



HAL
open science

Conception d'un robot bio-inspiré pour l'inspection de la canalisation

Swaminath Venkateswaran, Damien Chablat

► **To cite this version:**

Swaminath Venkateswaran, Damien Chablat. Conception d'un robot bio-inspiré pour l'inspection de la canalisation. Journée des Jeunes Chercheurs en Robotique, Oct 2019, Vittel, France. hal-02315467

HAL Id: hal-02315467

<https://hal.science/hal-02315467v1>

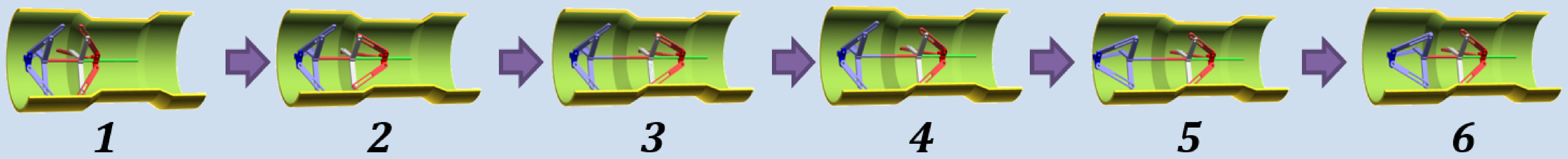
Submitted on 14 Oct 2019

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.

