Robots Parallèles à Câbles pour Opérations sur Grandes Structures

Antoine Martin[1], Stéphane Caro[2], Philippe Cardou[3]
[1] *Centrale Nantes, LS2N, UMR CNRS 6004, Nantes, France*
[2] *CNRS, LS2N, UMR CNRS 6004, Nantes, France*
[3] *Université Laval, Québec, Canada*

Introduction

Les Robots Parallèles à Câbles (RPC) se développent de plus en plus en raison des nombreux avantages que procurent les câbles, tels que :

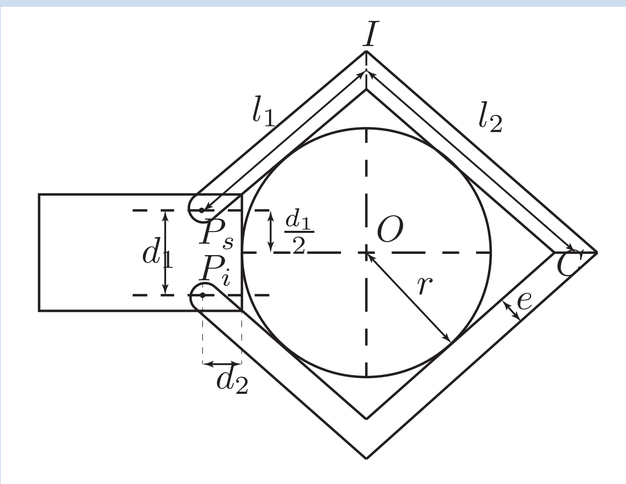
- Un grand espace de travail en translation.
- Une inertie réduite permettant d'atteindre de hautes vitesses/accélérations.

Ces raisons nous amènent à penser à l'utilisation des RPCs pour le traitement de grandes structures telles que des bâtiments ou des ponts. Toutefois certains verrous scientifiques restent à lever, tels que :

- Comment déterminer les zones d'interférences entre les câbles et la structure.
- Comment atteindre la structure lorsqu'elle se trouve à l'extérieur du volume du robot ?

Appui sur la structure

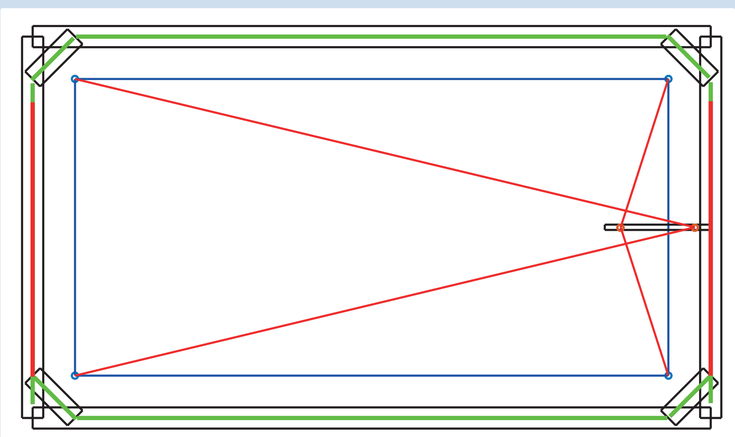
La plateforme est équipée d'une pince à chaque extrémité pour s'agripper à la structure.



Cette pince permet de :

- Déplacer le système de traitement sur la pince pour traiter l'ensemble de l'élément structurel sans déplacer la plateforme du robot.
- Rajouter un point d'appui à la plateforme que l'on peut utiliser pour augmenter l'espace de travail du robot.

Lorsque la pince est fermée, la plateforme peut se déplacer uniquement le long de la structure. Le couple de fermeture de la pince permet d'aider les câbles à contrer les efforts s'appliquant sur la plateforme et augmente ainsi l'espace de travail du robot.
Les deux lignes rouges ci-dessous montrent la zone de la structure que la plateforme peut atteindre en n'utilisant que les câbles, et la ligne verte la zone qu'elle peut atteindre en s'agrippant à la structure.

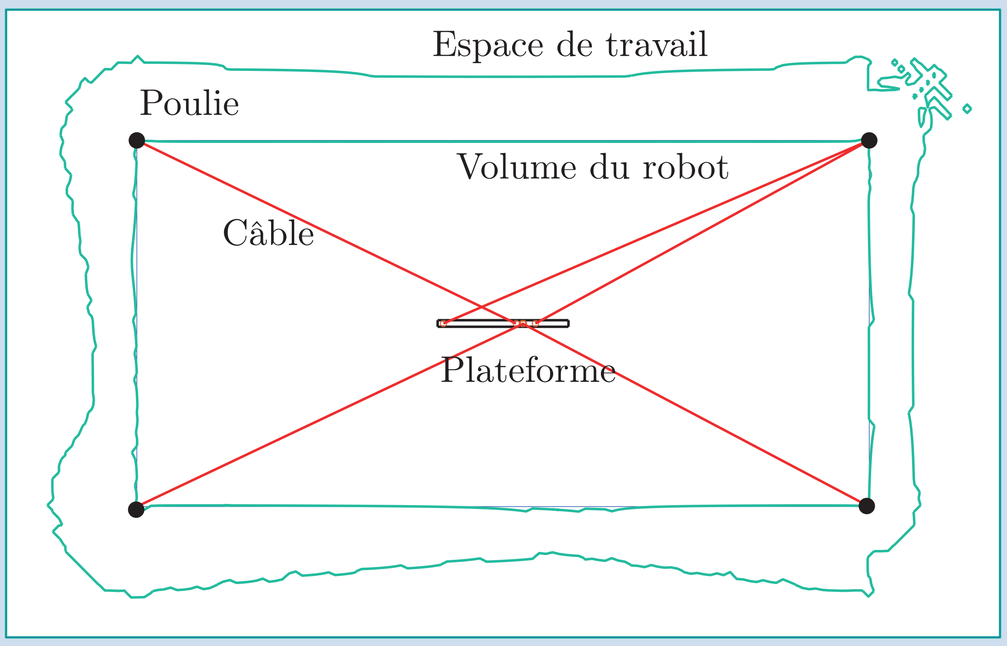


Sortie du volume du robot

L'espace de travail du robot appelé *Wrench Feasible Workspace* est défini par l'ensemble des points pour lesquels les tensions $\boldsymbol{\tau}$ dans les câbles permettent de contrer un intervalle d'efforts extérieurs $\mathbf{w}_e$ s'appliquant sur la plateforme dû à son utilisation.

