

## MINI-PROJET AUTOMATIQUE

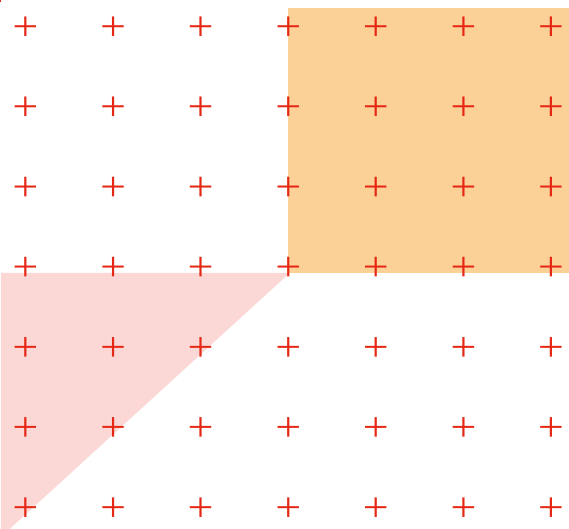
**Oskar ORVIK**  
**Aleksander TABAN**  
**Brage JOHNSEN**  
Elève Ingénieurs  
de l'INSA Toulouse  
Département GEI  
Spécialité AE-SE  
Promotion 60  
2022-2027

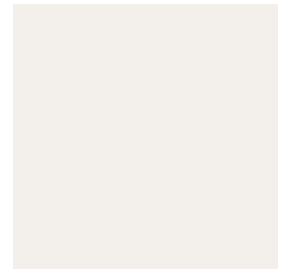
**Stabilisation d'une bille sur rail**

**Mini-Projet Automatique en trinôme**

**Tuteur du Projet**  
Cristophe POUSSOT

**Projet soutenu le 16/04/2026**





# MINI-PROJET AUTOMATIQUE

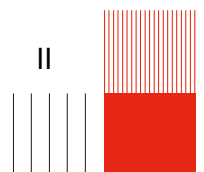
**Oskar ORVIK**  
**Aleksander TABAN**  
**Brage JOHNSEN**  
Elève Ingénieurs  
de l'INSA Toulouse  
Département GEI  
Spécialité AE-SE  
Promotion 60  
2022-2027

**Stabilisation d'une bille sur rail**

**Mini-Projet Automatique en trinôme**

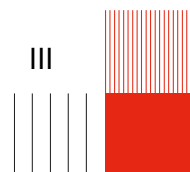
**Tuteur du Projet**  
Cristophe POUSSOT