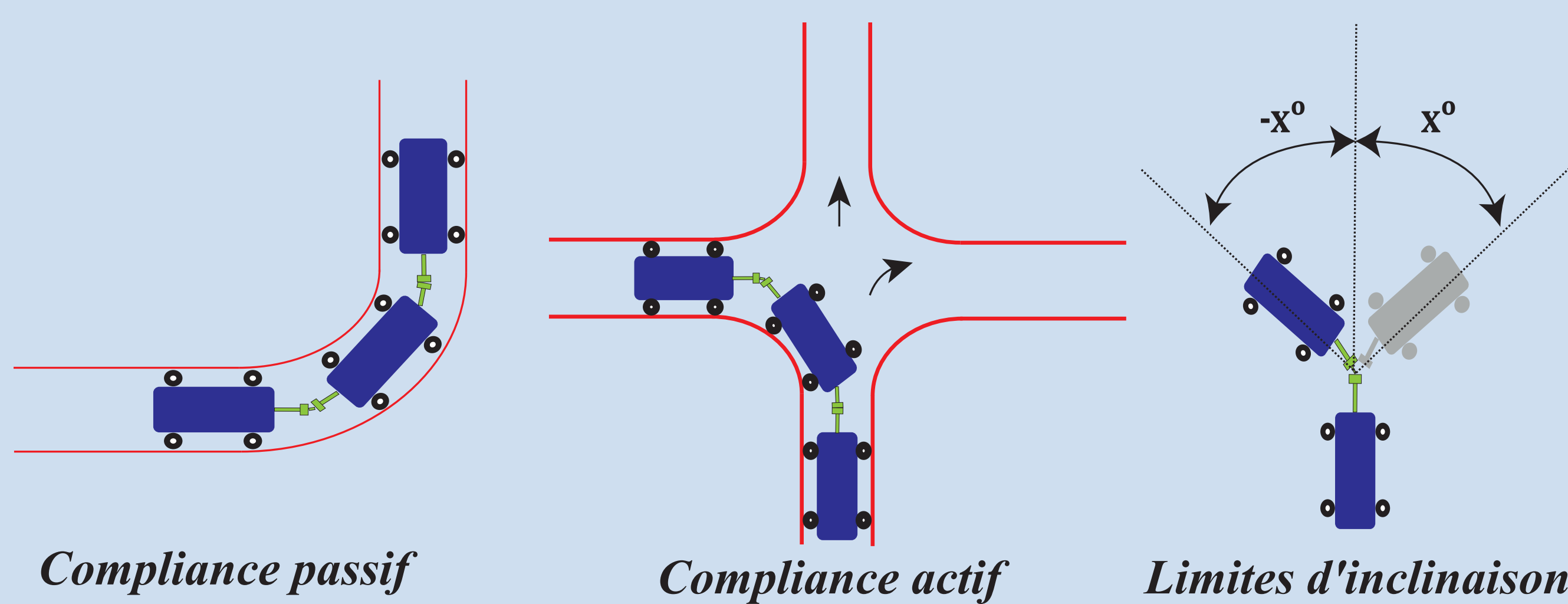
Introduction

Un robot bio-inspiré pour l'inspection de la canalisation [1] a été conçu et développé au LS2N, France. Ce robot accomplit la locomotion d'une chenille en six étapes. Cependant, le robot est un modèle rigide, ce qui limite ses applications aux tuyaux droits. En introduisant une articulation sous la forme d'un mécanisme de tensegrité, le robot devient reconfigurable. Les moteurs et les réducteurs existants sont actuellement surdimensionnés, ce qui empêche le modèle reconfigurable de surmonter un coude de tuyau à 90 degrés. Grâce aux techniques d'optimisation, le dimensionnement optimal du moteur est déterminé, ce qui permet au robot de traverser avec succès les coudes de tuyaux à 90 degrés.

