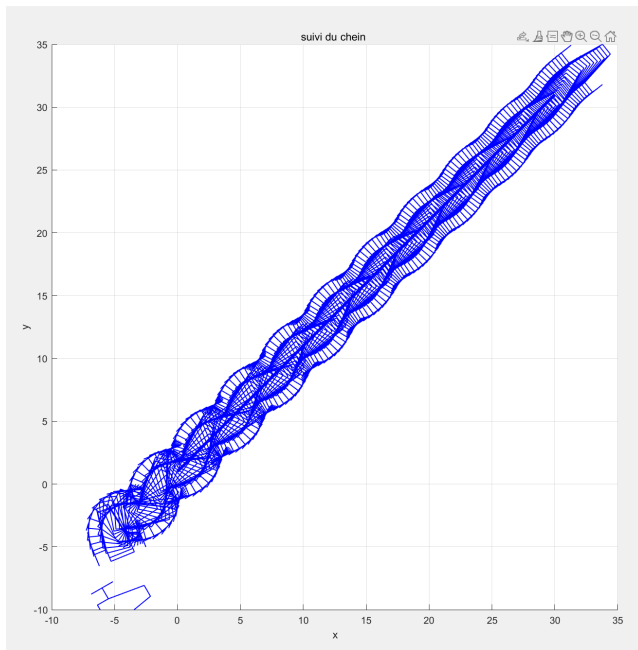


figure 20

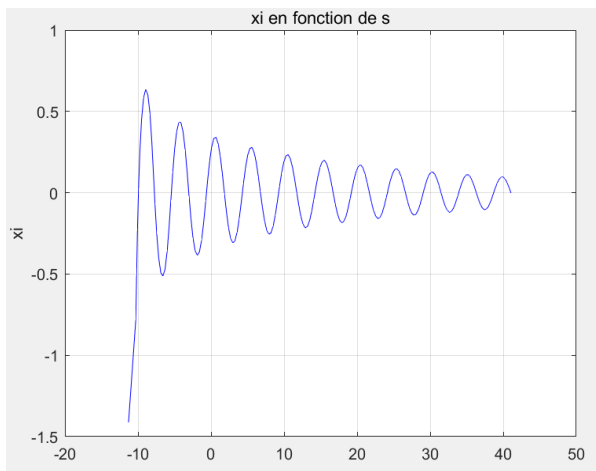


figure 21

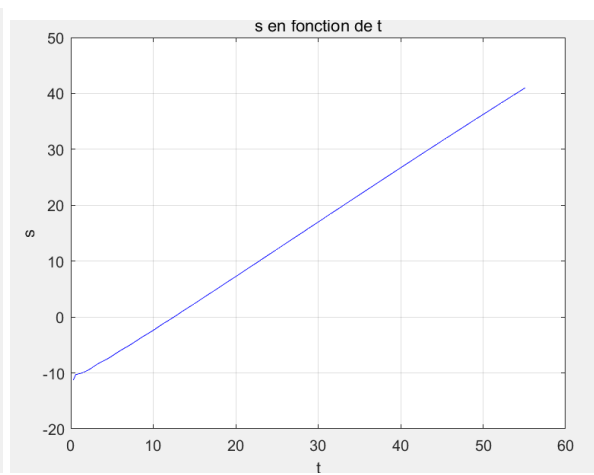


figure 22

V. Bonus: Suivi d'un robot réel ou virtuel

1. Expérimenter les conditions suivantes $x(t=0) = 0$, $y(t=0) = 2000$, $\theta(t=0) = 0$, $x_r(t=0) = 0$, $y_r(t=0) = 0$, $\theta_r(t=0) = 0$ et $u_r(t) = 100$, $\omega_r(t) = 0$, $k_1 = k_2 = 10^{-4}$, $k_3 = 0.1$.