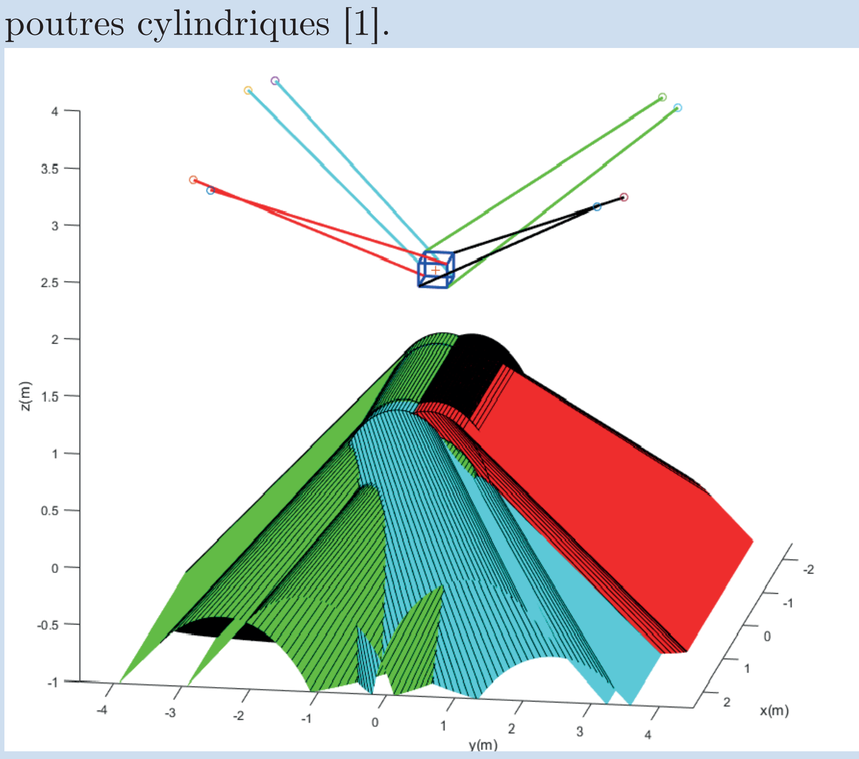
$$\mathbf{W}\boldsymbol{\tau} + \mathbf{w}_e = \mathbf{0}_3 \tag{1}$$

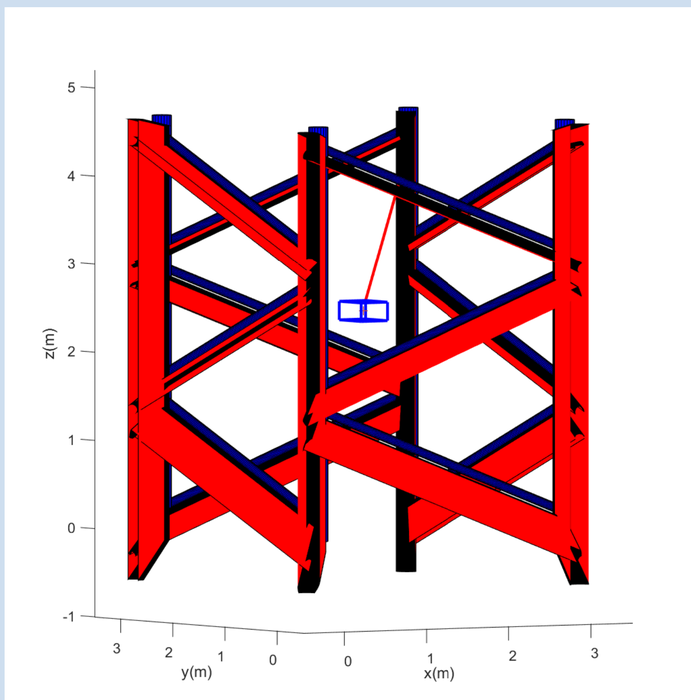
$\mathbf{W}$ désigne la matrice d'efforts du robot.
On optimise alors la position des points d'accroche des câbles sur la plateforme pour sortir au maximum du volume du robot. On trouve ci-dessous le résultat dans le cas de 5 câbles.



Interférences câbles-cylindres

On détermine les zones d'interférences entre les câbles et les éléments de la stucture, tels que des poutres cylindriques [1].





Conclusion

L'objectif de cette thèse est d'utiliser la plateforme d'un robot parallèle à câbles pour atteindre une structure, s'y agripper et ensuite se déplacer le long de cette structure pour la traîter.
De plus, des outils sont développés pour éviter les collisions entre les câbles du robot et la structure.

References

[1] Antoine Martin, Stéphane Caro, and Philippe Cardou. *Geometric Determination of the Cable-Cylinder Interference Regions in the Workspace of a Cable-Driven Parallel Robot*, pages 117–127. Springer International Publishing, Cham, 2018.