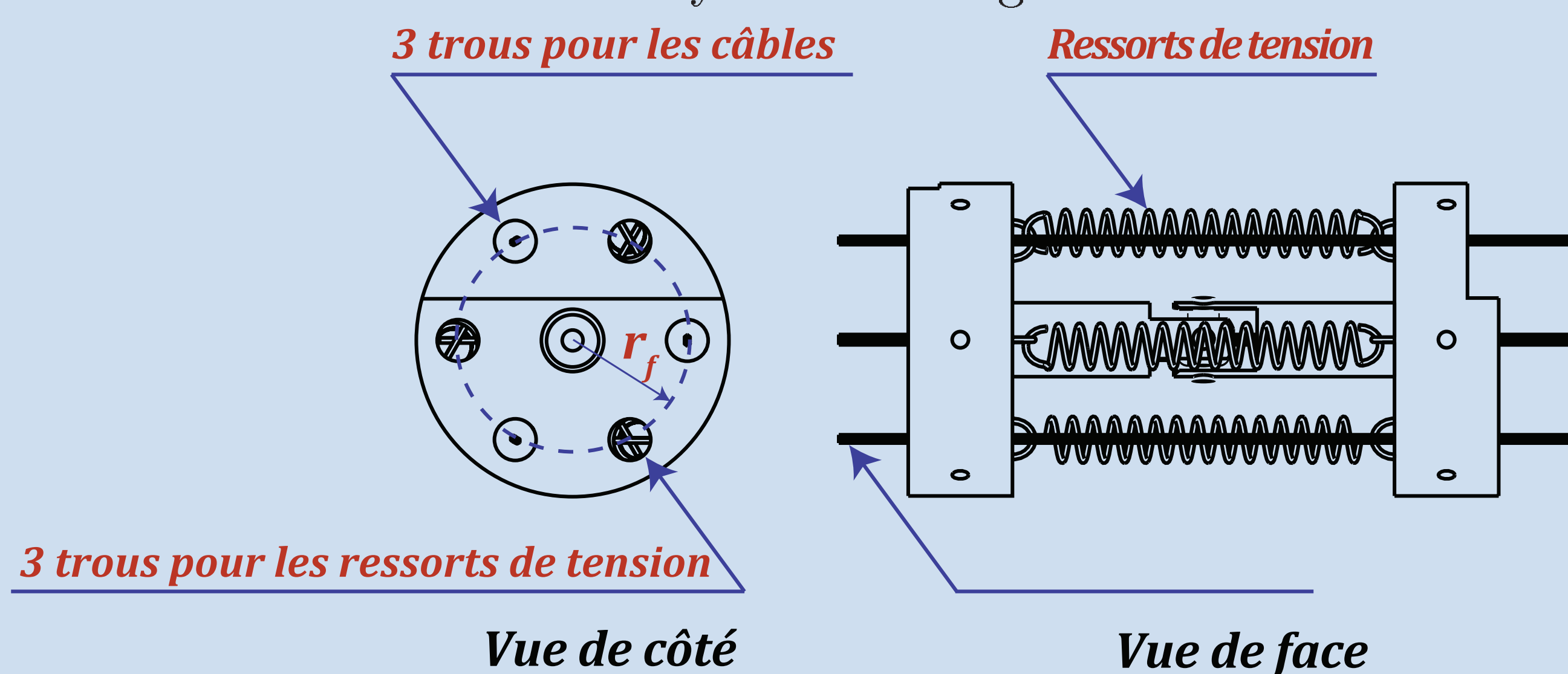


Conception du mécanisme de la tensegrité

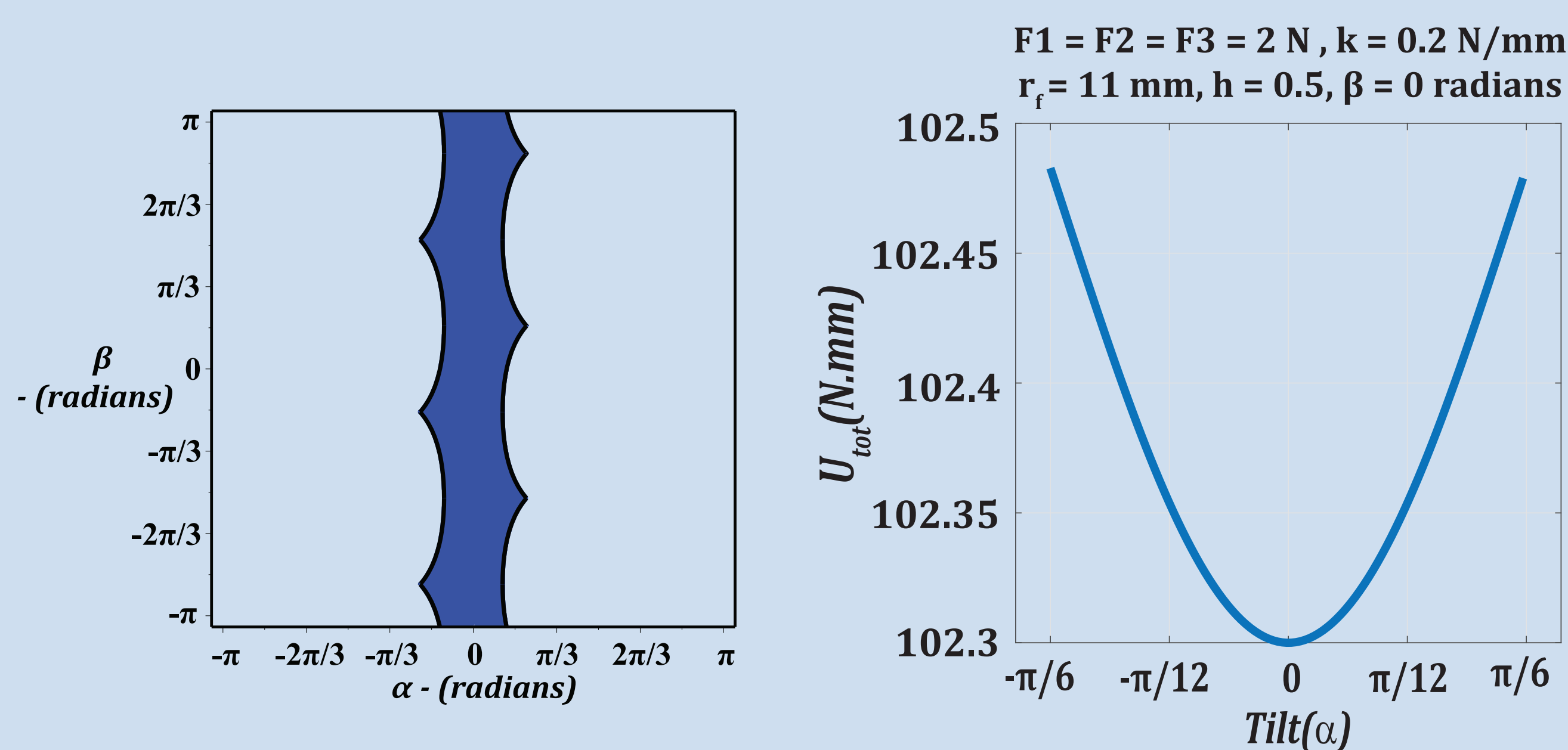
Avant de concevoir une articulation, il est important de résoudre certains problèmes de conception [2].