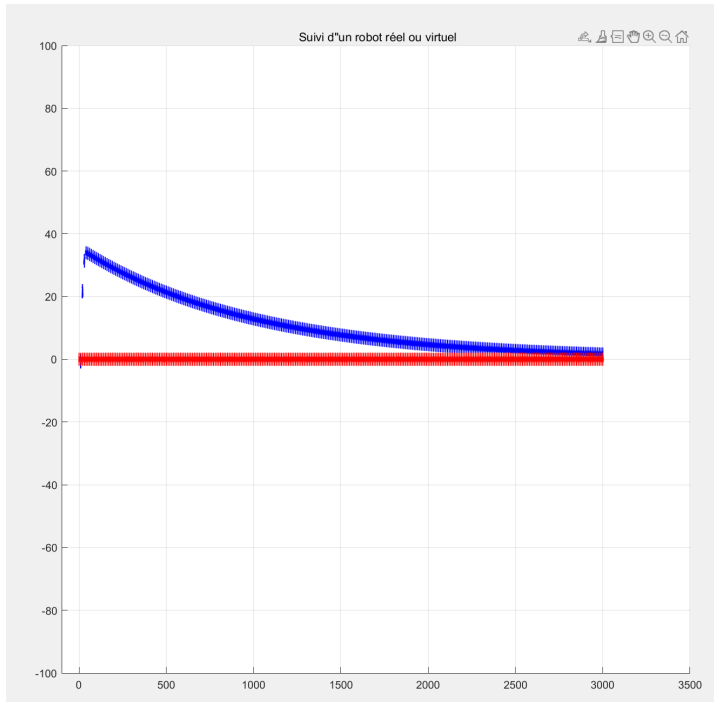


figure23

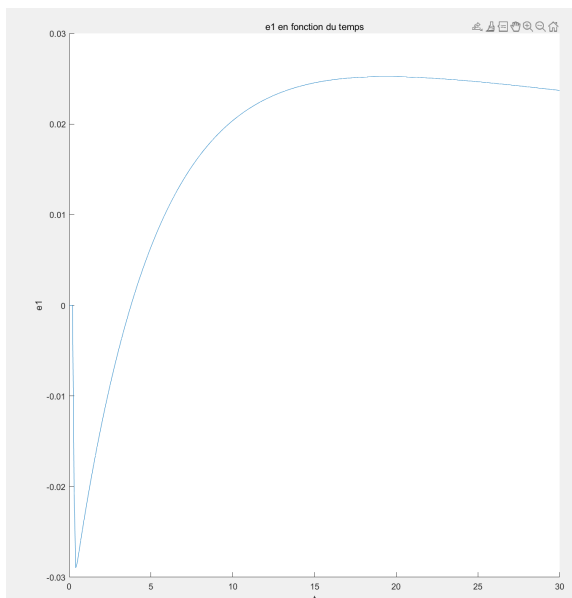


figure 24

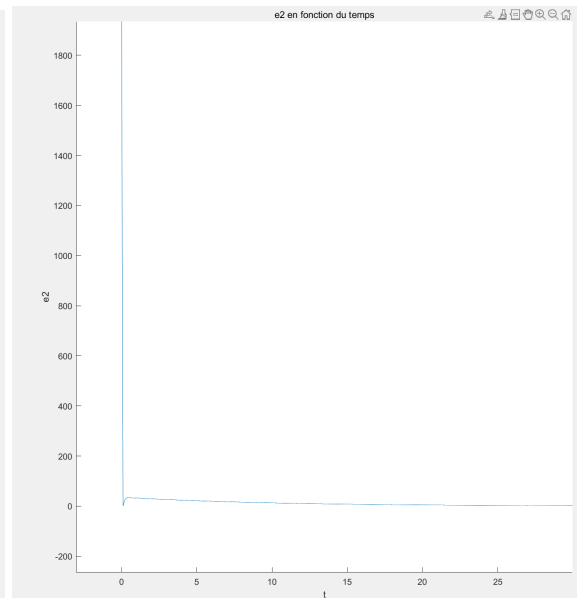


figure 25

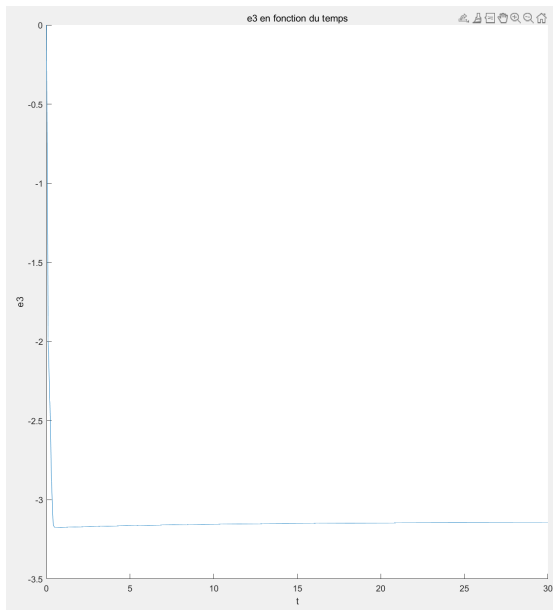


figure 26

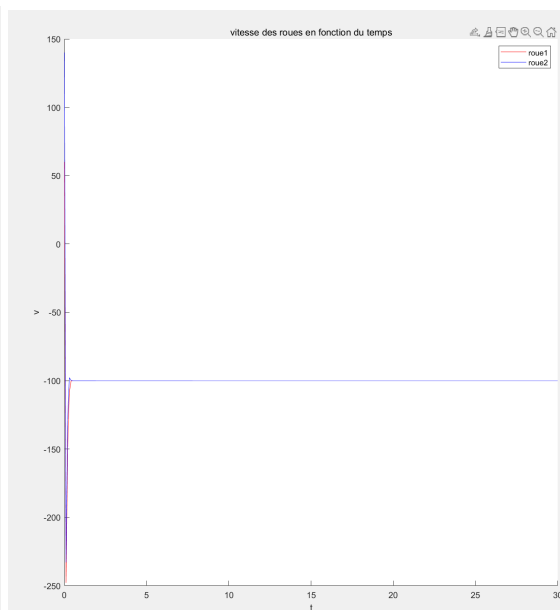


figure 27

-Comparer les comportements observés en fonction des gains de la commande.

-les gain qu'on mis

$k_1 = 2 \cdot 10^{-4}$;

$k_2 = 2 \cdot 10^{-4}$;

$k_3 = 2 \cdot 0.1$;

Ici on double la valeur du gain. Nous avons constaté que la voiture peut rattraper la voiture précédente plus rapidement, le contrôleur est plus sensible à les trois erreurs (e_1, e_2, e_3).

