



**HAL**  
open science

## Un robot bio-inspiré pour l'inspection de la canalisation

Swaminath Venkateswaran, Damien Chablat, Frédéric Boyer

► **To cite this version:**

Swaminath Venkateswaran, Damien Chablat, Frédéric Boyer. Un robot bio-inspiré pour l'inspection de la canalisation. ReV Réunion- LS2N, Sep 2018, Nantes, France. 10.13140/RG.2.2.18251.85286 . hal-01938480

**HAL Id: hal-01938480**

**<https://hal.science/hal-01938480v1>**

Submitted on 28 Nov 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## 1. INTRODUCTION

Les robots d'inspection de la canalisation jouent un rôle important dans des industries telles que le nucléaire, la chimie et les eaux usées. Dans ce contexte, un robot bio-inspiré qui imite la locomotion d'une chenille a été présenté. Des analyses statiques et dynamiques ont été effectuées sur le robot afin de comprendre sa stabilité lors du clampage et de la locomotion. Un prototype du robot a été réalisé au LS2N, France, et des expériences ont été menées pour comprendre les forces induites sur le moteur en locomotion.

## 3. ANALYSE STATIQUE

Pendant le clampage, le robot ressemble à une poutre en porte-à-faux. Le modèle de torseur est illustré à la Figure 2.