En tenant compte de ces facteurs, un mécanisme de tensegrité avec un cardan passif et trois ressorts de traction est proposé comme une solution pour surmonter les coudes de tuyaux à 90 degrés.

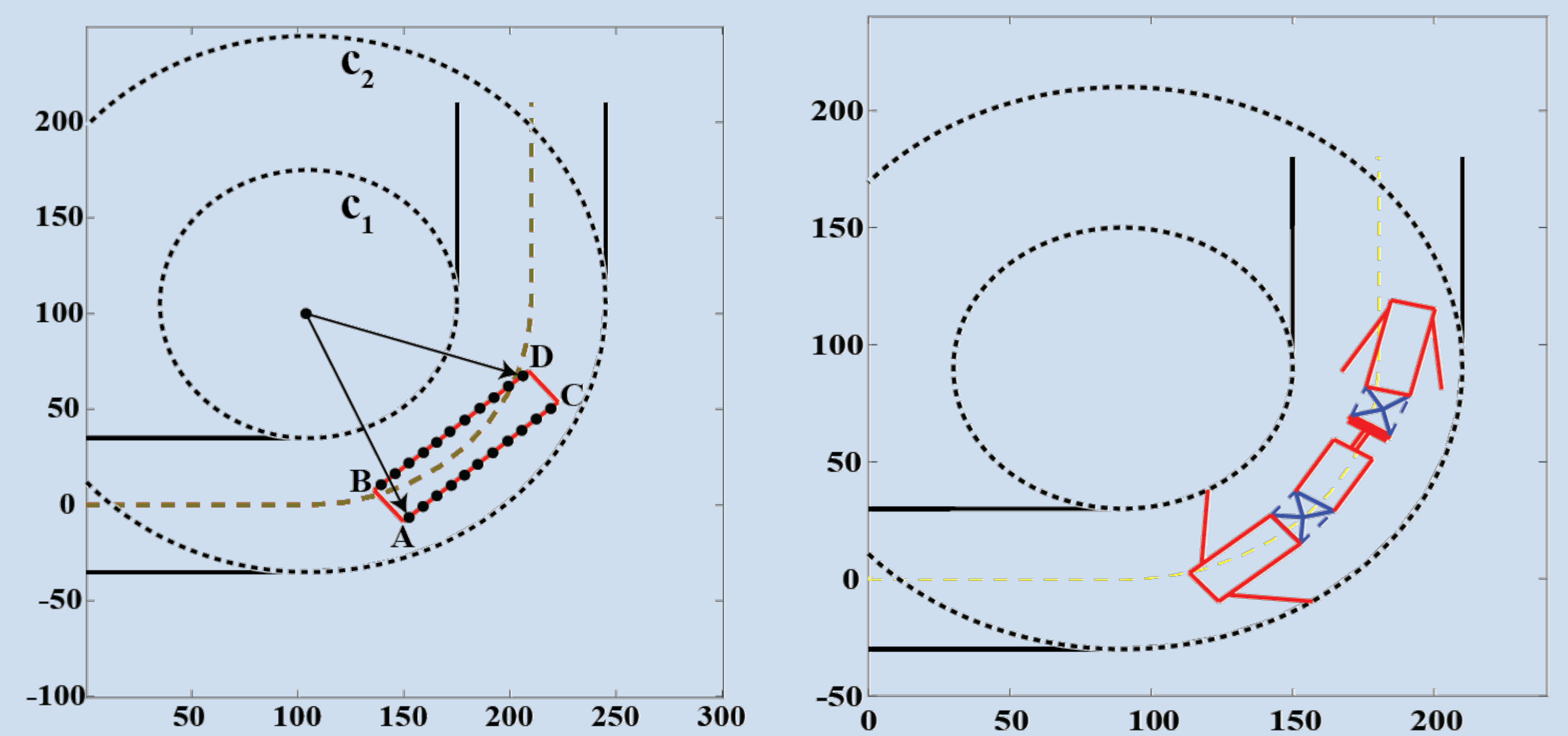


Lors du passage dans les coudes à 90 degrés, le mécanisme peut fonctionner de manière passive pour surmonter les courbes. En cas de rencontre d'une jonction, des câbles sont utilisés qui passent à travers les ressorts. Ils peuvent être actionnés pour incliner le mécanisme. En utilisant la théorie de «Tilt & Torsion» et l'équation du mouvement de Lagrange, la configuration stable du mécanisme de la tensegrité est conçue [3].



Conception optimisée du robot reconfigurable

Les moteurs et les réducteurs utilisés dans le prototype actuel sont surdimensionnés et il serait difficile au robot reconfigurable de surmonter les courbes et les jonctions. Ainsi, un dimensionnement optimal doit être déterminé afin de permettre au robot de traverser des coudes de tuyaux. Une approche d'optimisation déterministe utilisant «fmincon» est suivie dans MATLAB [4] pour résoudre ce problème. Les moteurs avec les réducteurs sont construits comme des blocs rigides avec les mécanismes de tensegrité entre les deux.



La fonction objectif et les contraintes sont définies ci-dessous.

- Objectif: Calculer l'aire du rectangle à chaque position de rayon de courbure (rdc) et puis, estimer la moyenne de la surface calculée et la maximiser
- Contraintes:

$$d(\mathbf{c}_1, \min.BD) > \text{rayon de } c_1$$

$$d(\mathbf{c}_2, \max.AC) < \text{rayon de } c_2$$

$$d(A, B) = d(C, D)$$

$$d(A, C) = d(B, D)$$

La simulation est effectuée pour des diamètres de tuyau de 60,70 et 80 mm. La longueur totale de chaque module est estimée à 50 mm de long et à 8 mm de large afin d'éviter les collisions pour les trois gammes de diamètres considérées. Le moteur maxon à courant continu (CC) (463223) associé au reducteur (473641) sera une solution qui satisfait les résultats de l'optimisation. Cependant, il peut être nécessaire d'ajouter un codeur avec le moteur car le moteur CC n'a pas de capteur à l'effet Hall. Le modèle numérique sera construit à l'aide d'un logiciel de CAO. Ensuite, un modèle de force statique sera développé [5] pour le nouveau prototype.

Références

- [1] R. Henry, D. Chablat, M. Porez, F. Boyer, D. Kanaan. Multi-Objective Design Optimization of the Leg Mechanism for a Piping Inspection Robot. Proceedings of the ASME 2014 IDETC.
- [2] Venkateswaran, S., & Chablat, D. (2019, June). A new inspection robot for pipelines with bends and junctions. In IFToMM World Congress on Mechanism and Machine Science (pp. 33-42). Springer, Cham.
- [3] Venkateswaran, S., Furet, M., Chablat, D., & Wenger, P. Design and analysis of a tensegrity mechanism for a bio-inspired robot. Proceedings of the ASME 2019 IDETC.
- [4] Toolbox, G. O. (2016). User's guide. Matlab R2016a. The MathWorks.
- [5] Venkateswaran, S., Chablat, D., & Boyer, F. (2019). Numerical and Experimental Validation of the Prototype of A Bio-Inspired Piping Inspection Robot. Robotics, 8(2), 32.