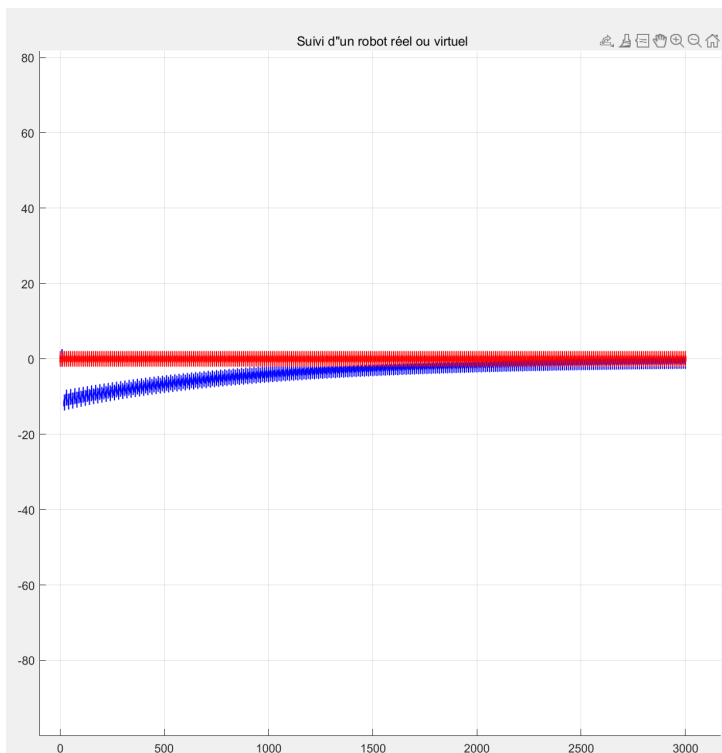


figure 28

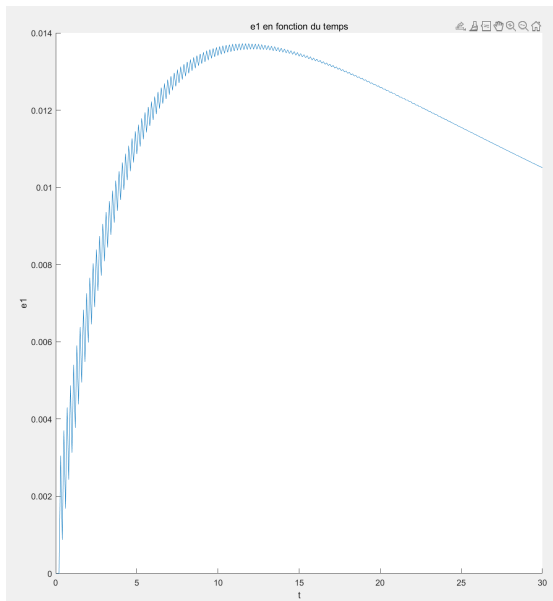


figure 29

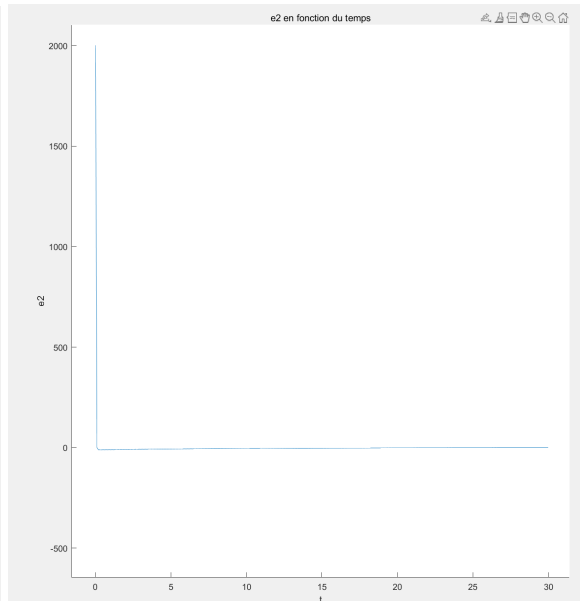


figure 30

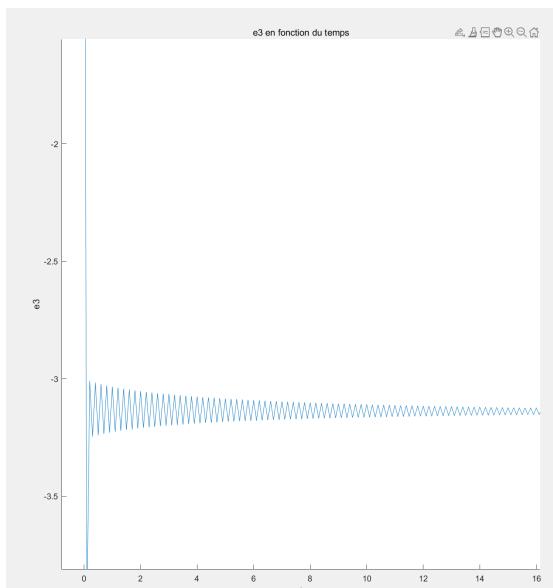


figure 31

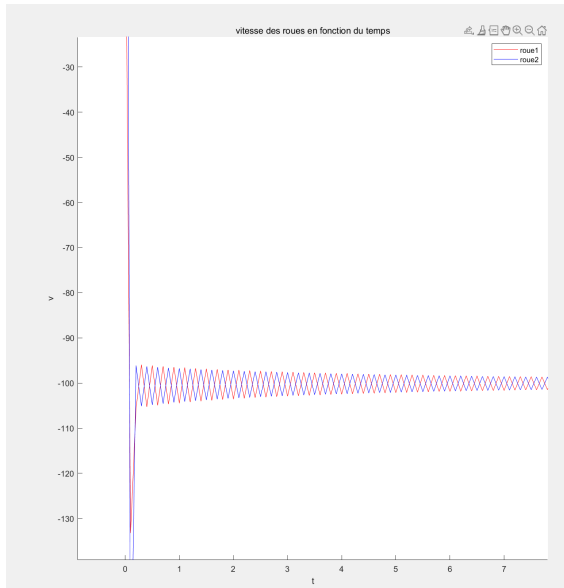


figure 32

2. suivi d'un cercle avec et sans décalage initial.

