

Stabilisation et commande d'un drone en présence de rafales de vent

Laura Elena Muñoz Hernandez

Directeurs de thèse:

Pedro Castillo, Isabelle Fantoni et Omar Santos^a

17 November 2009



Plan

- Introduction
- Objectifs
- Travaux réalisés et en course
- Perspectives
- Conclusions



Introduction

- ❖ Les drones sont des aéronefs capables de voler et d'effectuer une mission sans présence humaine à bord.
- ❖ Les applications :
 - ✈ Recherche de personnes en difficulté
 - ✈ Détection d'incendies
 - ✈ Surveillance du trafic sur les autoroutes
- ❖ Si des avancées significatives sur les drones ont été réalisées au niveau de la stabilisation, beaucoup reste à faire pour leur conférer une autonomie en présence de rafales de vent.



Objectifs

- ❖ Synthèse de lois de commande robustes pour la stabilisation d'un UAV en présence de rafales de vent.
- ❖ Développer un prototype (plate-forme expérimentale).
- ❖ Développer une architecture informatique pour la gestion de la lecture des capteurs, la communication entre le véhicule et la station au sol, et le calcul de la loi de commande.



Travaux réalisés et en cours

Les travaux ont été divisés en deux axes principaux :

- ❖ Le développement de lois de commande robustes en présence de perturbations.
- ❖ Le développement d'une plate-forme expérimentale.

Étant donné la complexité du problème, on l'a divisé en plusieurs étapes :

- Un système qui se déplace dans un seul axe (chariot).
- Un avion du type PVTOL.
- Un hélicoptère à quatre rotors (X4).



Loi de commande robuste

Nous avons proposé une loi de commande de la forme suivante :

$$m(x) = \begin{cases} -\frac{\psi_0(x)\psi_1(x)}{\psi_1^T(x)\psi_1(x)} & \text{quand } \psi_0(x) > 0 \\ 0 & \text{quand } \psi_0(x) \leq 0 \end{cases} \quad (1)$$

avec

$$\begin{aligned} \psi_0(x) &:= \nabla V(x) \cdot f_0(x) + \|\nabla V(x) \cdot f_2(x)\| + \alpha_v(x) \\ \psi_1(x) &:= [\nabla V(x) \cdot f_1(x)]^T \end{aligned}$$

où $V(x)$ est une fonction de Lyapunov pour un système de la forme :

$$\dot{x} = f_0(x) + f_1(x)u + f_2(x)\omega \quad (2)$$



Commande non-linéaire robuste pour un chariot

Le modèle dynamique classique d'un chariot (sur un axe) peut être décrit comme :

$$\ddot{x} = K_1\tau + K_2 \quad (3)$$

où $K_1 > 0$, $K_2 > 0$ peut être considéré comme une perturbation et τ est l'entrée de commande.

En réécrivant (3), nous avons

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} x_2 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ K_1 \end{bmatrix} \tau + \begin{bmatrix} 0 \\ K_2 \end{bmatrix} w \quad (4)$$



Choisissons

$$V(x) = \frac{1}{2}x^T P x$$

$$\alpha_v(x) = x^T M x$$

où P est une matrice définie positive et M est symétrique et définie positive. Donc, nous obtenons

$$m(x) = \begin{cases} \frac{-\psi_0(x)(x_2 P_{22} K_1 + x_1 P_{12} K_1)}{(x_2 P_{22} K_1 + x_1 P_{12} K_1)^2} & , \psi_0(x) > 0 \\ 0 & , \psi_0(x) \leq 0 \end{cases} \quad (5)$$

où

$$\psi_0(x) = x_1 x_2 P_{11} + x_2^2 P_{12} + |x_1 P_{12} K_2 + x_1 P_{21} K_2|$$

