

## Projet MEGABOT

Étudiants :

Floris JOUSSELIN  
Mathilde POMMIER

Stagiaire :

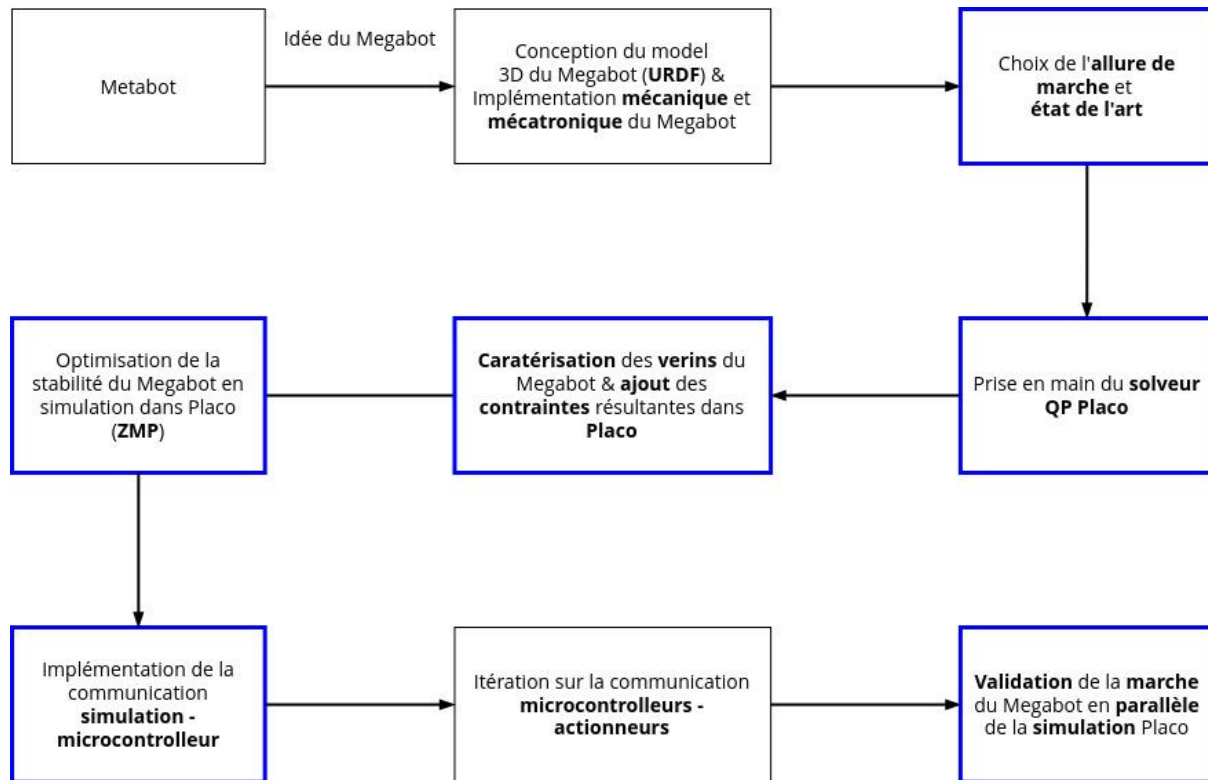
Hugo LAPLACE



Superviseurs :

Julien ALLALI  
Vincent PADOIS  
Grégoire PASSAULT

# Comment déplacer un robot de 250 kg ?



Légende :



Parties dans lesquelles nous sommes intervenus

Metabot :