**Projet soutenu le 16/04/2026**



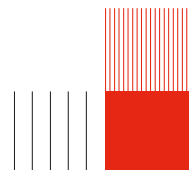
**ABSTRACT**

**A REMPLIR**



# SOMMAIRE

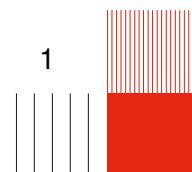
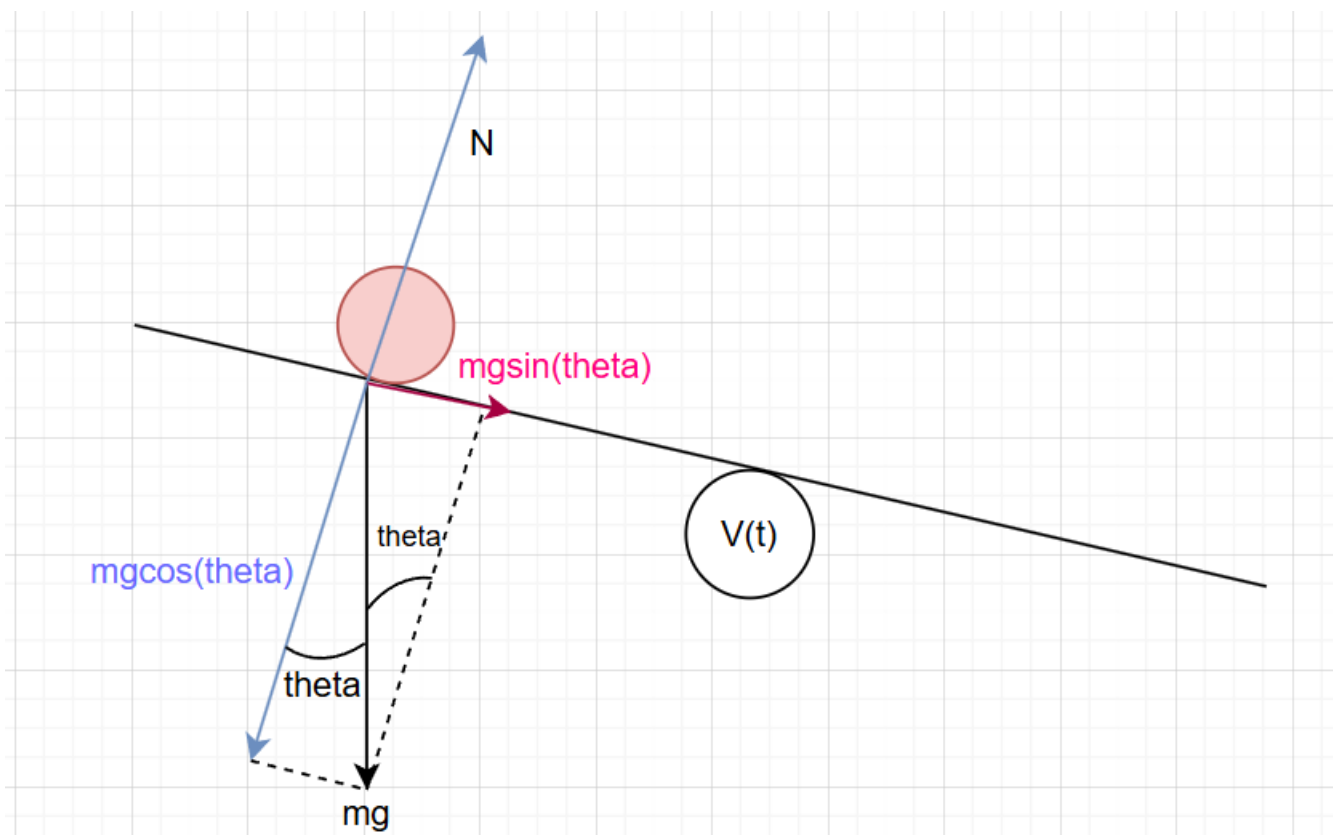
<b>Abstract</b>	<b>III</b>
<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1 Identification du système : Rail</b>	<b>2</b>
1.1 Analyse du schéma bloc et setup . . . . .	2
1.2 Mise en oeuvre de N4SID . . . . .	2
1.3 Fonction transfert du système : Rail . . . . .	3
1.4 Calcul du correcteur du système : P . . . . .	3
<b>2 Loi de commande du bille sur rail</b>	<b>4</b>
<b>3 Another section</b>	<b>4</b>
3.1 Une sous section . . . . .	4
3.1.1 Une sous sous section . . . . .	4
<b>Conclusion</b>	<b>5</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>6</b>



# INTRODUCTION

Le bille sur rail est une manipulation où le but est de stabiliser une bille sur un rail. Le rail est commandé par une tension, et les données lues sont l'angle du rail et la position de la bille. La position est achevée à l'aide d'un lecture d'impédance.