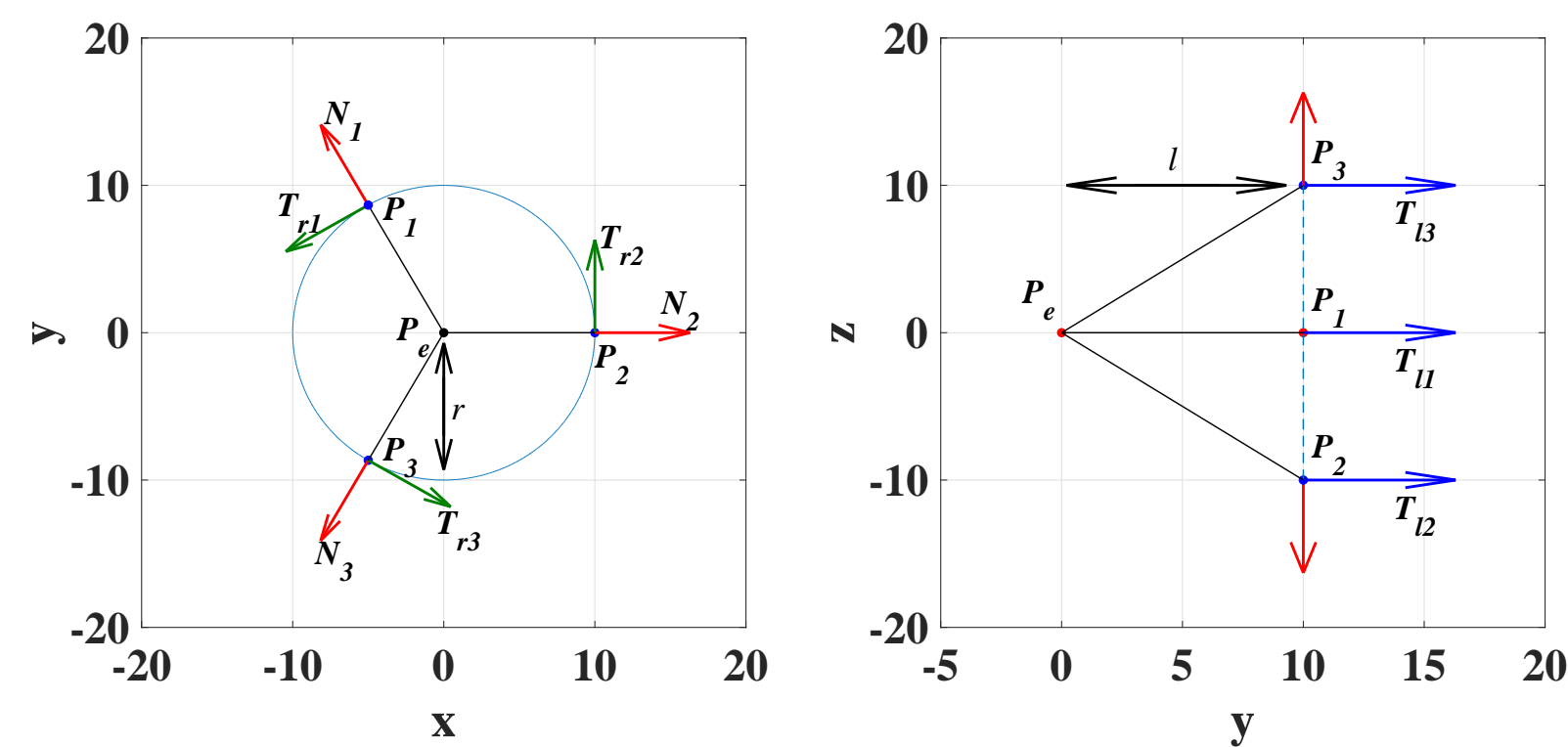


Figure 2: Schéma des forces de contact lors du clampage en x-y (gauche) et y-z (droite) axes

La loi de Coulomb (lois du frottement «sec») est utilisée pour estimer les forces normales à l'aide desquelles les efforts de l'actionneur sont estimés [1].

$$N_i \geq \frac{\sqrt{T_{ri}^2 + T_{li}^2}}{\varphi}$$

## 5. EXPÉRIMENTATION

Le prototype du robot fabriqué au LS2N est illustré à la Figure 7.

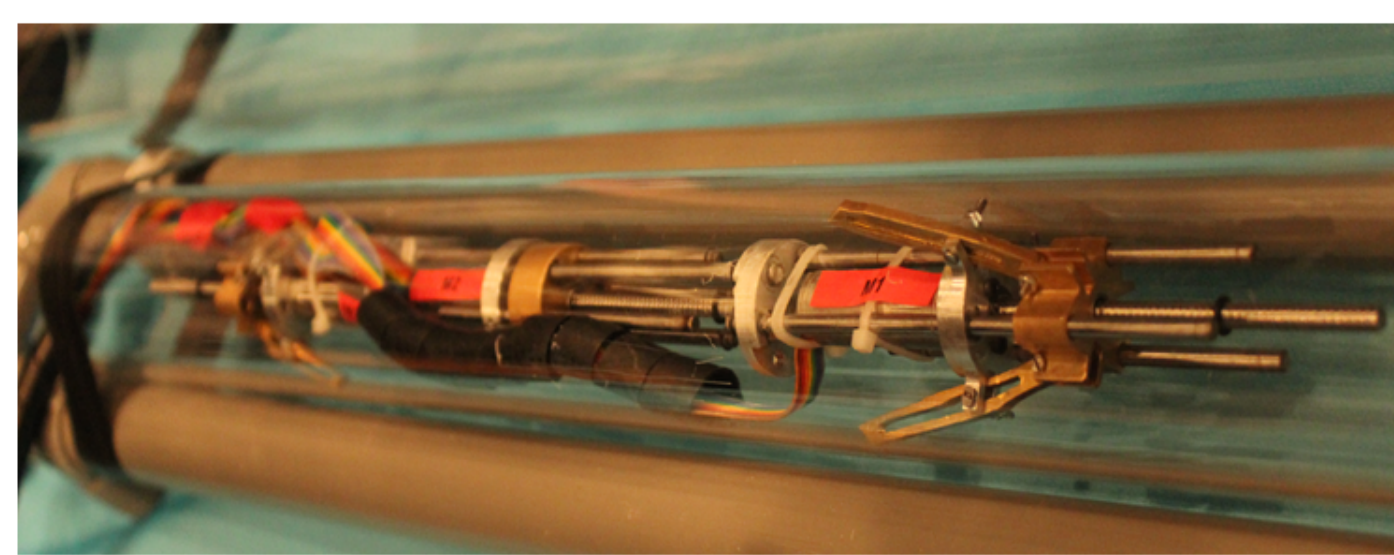


Figure 7: Le prototype du robot

Un moteur EC offert par Maxon est utilisé dans le robot. Un maxon entraînement vis-écrous avec une réduction de 1: 455 est couplé au moteur. Les actionneurs sont commandés par un contrôleur ESCON 36/3 fourni par Maxon. En calibrant le moteur à travers la vitesse maximale, le courant

$$F_a = \eta_f N_{total}$$

Les résultats des efforts de l'actionneur à l'intérieur d'une canalisation verticale et horizontale sont illustrés à la Figure 3.