$$+ x_1^2 M_{11} + x_2^2 M_{22}$$



Résultats en simulation

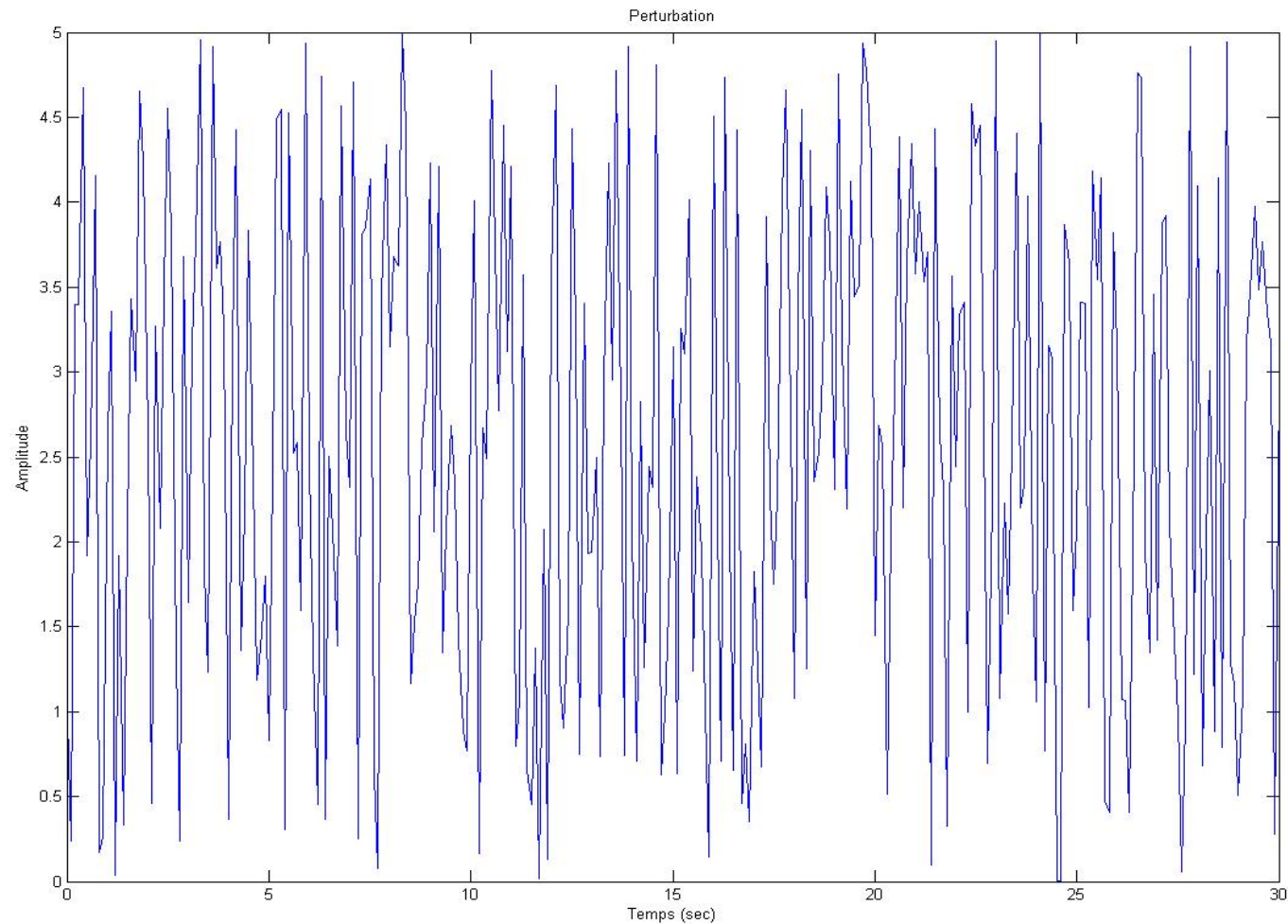


FIGURE 1 – Perturbation



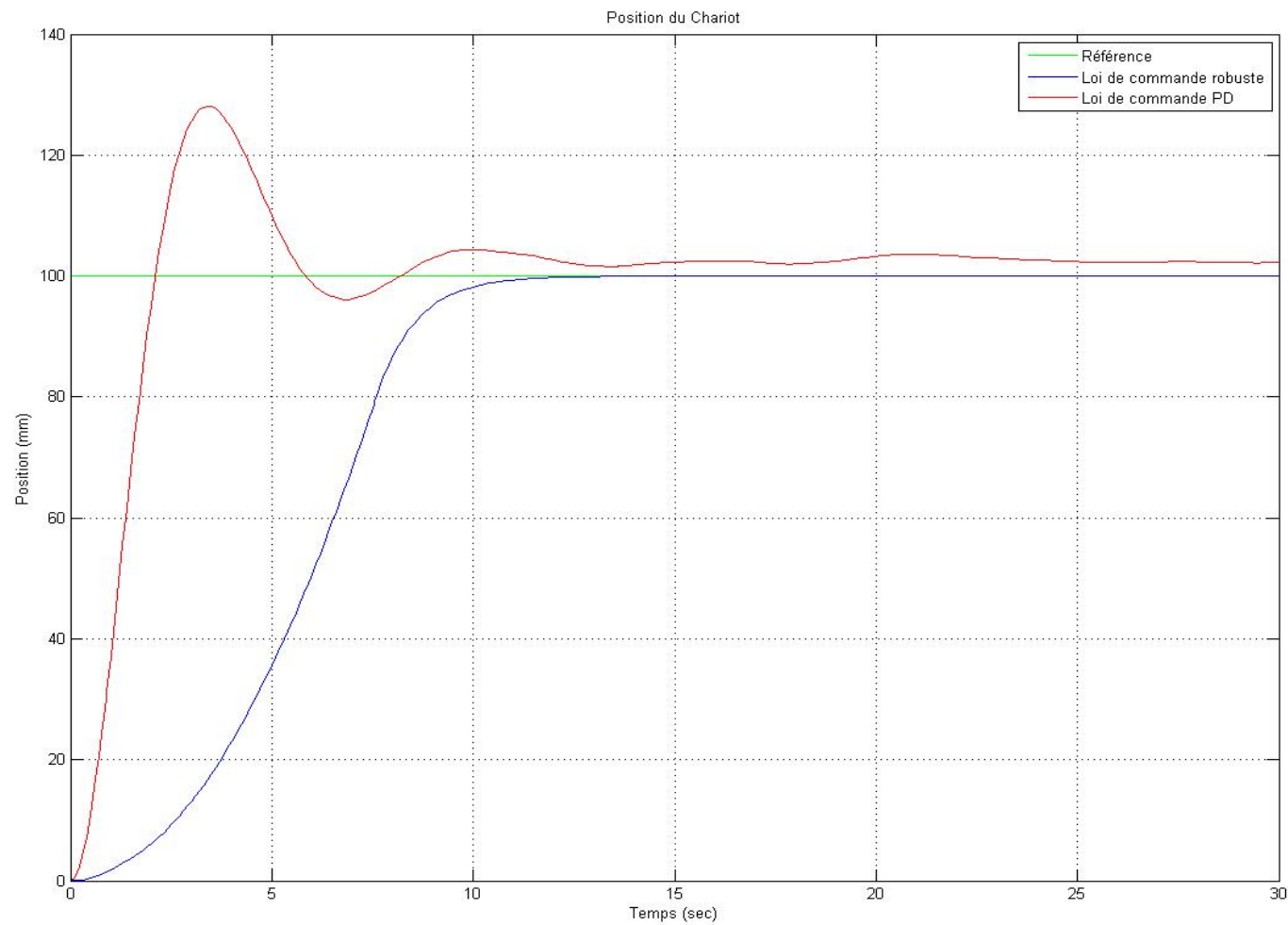


FIGURE 2 – Position du chariot