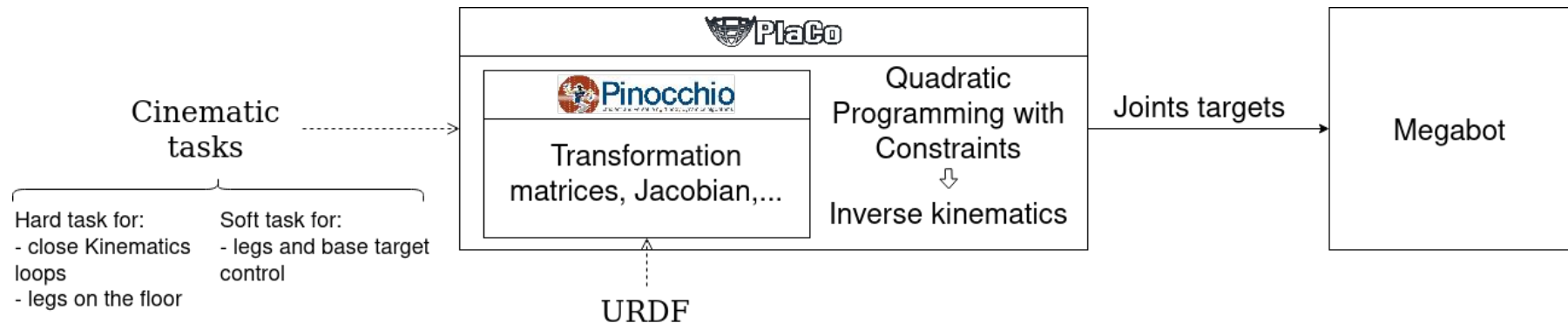


# Plan

1. Comment déterminer la cinématique inverse d'un robot à boucle cinématique fermée ? → programmation quadratique
2. Intégrer les limitations physique au solveur
3. Comment maintenir la stabilité ?
4. Quelle marche choisir ?
5. Nos résultats
6. Challenges rencontrés & perspectives futures
7. Conclusion

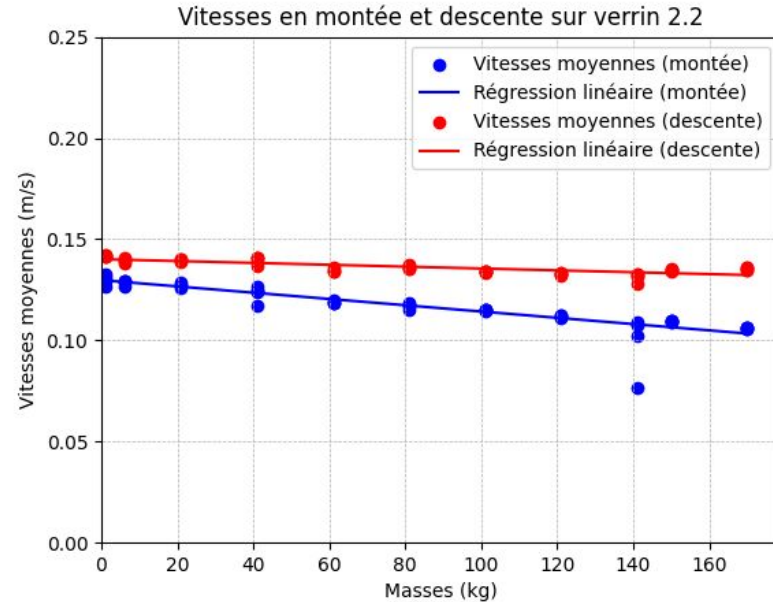
# Cinématique inverse et programmation quadratique (QP)

La **programmation quadratique** est la **minimisation** de fonctions d'objectifs **sous contrainte** linéaire