**Le schéma de forces de la bille sur rail :**



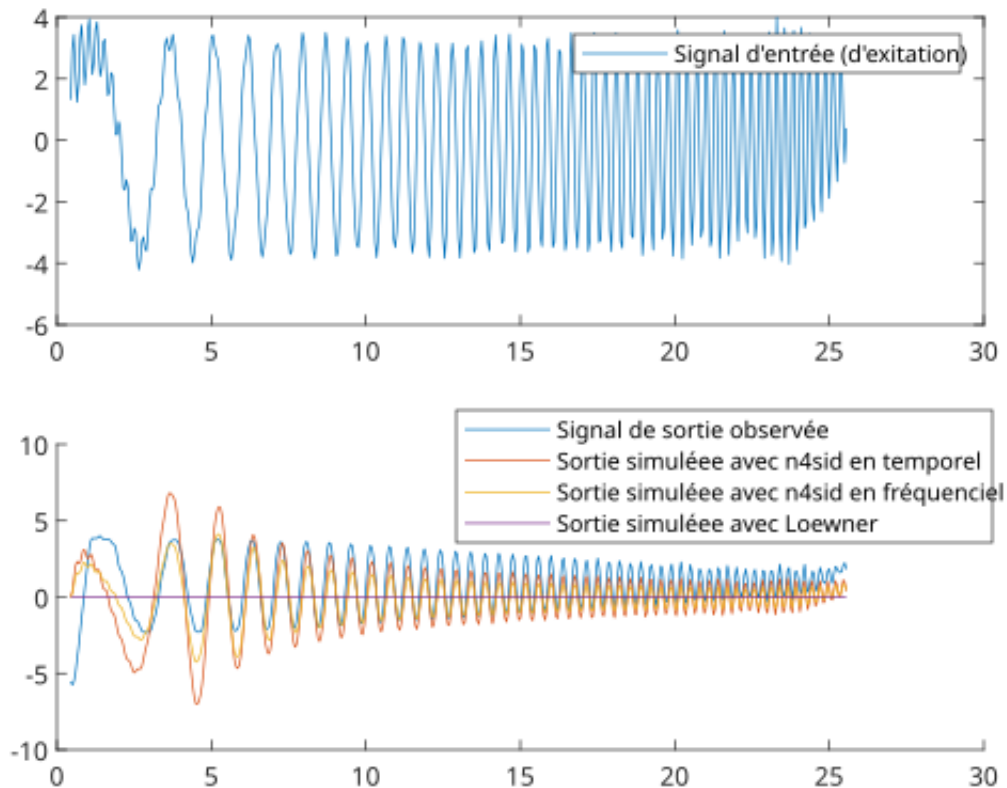
# 1 IDENTIFICATION DU SYSTÈME : RAIL

## 1.1 Analyse du schéma bloc et setup

Nous avons remarqué que l'identification du système se fait en bouclé fermé. Voici le schéma bloc désignant le système que nous pouvons manipuler : {Sett inn bilde av schéma bloc, système rail}

## 1.2 Mise en oeuvre de N4SID

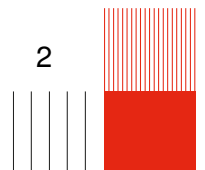
On a utilisé la fonction `n4sid()` que pouvons retrouver sur matlab. Nous avons fait une expérience temporel, fréquentiel et avec Loewner. Voici le comportement des différents modèles obtenu :



Après avoir comparé les différents modèles avec le vrai système, Cela nous avait mené à résumer le système du rail à la fonction de transfert suivante :

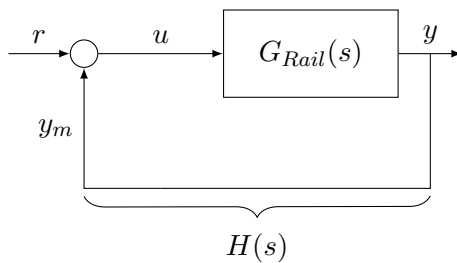
$$G(s) = \frac{NUM}{DEN}$$

Nous avons choisi le modèle obtenu à l'aide du `n4sid()` temporel, ordre 2.



### 1.3 Fonction transfert du système : Rail

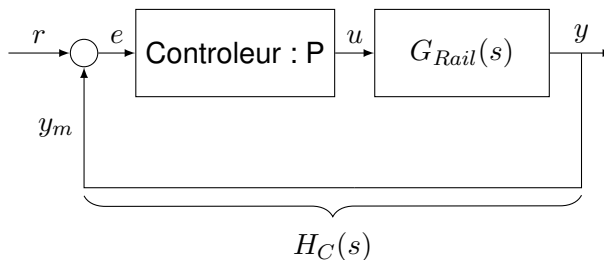
Après avoir trouvé le modèle souhaité, nous avons ensuite retrouvé la vraie fonction transferte du rail. Avec la relation qui suit :



$$H(s) = \frac{G(s)}{1 + G(s)} \Rightarrow G(s) = \frac{H(s)}{1 + H(s)} \quad (1)$$

### 1.4 Calcul du correcteur du système : P

Nous avons conçu un retour PID pour le système du rail. Après avoir parlé avec le professeur, il nous a dit que le système est déjà équipé avec un integrateur. Donc nous avons choisi un système bouclé avec un simple correcteur P. Comme nous pouvons voir ci-dessous :