Résultat des expériences avec des perturbations

La plate-forme expérimentale utilisée est

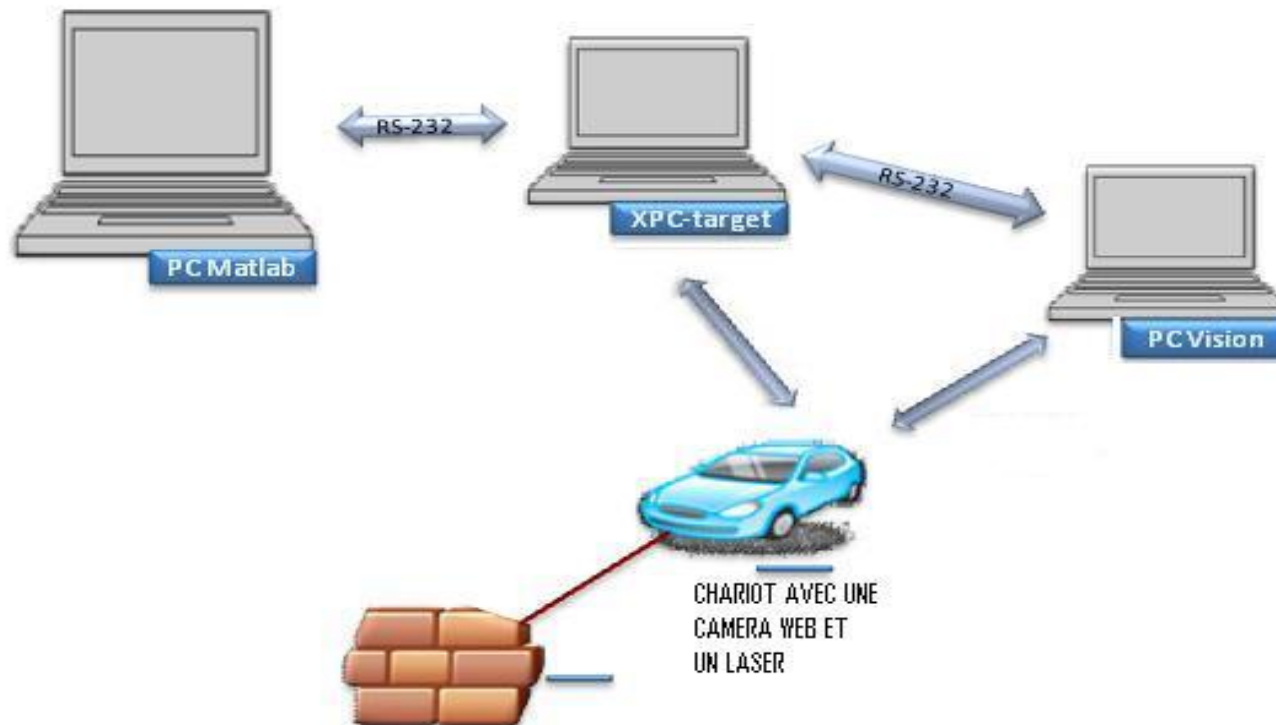


FIGURE 3 – Plate-forme expérimentale