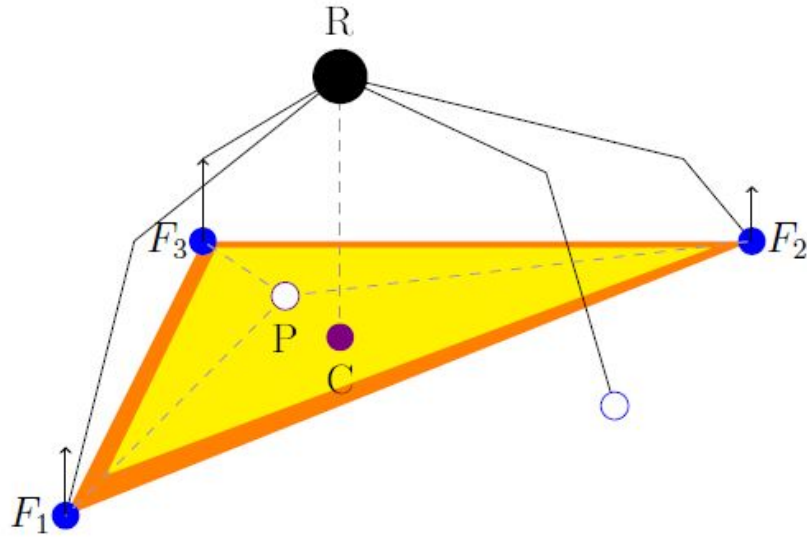
Contraintes de vitesse et d'élongation

# Caractérisation des vérins



Intégration d'une **contrainte** en **vitesse** des vérins dans Placo

# Stabilisation du Megabot - Zero-Moment Point (ZMP)



GRÉGOIRE PASSAULT

"Optimisation de la locomotion de robots bas coût à pattes"  
(2016)

**ZMP:** point où  
 $(\text{gravitationnelle}) + M_{\Delta}(\text{inertielle}) + M_{\Delta}(\text{Coriolis}) + M_{\Delta}(\text{centrifuge}) = \mathbf{0}$

P : centre de **pression**

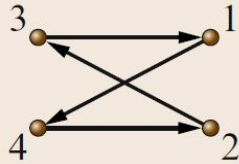
C : projeté du centre de **masse**

Triangle orange : triangle de **sustentation**

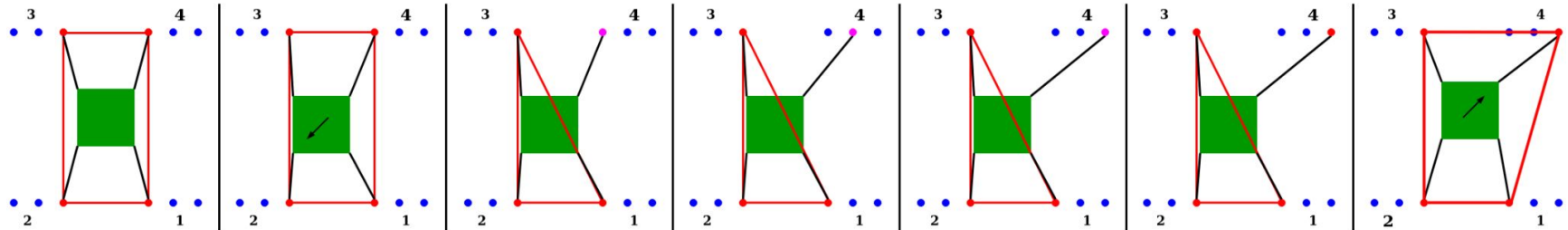
Triangle jaune : triangle de **sustentation**  
(avec marge de sécurité)

# Marche stable du Megabot - Creeping gait

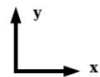
b) 1423



OUSSAMA KHATIB,  
BRUNO SICILIANO  
"Handbook of Robotics" (2008)