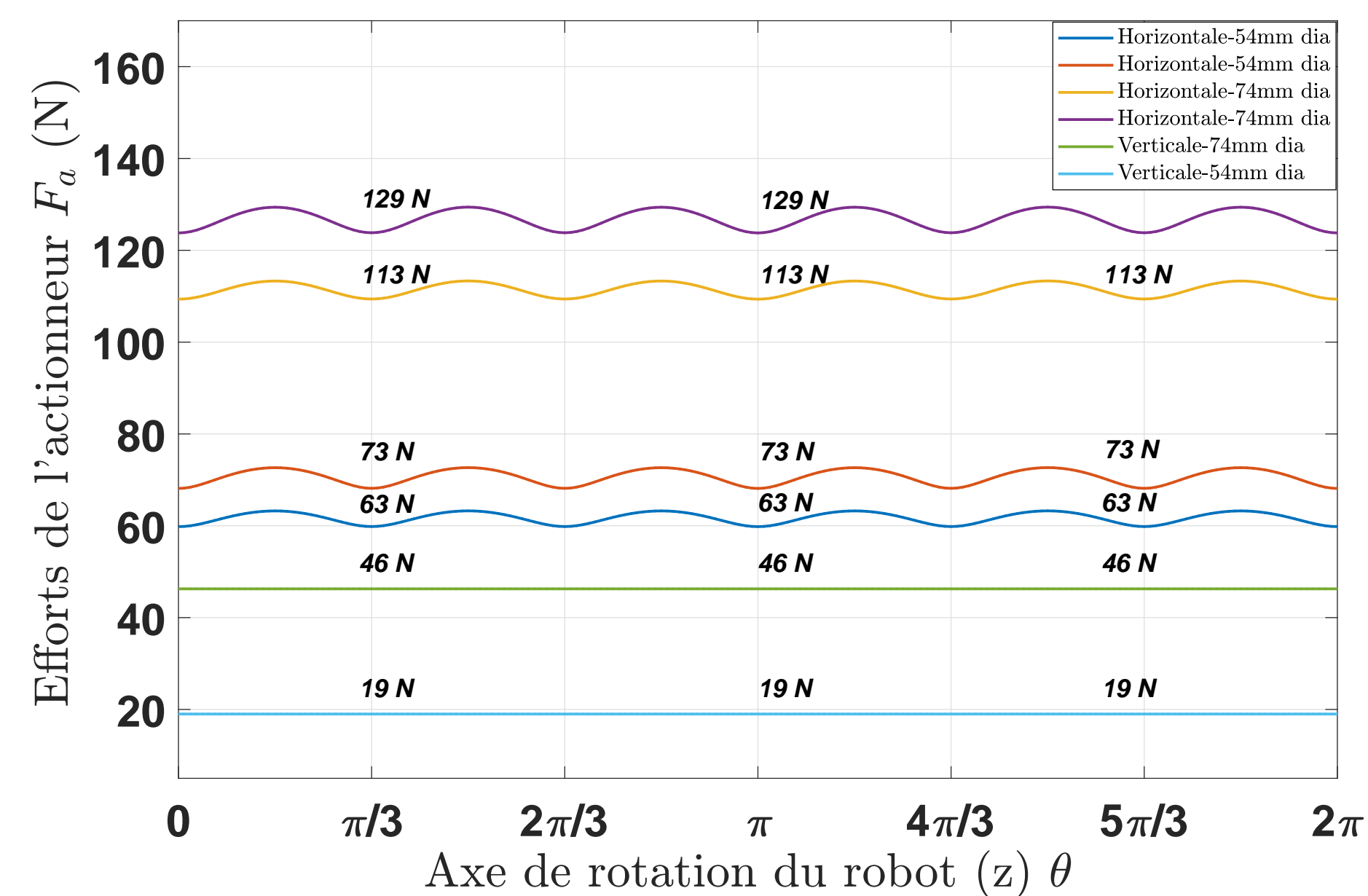


Figure 3: Les efforts de l'actionneur dans l'orientation horizontale et verticale des canalisations

