

# Préhenseur sous-actionné pour utilisation en télémedecine

## Mechanically intelligent grippers for telemedicine

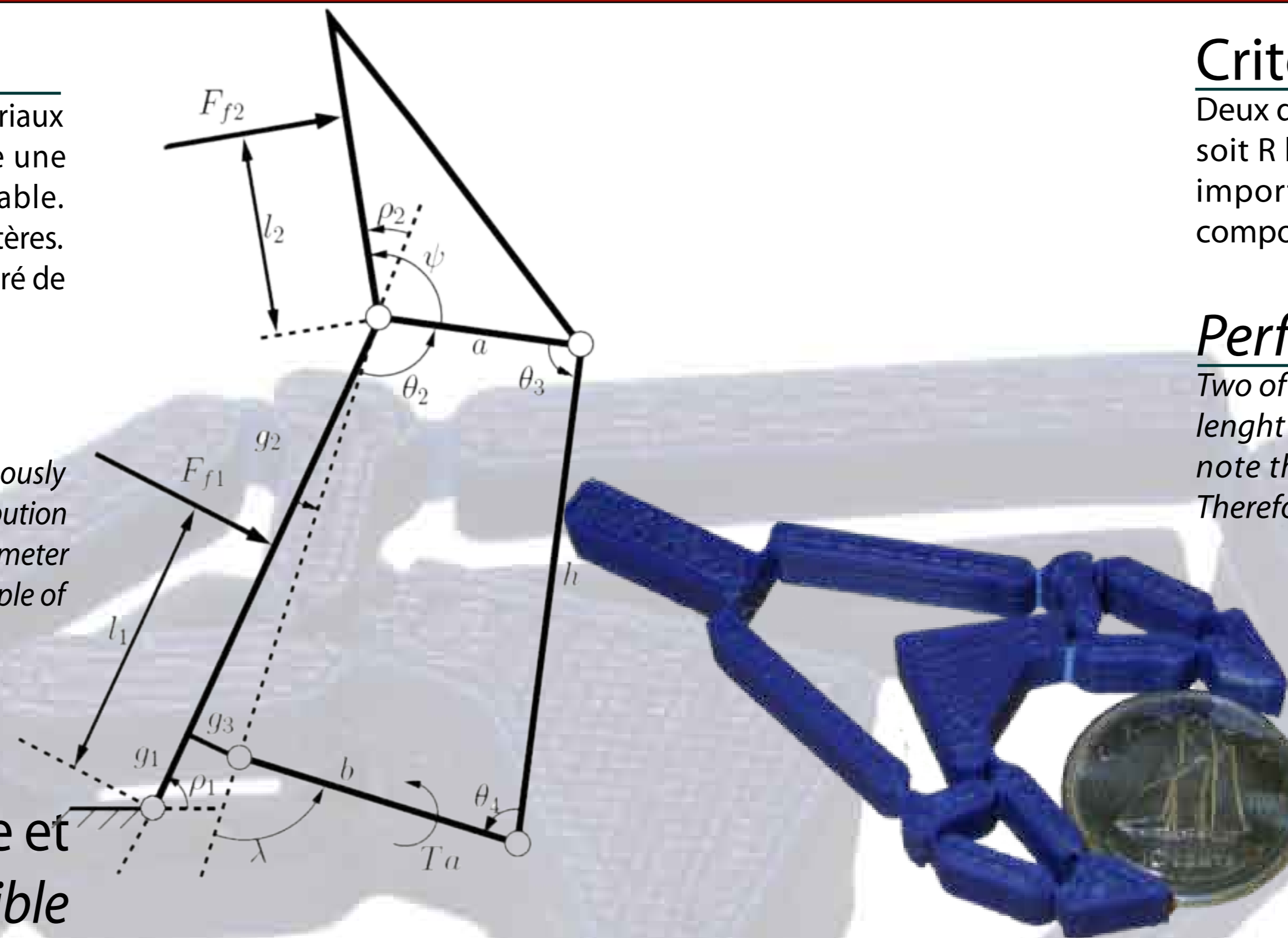