Sens de déplacement du Megabot



Base

Position  
possible  
d'une patte

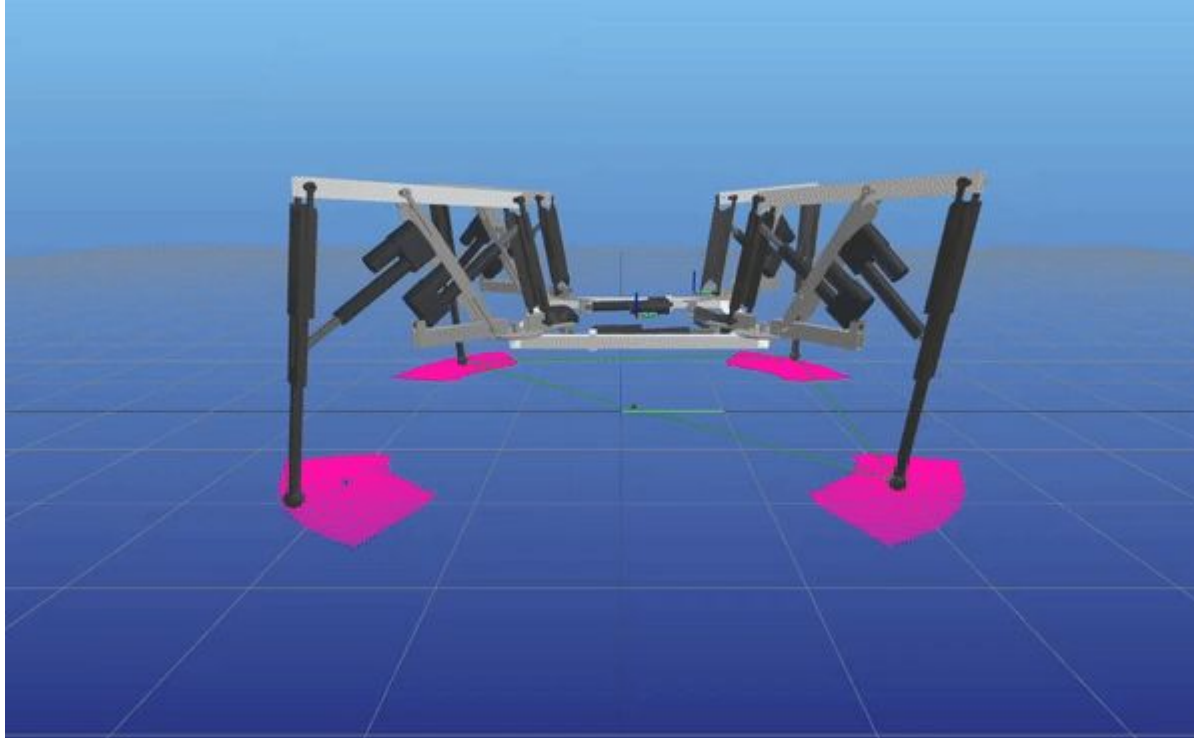
Position  
d'une patte  
au sol

Position  
d'une patte  
levée



Surface de  
sustentation

# Résultat du creeping gait stable en simulation



Triangle vert : surface de **sustentation**

Point rouge : projeté du **centre de masse**

Zone rose : **surface d'action** de chaque patte



# Communication Placo → Megabot

1. Publication des valeurs de positions de tous les vérins dans la **simulation**
2. Transmission des positions au microcontrôleurs via un protocole de communication
3. Transmission des ordre des microcontrôleurs aux vérins



# Problèmes rencontrés & pistes de recherche

Problèmes rencontrés	Pistes de recherche
<b>A-coups</b> sur les vérins ("Il faut au minimum 20% de la puissance pour que le vérin bouge ?")	Modifications au niveau des contrôleurs ? des vérins ?
<b>Arc</b> de cercle dans la <b>trajectoire</b> de déplacement des pattes	<b>Diminution</b> de l' <b>erreur limite</b> dans le QP pour considérer la cible comme atteinte
Affichage des <b>espaces de travail</b> 3D des pattes à chaque instant avec <b>Pycapacity</b>	Envoie des <b>jacobiennes</b> directement dans <b>Pycapacity</b>
<b>Retard</b> des <b>vérins</b> par rapport aux ordres des contrôleurs	<b>Pause</b> à chaque changement de direction des vérins pour permettre de rattraper le retard
Les <b>positions réelles initiale</b> des pattes sont <b>différentes</b> des positions de la <b>simulation</b>	<b>Lecture des positions</b> des <b>vérins</b> du Megabot + implémentation <b>retour</b> en <b>position initiale de simulation</b>
	<b>Agrandir</b> la <b>taille</b> des <b>pas</b> (20 cm → 40 cm)
	Ajout d'une <b>contrainte d'accélération</b>

# Conclusion

## Réalisations

Etat de l'art (choix de l'allure de marche et stabilisation optimale)