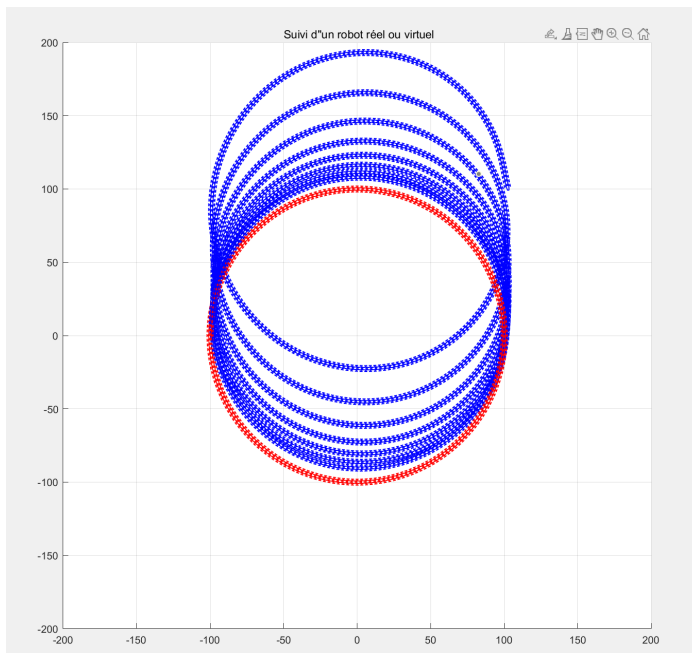


figure 33

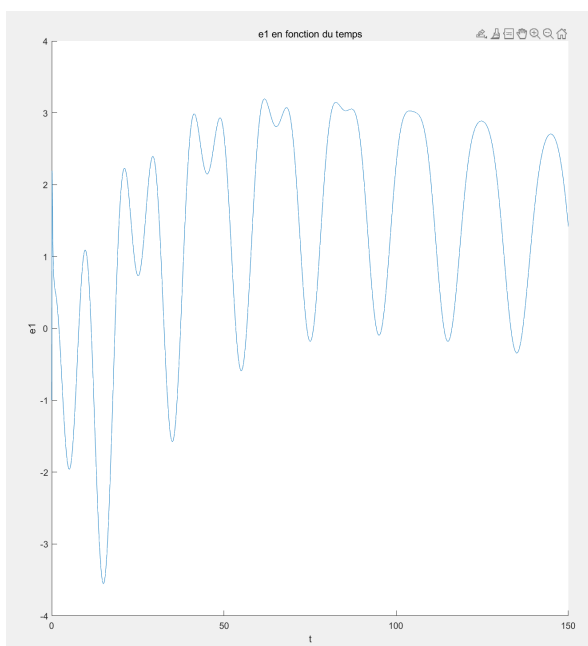


figure 34

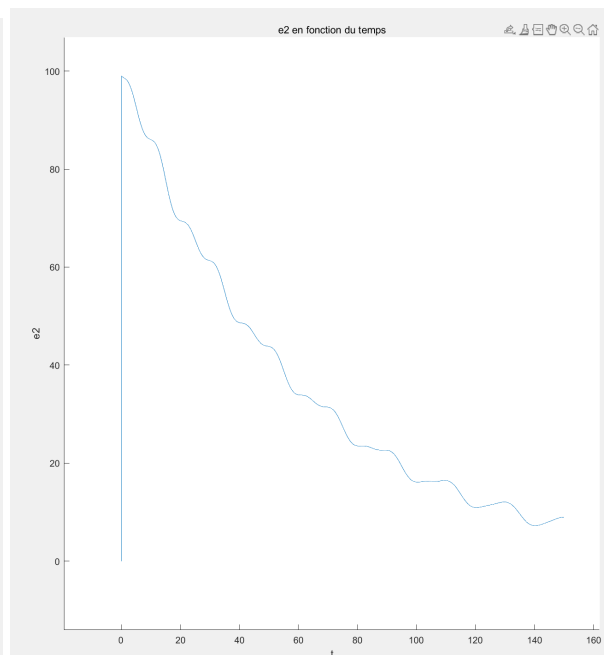


figure 35

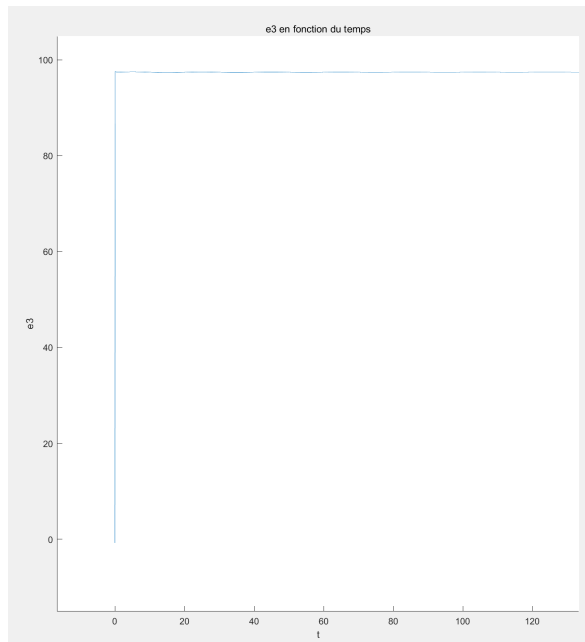


figure 36

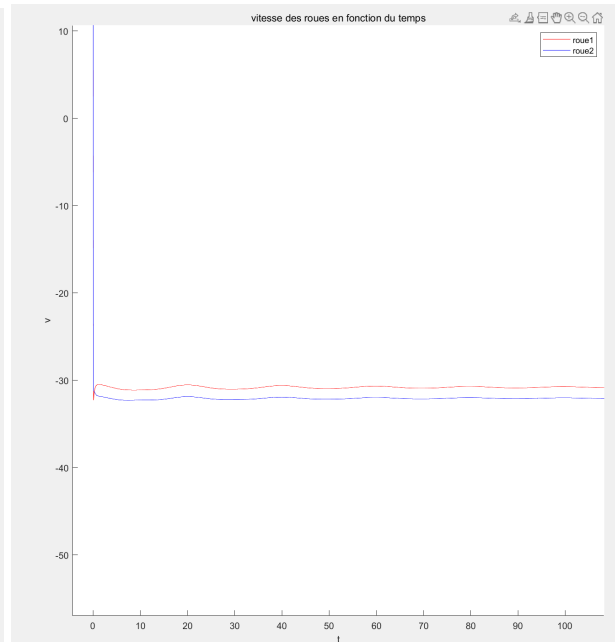


figure 37

Nous pouvons observer que le véhicule bleu suit la trajectoire et s'approche progressivement du véhicule rouge. les trois paramètres d'erreur diminuent progressivement

VI. Conclusion

Dans ce TP, on a étudié les contrôleurs différents pour arriver à une position donnée ou suivre une trajectoire ou suivre un chemin. La planification de la trajectoire est très importante pour les véhicules sans pilote et nous n'avons examiné que quelques contrôleurs très simples qui peuvent être utilisés pour la planification de la trajectoire. Au cours de l'étude, nous avons donné à chaque contrôleur un gain différent. Nous constatons que la valeur du gain affecte la sensibilité du contrôleur à la variable. Par exemple, pour le premier contrôleur, la taille de k_{rho} affecte la taille de la vitesse linéaire, plus nous trouvons k_{rho} grand, plus la vitesse du chariot sera grande. Nous avons également constaté que le point de départ du véhicule a également un effet sur le contrôleur, et que le contrôleur choisit un chemin différent en fonction du point de départ. Afin de parvenir à une planification plus précise de la trajectoire, nous devons prendre en compte davantage de facteurs et concevoir davantage de contrôleurs qui répondent aux besoins de l'environnement, ce qui est la clé de ce domaine.