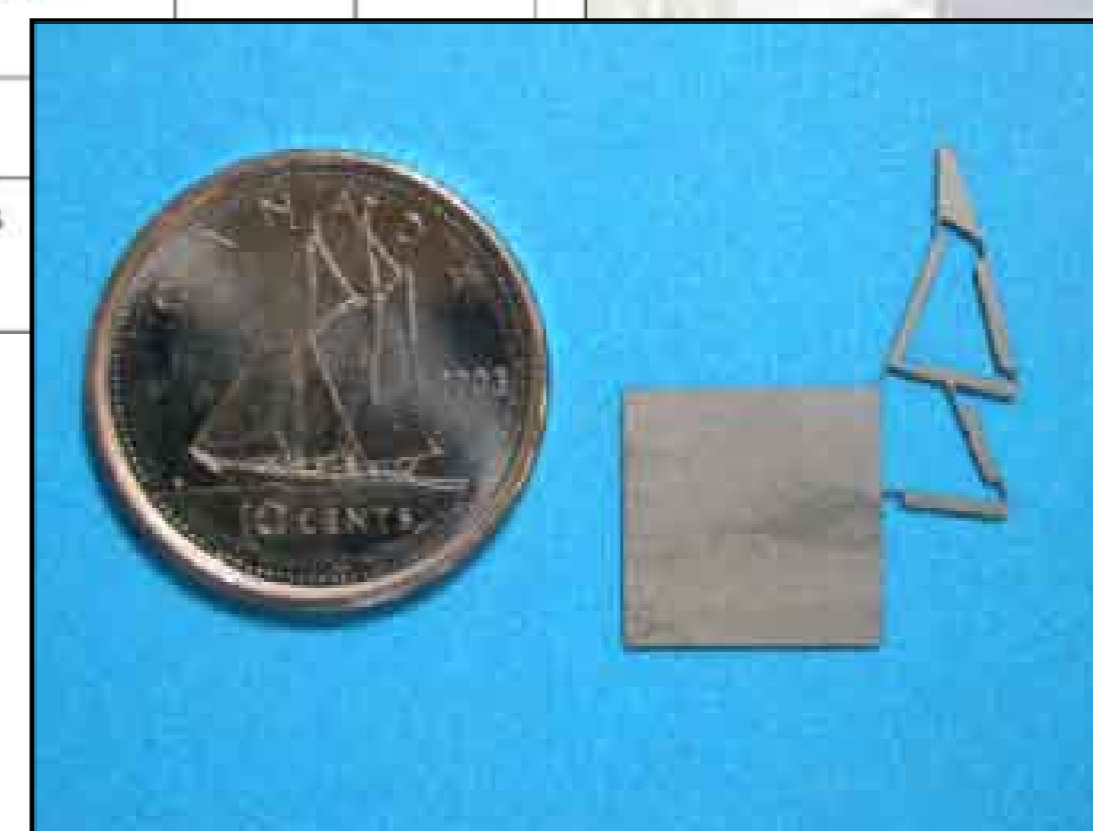
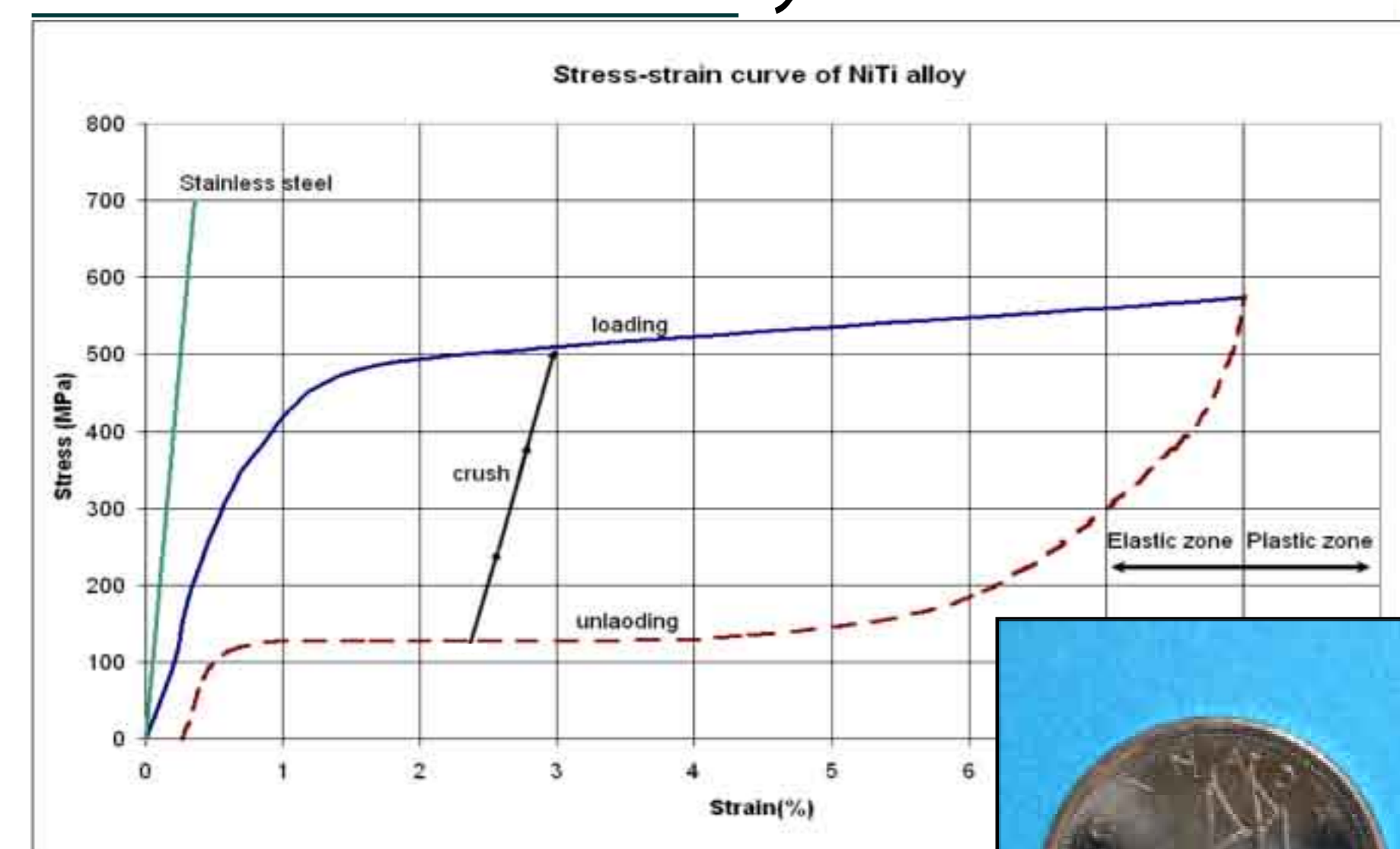
### Description du projet