Caractérisation des vérins

Implémentation du creeping gait en simulation

Communication Placo - Microcontrôleurs

Creeping gait d'une patte sur le vrai Megabot

## Étudiants :

Floris JOUSSELIN

Mathilde POMMIER

## Remerciements :

Julien ALLALI

Grégoire PASSAULT

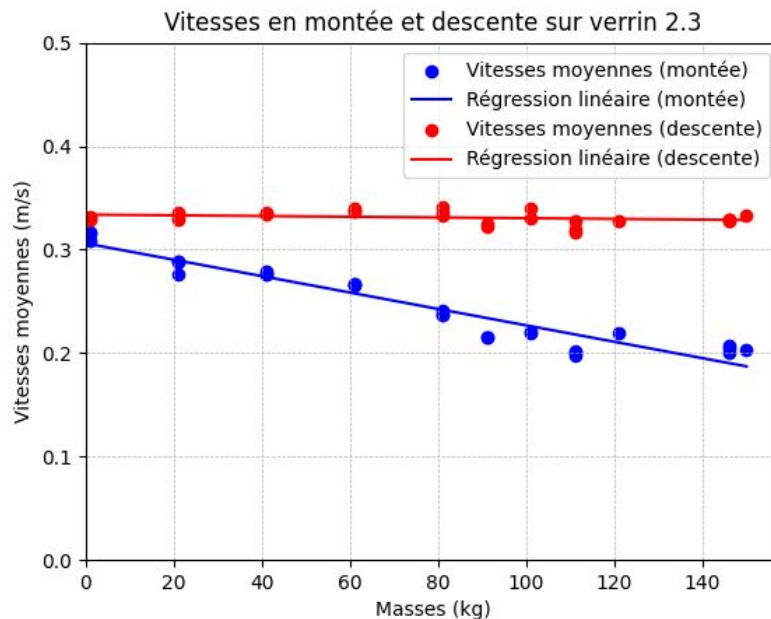
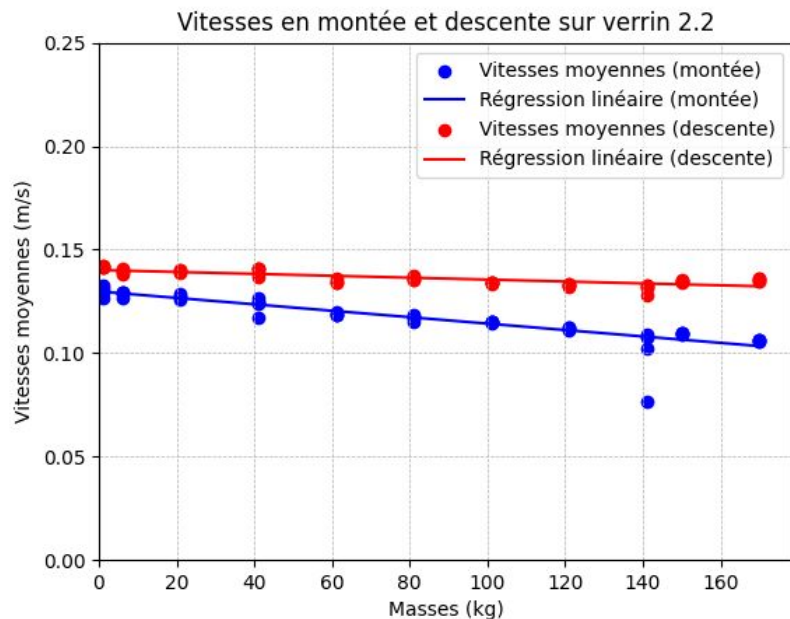
Vincent PADOIS