nominal et la tension, le couple de sortie est estimé pour le moteur suivi par le calcul des efforts de l'actionneur. Les résultats sont illustrés à la Figure 8.

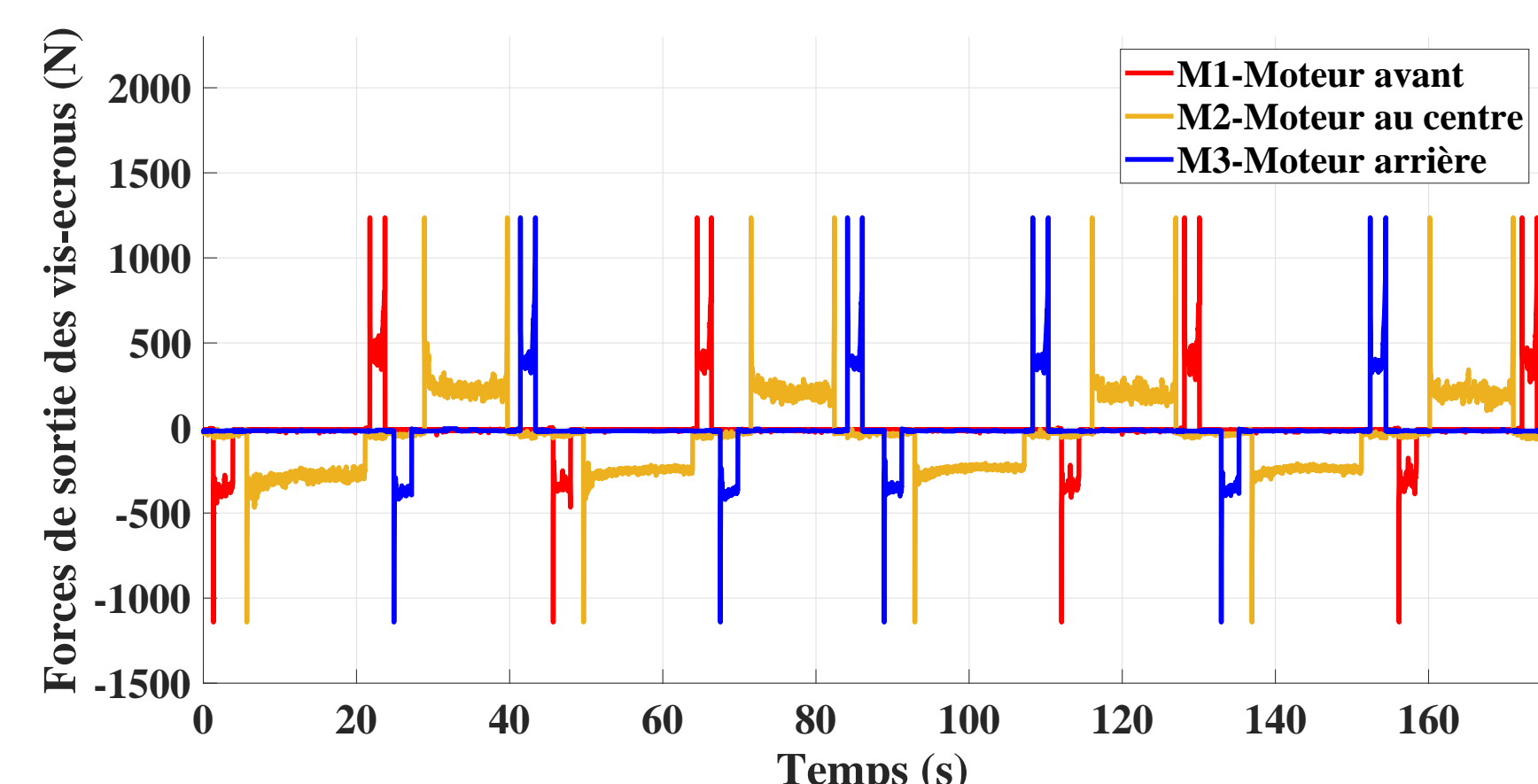


Figure 8: Les efforts de sortie des vis-écrous

## 2. LA LOCOMOTION DU ROBOT

Le robot ressemble à la locomotion d'une chenille. En raison de la présence de particules de poussière à l'intérieur des conduites, des actionneurs électriques sont utilisés dans le robot pour accomplir cette locomotion. La locomotion de la chenille est réalisée en 6 étapes par ce robot et elle est illustrée dans Figure 1.

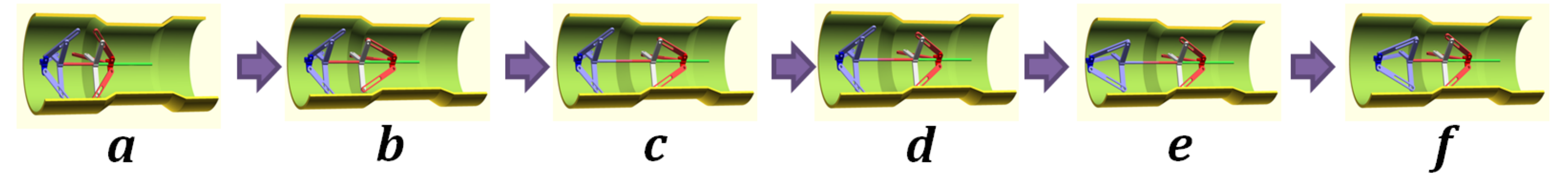


Figure 1: Les 6 étapes de la locomotion

## 4. ANALYSE DYNAMIQUE

L'algorithme de Newton-Euler proposé par Khalil est utilisé pour estimer les efforts de l'actionneur sous la locomotion. La loi polynomiale de degré cinq est utilisée pour le calcul du mouvement. La longueur de trajectoire considérée pour la simulation est de 2,5 m avec une vitesse maximale de 0,43 mm/s. Deux modèles en modes dynamiques sont considérés pour la simulation [2]. Les résultats de la simulation pour le modèle B sont illustrés aux Figures 5 et 6.