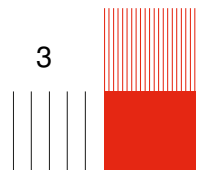


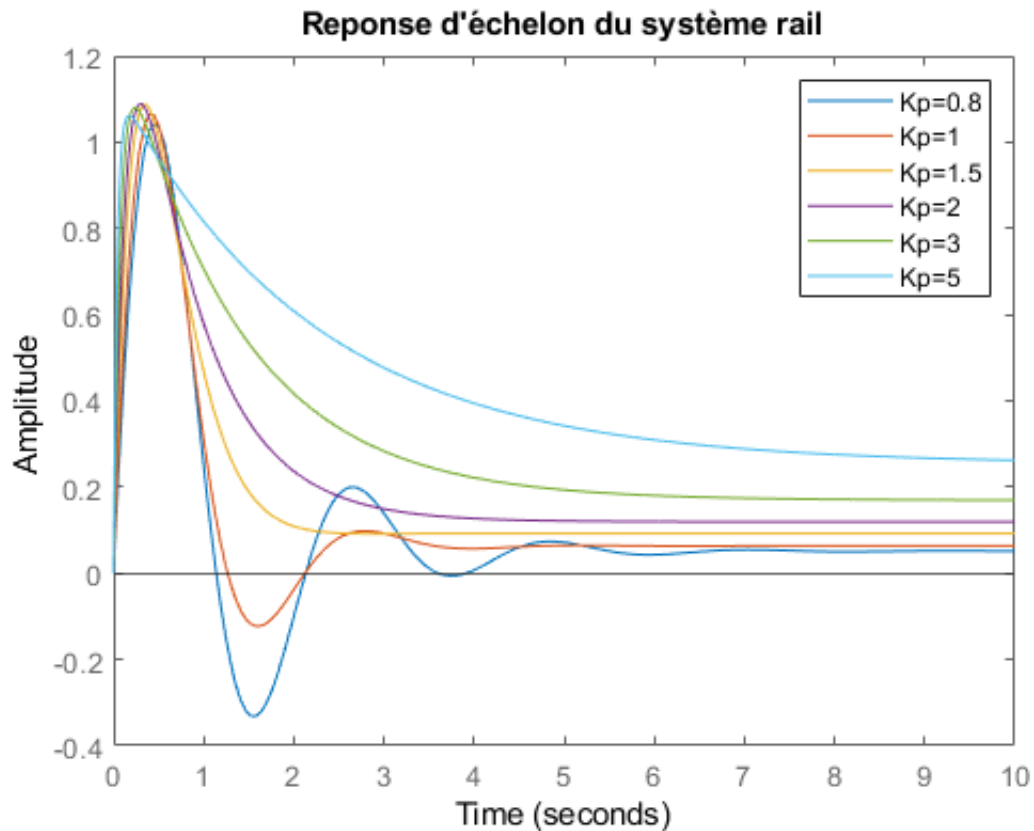
À l'aide de la fonction transferte du système rail, nous avons recalculé la nouvelle fonction transferte avec le gain proportionnel en boucle fermée :

$$G(s) = \frac{H(s)}{1 + H(s)} \quad (2)$$

$$G_{BF}(s) = \frac{PG(s)}{1 + PG(s)} \quad (3)$$

Le choix de P restait sur plusieurs tests du système bouclé avec un P de différentes valeurs. Voici les différentes réponses du système d'un simple step. Nous avons choisi un  $P=1$ , comme ça nous a donné un temps de réponse respectif aux attentes que nous avons eu.





## 2 LOI DE COMMANDE DU BILLE SUR RAIL

Faut mettre des choses ici. Je push !

## 3 ANOTHER SECTION

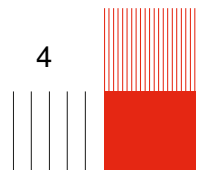
### 3.1 Une sous section

#### 3.1.1 Une sous sous section

Un mot compliqué <sup>1</sup>

---

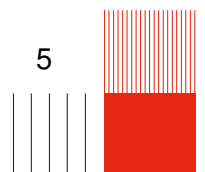
1. Une note de bas de page



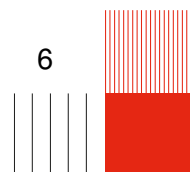


# CONCLUSION

Une conclusion



# BIBLIOGRAPHIE





## **INSA TOULOUSE**

135 avenue de Rangueil  
31400 Toulouse

Tel : +33 (0)5 61 55 95 13

**[www.insa-toulouse.fr](http://www.insa-toulouse.fr)**