Hugo LAPLACE

# Autres résultats : simulation

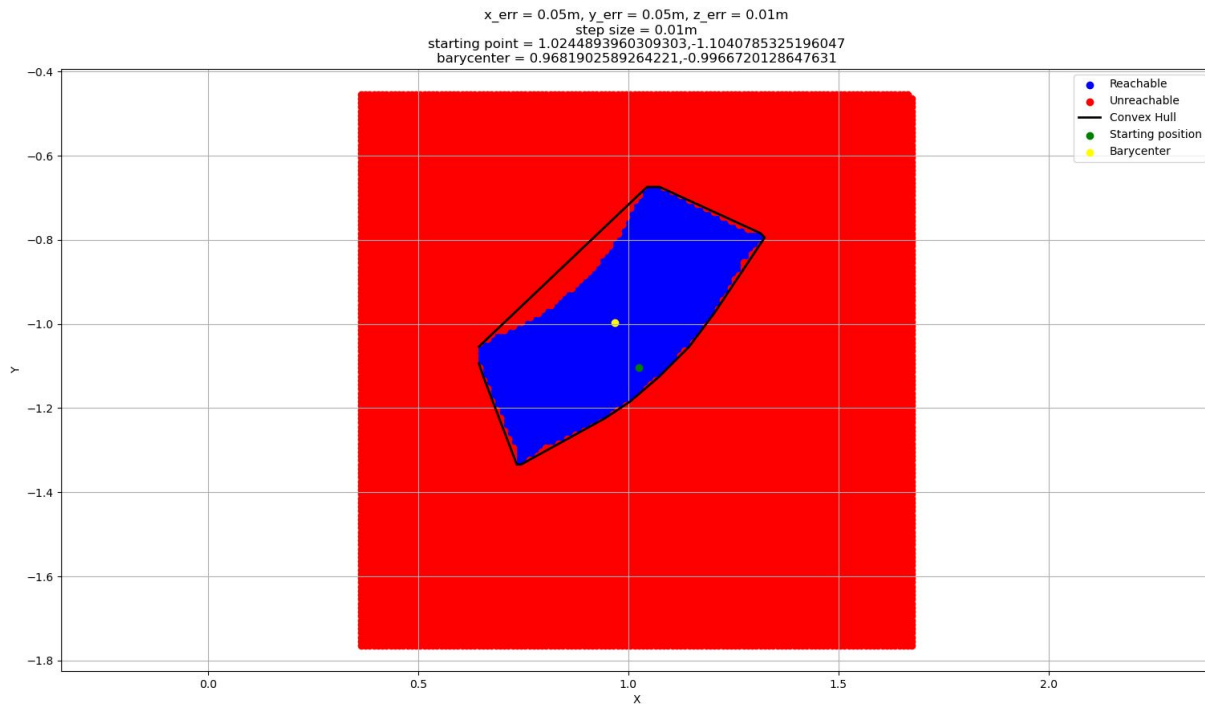


# Autres résultats : caractérisation vérins

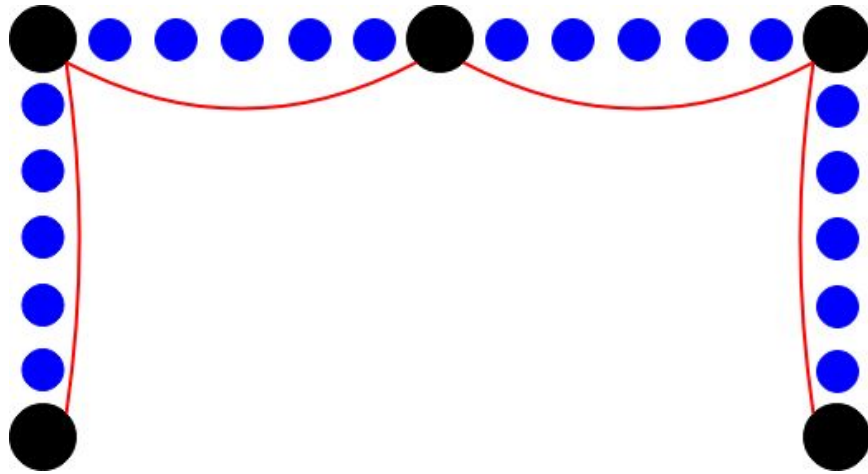


# Autres résultats : champs d'action des pattes

Action surface of leg 1 in the world reference frame with the base at initial height (ref urdf).