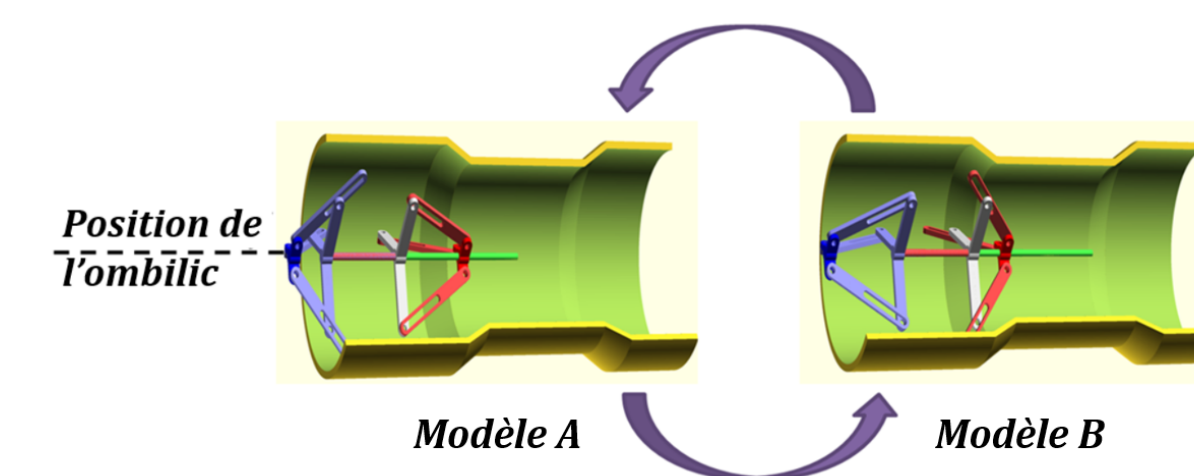


Figure 4: Les deux modèles de robot en phase dynamique

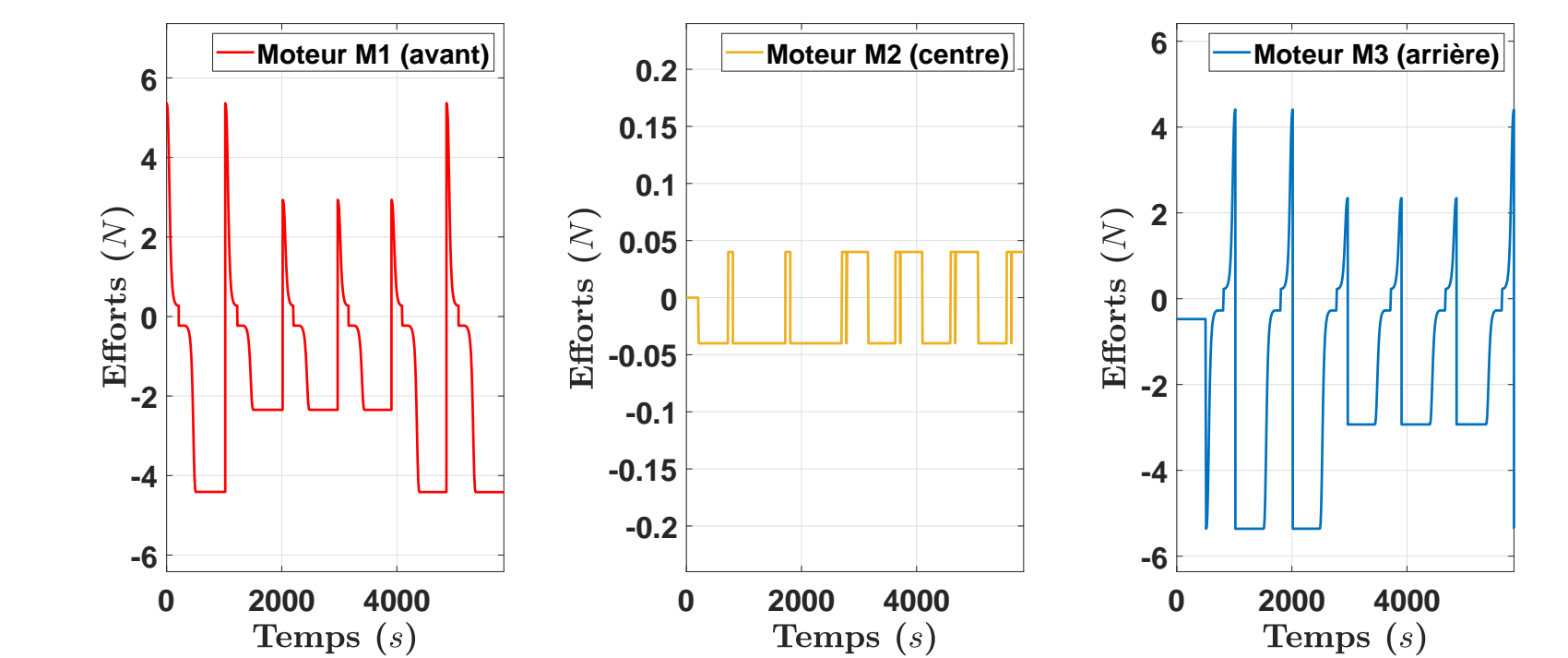


Figure 5: Les efforts dynamiques pour l'orientation horizontale

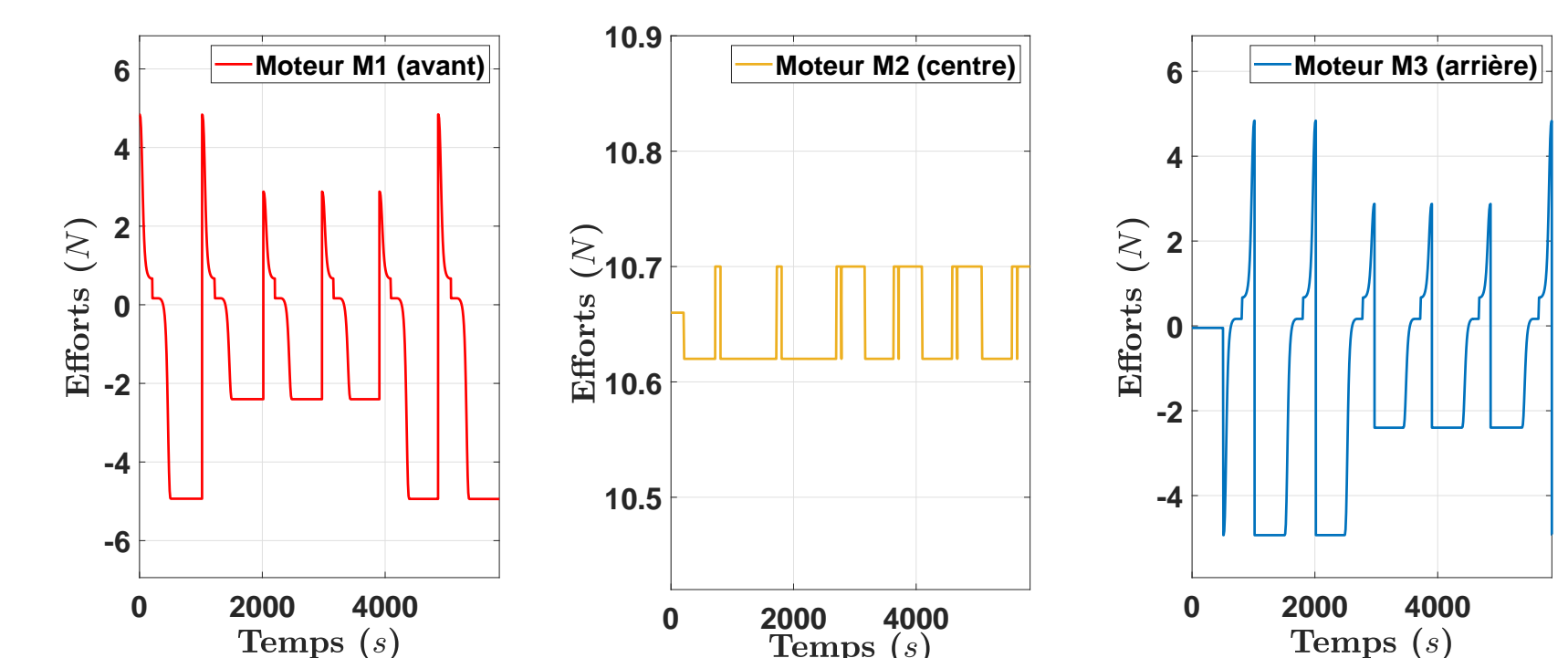


Figure 6: Les efforts dynamiques pour l'orientation verticale

## 6. CONCLUSION

Un robot d'inspection de la canalisation a été étudié. Il est important de comprendre les différents modèles de force sur le robot dans les conditions de travail. L'un des principaux défis de cette thèse consistera à faire fonctionner le robot dans les courbes et les coudes. Un processus d'optimisation sera étudié pour augmenter la vitesse du robot.

## 7. RÉFÉRENCES

- [1] Damien Chablat, Swaminath Venkateswaran, and Frédéric Boyer. Mechanical design optimization of a piping inspection robot. In *28th CIRP Design conference*, 2018.
- [2] Damien Chablat, Swaminath Venkateswaran, and Frédéric Boyer. Dynamic model of a bio-inspired robot for piping inspection. In *ROMANSY 22—Robot Design, Dynamics and Control*, pages 42–51. Springer, 2019.