L'objectif est de développer une main sous-actionnée capable d'agripper différents matériaux biologiques dans le contexte d'interventions chirurgicales. Cette main doit permettre une distribution des forces équilibrée autour d'un objet ainsi que d'exécuter une prise stable. Cette stabilité devra être vérifiée à l'aide d'un modèle théorique et optimisée avec certains critères. La taille globale du mécanisme doit être inférieure à un centimètre cube. Pour obtenir ce degré de miniaturisation de la main les mécanismes déformables sont utilisés.

### Project description

The objective is to develop a sub-centimeter mechanically intelligent gripper capable of autonomously grasping biological material while providing proper force distribution and stability. This force distribution must be verified using a mathematical model and maximized with some criteria. At the sub-centimeter scale, the use of compliant mechanisms is thought to be the best avenue to implement the principle of underactuation developed with other hands.

Le nitinol: un alliage de Titane et Nickel superélastique et biocompatible / Nitinol: A superelastic and biocompatible Titanium and Nickel alloy



### Calcul des forces / Calculation of the forces

Afin de déterminer les forces aux phalanges, la méthode des travaux virtuels est utilisée/ The principle of virtual work is used to determine the forces on the phalanges.

$$\mathbf{t}^T \boldsymbol{\omega} = \mathbf{f}^T \mathbf{v}$$

$\mathbf{t}$  = forces internes au mécanisme incluant celle à l'actionneur/ internal forces in the mechanism including the actuator force  
 $\boldsymbol{\omega}$  = vitesses articulaires/ joint velocities  
 $\mathbf{v}$  = vitesses des points de contact des forces aux phalanges/ velocities of the contact points on the phalanges  
 $\mathbf{f}$  = forces aux phalanges/ forces on phalanges

On pose/ Assume:  $\mathbf{v} = \mathbf{J} \boldsymbol{\rho}$   
 et/and:  $\boldsymbol{\omega} = \mathbf{T} \boldsymbol{\rho}$

En regroupant les termes on obtient:/ Collecting terms  
 $\mathbf{t}^T \mathbf{T} \boldsymbol{\rho} = \mathbf{f}^T \mathbf{J} \boldsymbol{\rho}$

Donc / Hence:  
 $\mathbf{f} = \mathbf{J}^{-T} \mathbf{T}^T \mathbf{t}$

Les forces internes/internal forces:

$$\mathbf{t} = \begin{bmatrix} T_a - k_1(\Delta\rho_1) \\ -k_2(\Delta\theta_2) \\ T_a - k_5(\Delta\lambda) \\ -k_3(\Delta\theta_3) \\ -k_4(\Delta\theta_4) \end{bmatrix}$$

### Critères de performance

Deux des paramètres du doigt, ont une influence prépondérante sur le comportement de celui-ci, soit R le rapport des longueurs b/a et  $Rk$  le rapport des rigidités  $k_{2,3,4,\lambda}/k_1$ . Il est également important de noter que les dimensions  $g_1$  et  $g_3$  doivent être minimisées pour optimiser le comportement du doigt. Le défi est de concevoir le doigt qui respecte le mieux nos 3 critères.