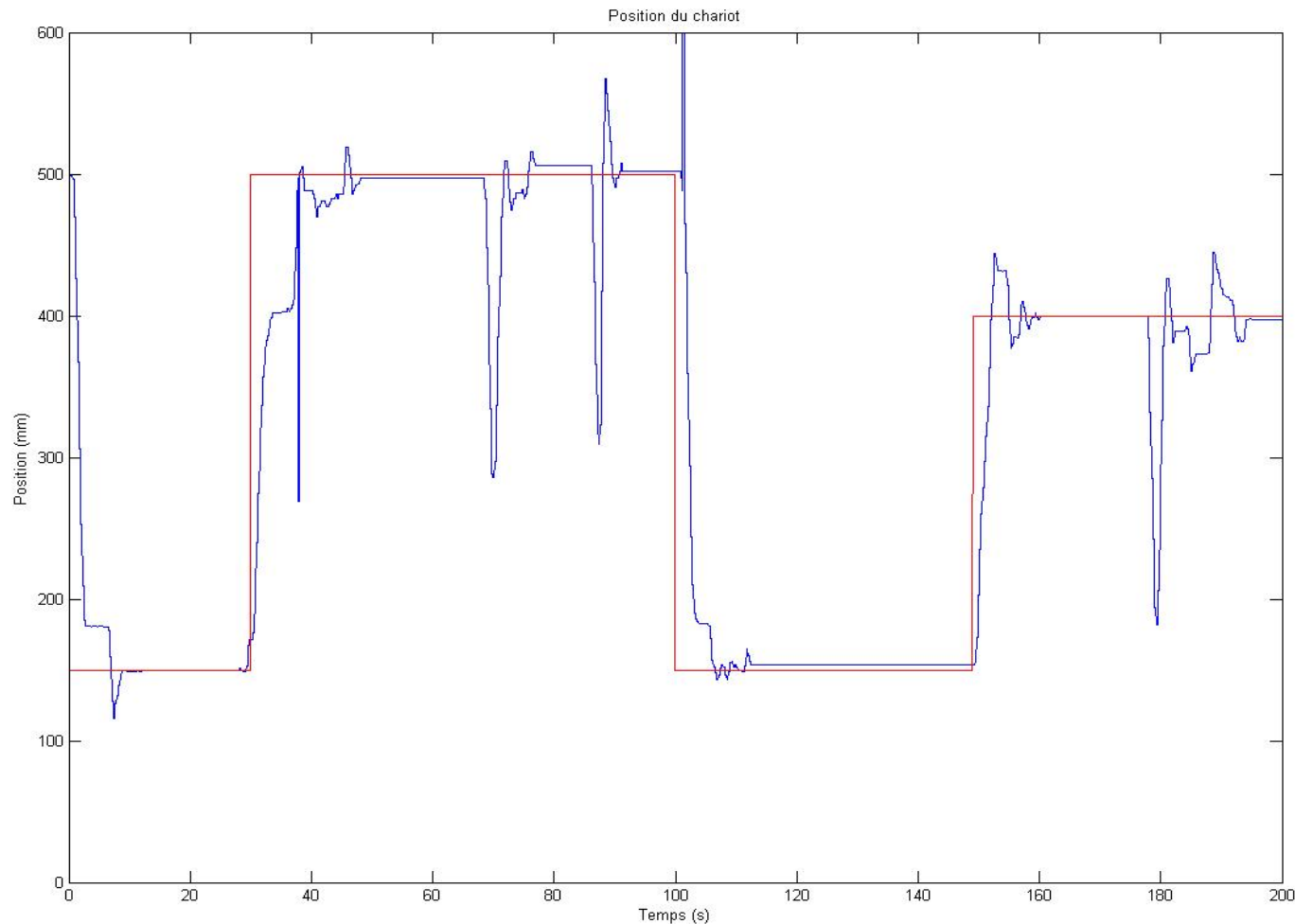


FIGURE 4 – Position du chariot en utilisant la loi commande proposée



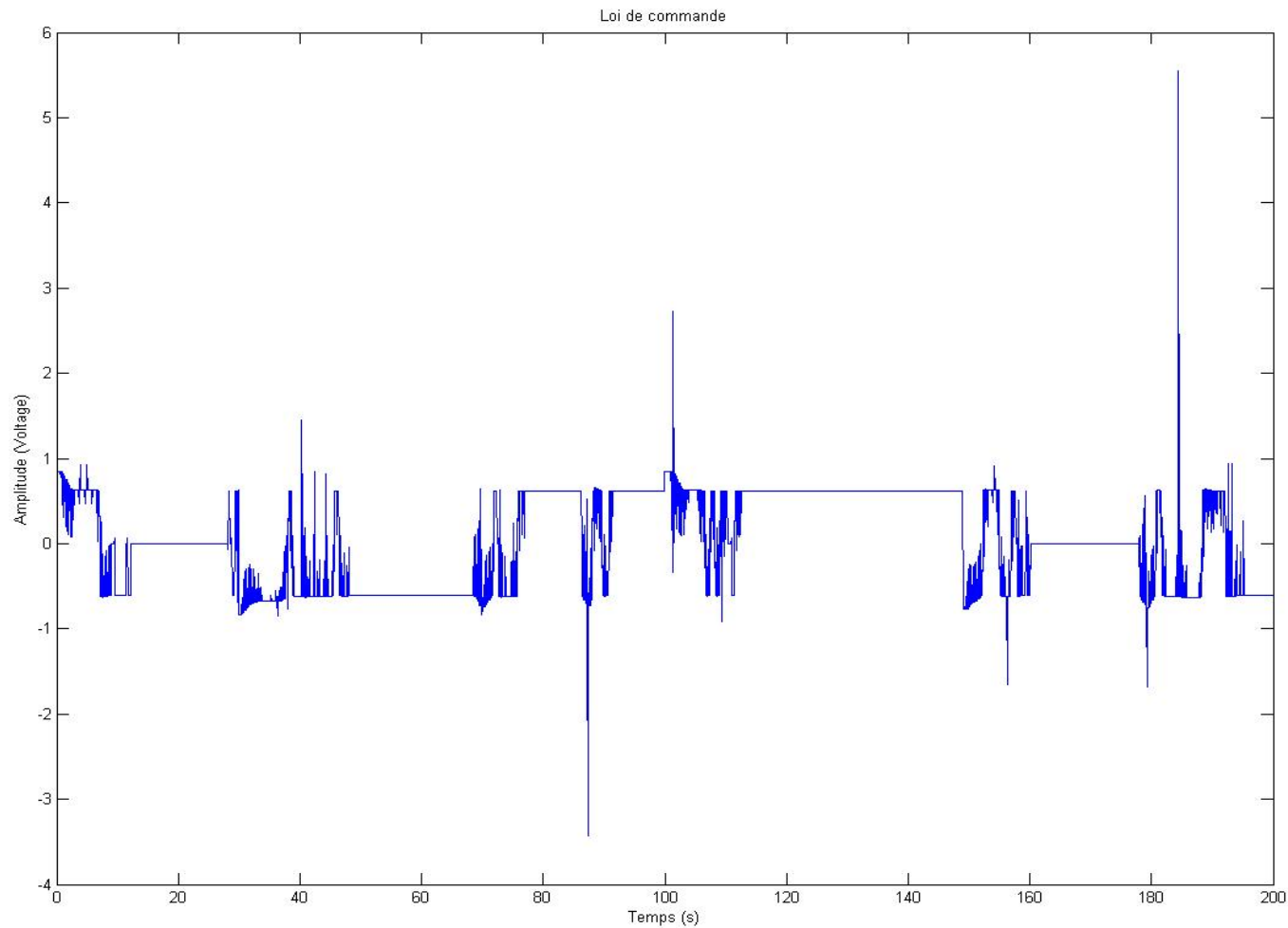


FIGURE 5 – Entrée de commande