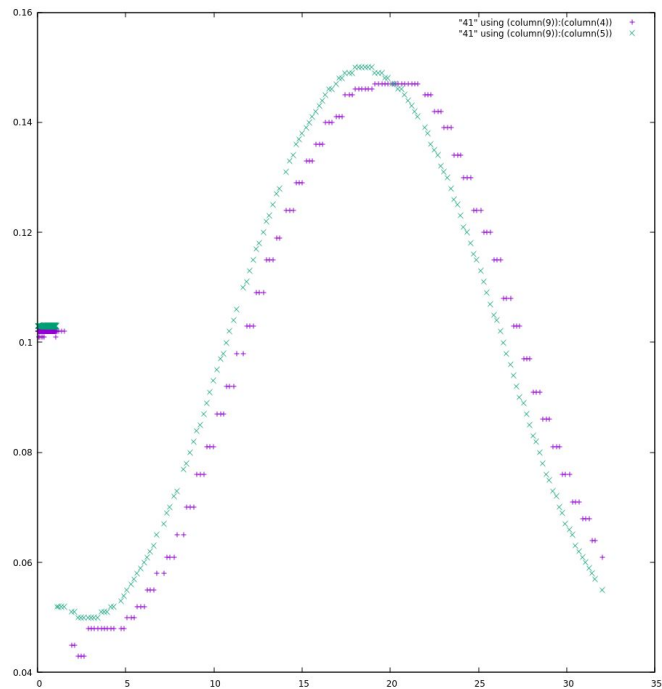


# Autres résultats : problème de la trajectoire en arc

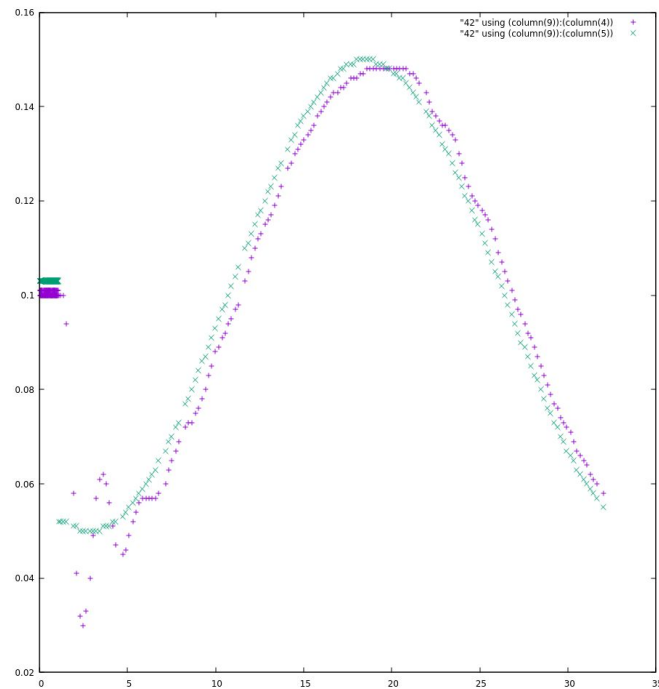


- Positions du creeping gait
- Points d'interpolation
- ) Trajectoire de l'effecteur de la patte