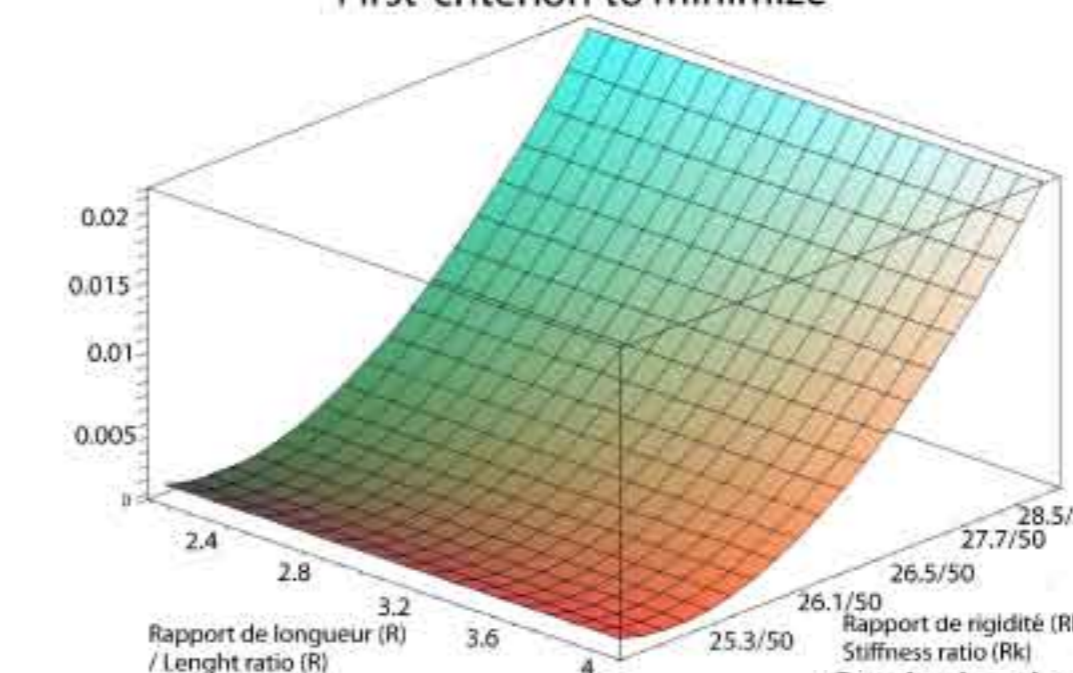
### Performance criteria

Two of the finger's parameters have a significant impact on the finger's behaviour; namely R, or the length ratio b/a and  $Rk$ , or the rigidity ratio  $k_{2,3,4,\lambda}/k_1$ . Furthermore, it appears also important to note that lengths  $g_1$  and  $g_3$  have to be minimised in order to optimize the finger's behaviour. Therefore, the real challenge is to design the finger that best satisfies the following criteria:

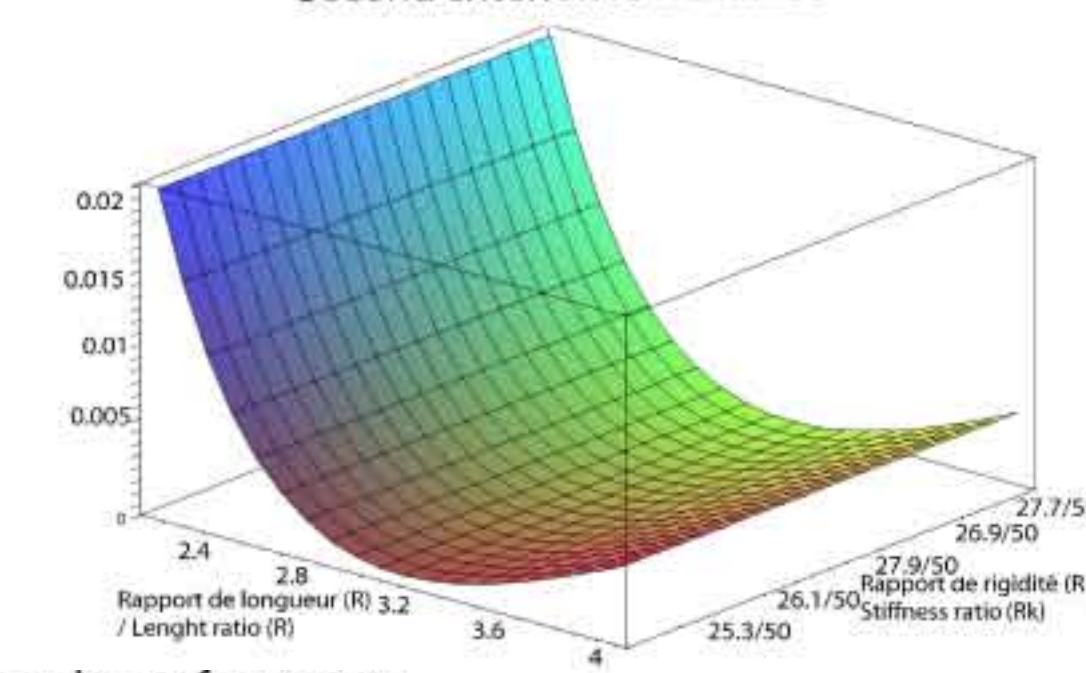
- $C_1$ . La force sur la première phalange doit être minimale lorsque la seconde s'appuie sur l'objet. / The force on the first phalanx must be minimum when the second phalanx touches the objet.
- $C_2$ . La force sur la première phalange doit être 2x supérieure à celle exercée par la seconde. / The force on the first phalanx must be 2x larger than the force exerted by the second one.
- $C_3$ . La deuxième phalange doit englober l'objet après la première. / The second phalanx must envelope the object after the first one.

Le critère global à minimiser est: / The global criterion to minimize is:  $C_{tot} = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3$

Premier critère à minimiser / First criterion to minimize



Second critère à minimiser / Second criterion to minimize



Optimisation des critères de performance / Optimization of the performance criteria