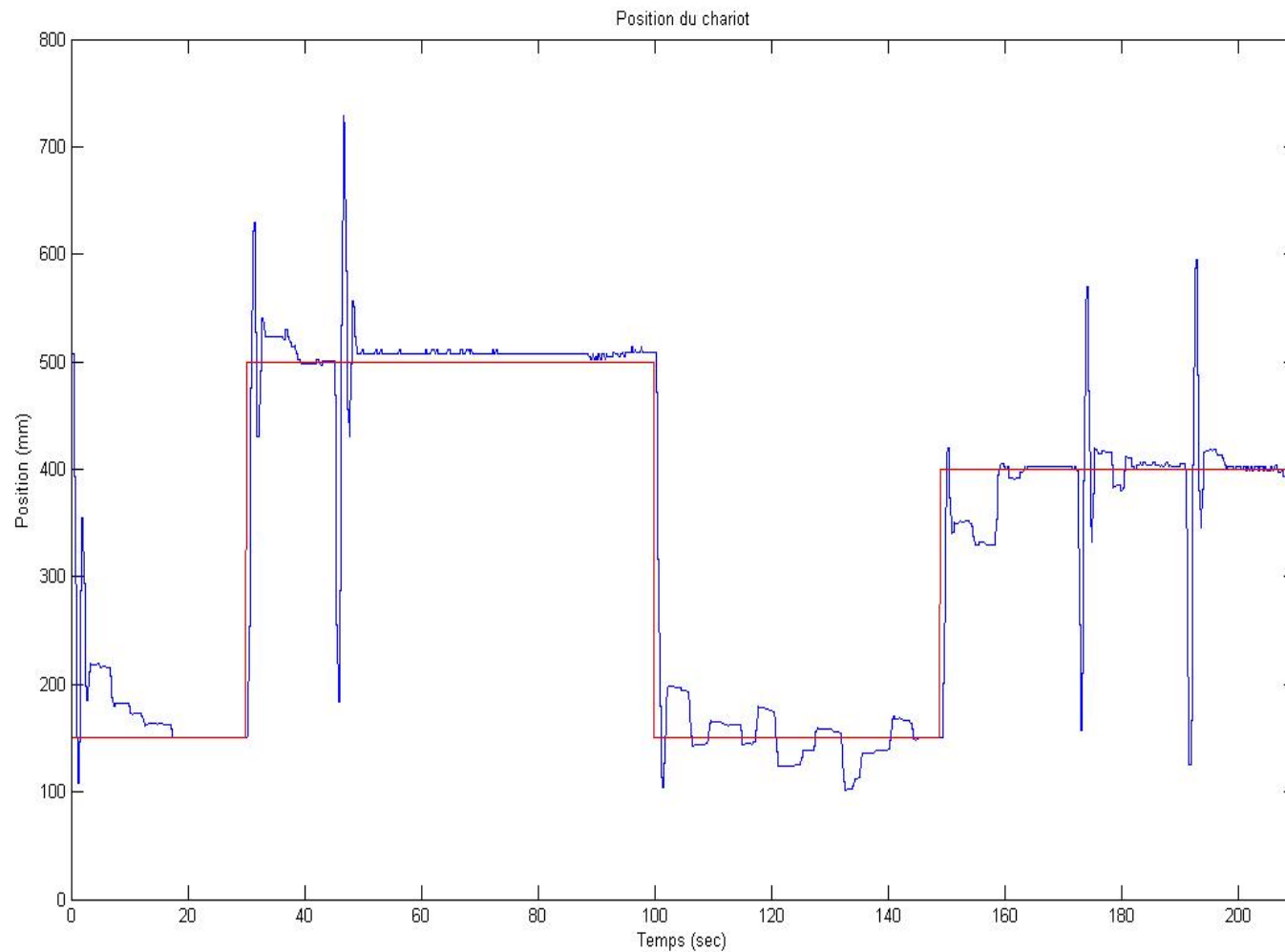


FIGURE 6 – Position du chariot en utilisant la loi de commande PD



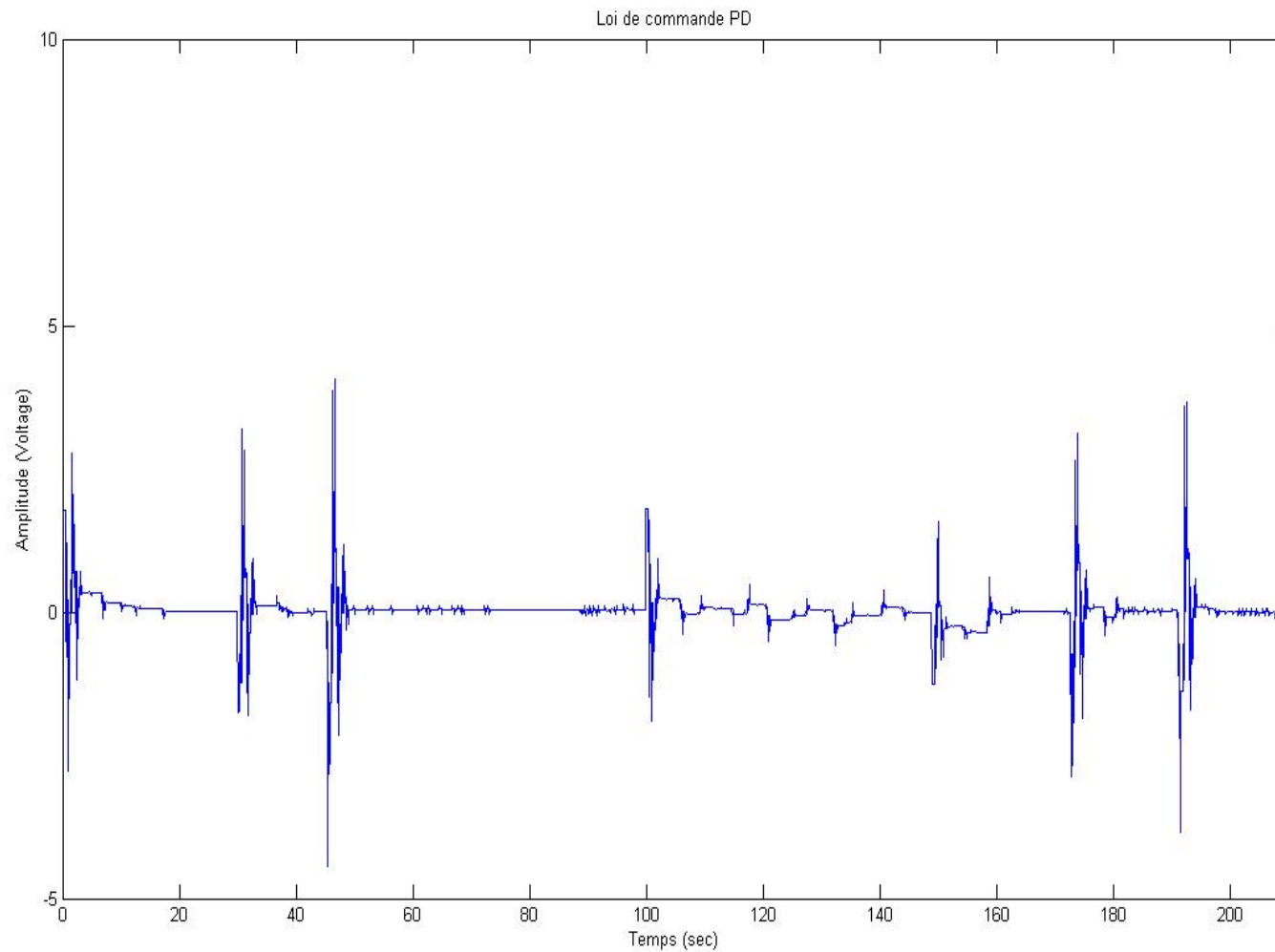


FIGURE 7 – Entrée de commande (algorithme de contrôle type PD)

Perspectives

- ❖ Valider la loi de commande pour l'avion du type PVTOL
- ❖ Réaliser la synthèse de lois de commande robustes pour le X4
- ❖ Finir la plate-forme expérimentale
- ❖ Valider la loi de commande robuste sur l'hélicoptère à quatre rotors en expériences réelles.



Conclusions

- ❖ Une loi de commande robuste en présence de perturbations a été proposée.
- ❖ La loi de commande a été validée en expériences réelles sur un chariot.
- ❖ On a commencé à développer la plate-forme expérimentale pour l'hélicoptère à quatre rotors.



Merci pour votre attention