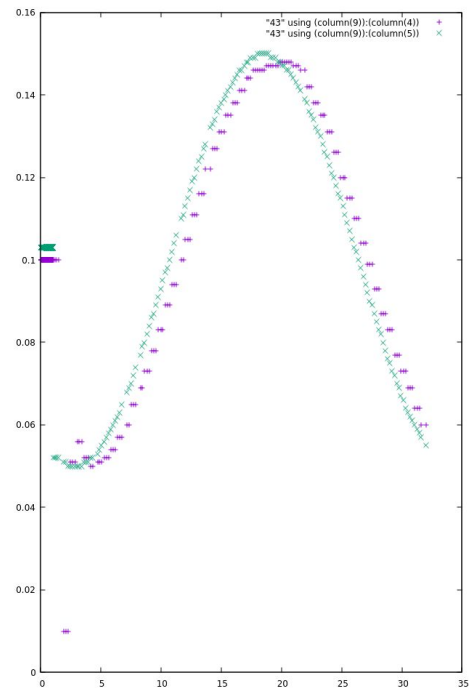
# Autres résultats : logs vérins sinus



Vérin 41



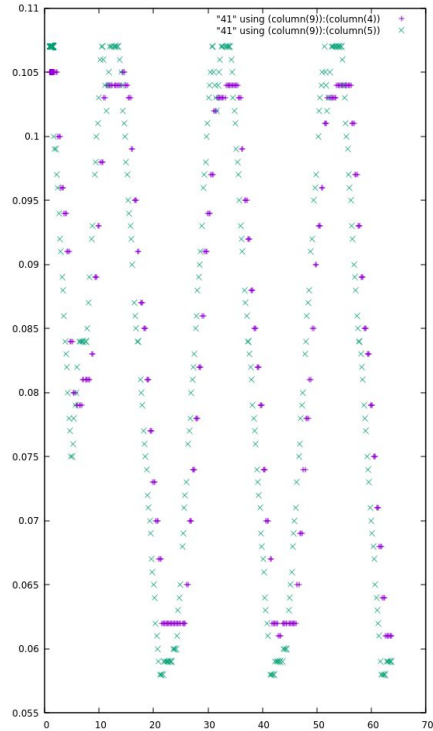
Vérin 42



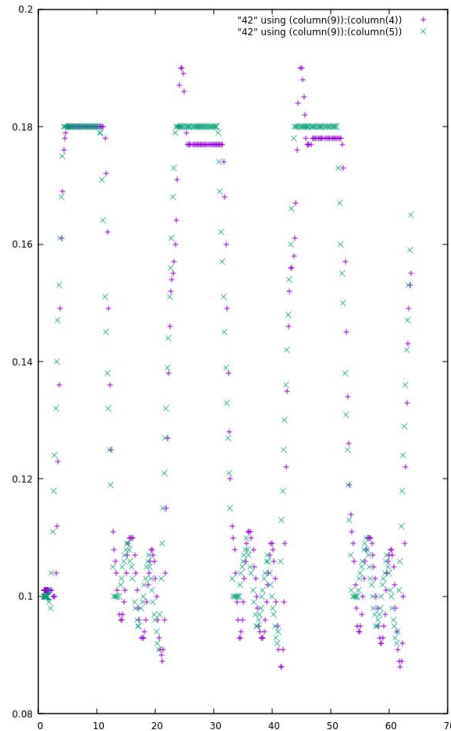
Vérin 43



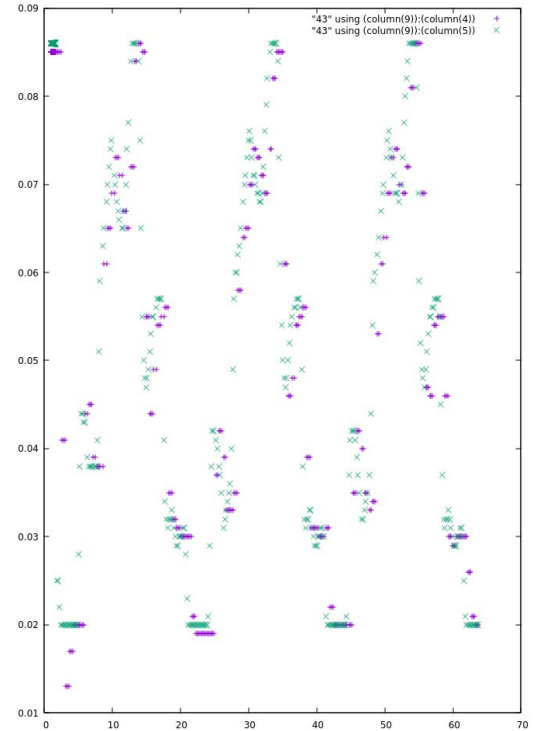
# Autres résultats : logs vérins creeping gait



Vérin 41



Vérin 42



Vérin 43

# Autres résultats : Pycapacity

