

MODÉLISATION D'UNE CHAÎNE DE VÉLO DE PISTE EN TRACTION

A. LAVAUD¹⁾, G. LANASPEZE¹⁾, L. MANIN¹⁾, F. VILLE¹⁾ – INSA LYON

¹⁾ Univ Lyon, INSA Lyon, CNRS, LaMCoS, UMR5259, 69621 Villeurbanne, France

Contexte

Si la chaîne du vélo d'un.e pistard.e n'est pas assez efficace, cela peut coûter une place sur le podium.

Dans le cadre de l'amélioration du rendement de la transmission et de l'optimisation du design des différents composants, plusieurs axes sont étudiés :

- les frottements de la chaîne sur les dents du plateau et du pignon
- la perte d'efficacité liée à l'usure de la chaîne
- la perte d'énergie liée aux différentes vibrations et réactions mécaniques de la chaîne.

La caractérisation en traction de la chaîne est nécessaire



Figure 1 : Arrivée d'une course de cyclisme sur piste (sprint)

La chaîne à rouleau utilisée dans le cyclisme

Une chaîne de vélo dite à rouleau présente est composée de (figure 2) :

- maillons extérieurs (outer link)
- maillons intérieurs (inner link)

L'axe (pin) des maillons extérieurs traverse la bague (bush) des maillons intérieurs. Ces deux éléments sont en libre rotation et permettent aux maillons de s'articuler les uns par rapport aux autres.

Durant le fonctionnement de la transmission, un maillon passe par plusieurs états représentés sur la figure 3.

- Pendant la **phase 1**, le maillon est engrené sur le **plateau**.
- En **phase 2**, il est dans le **brin mou** (brin inférieur entre le plateau et le pignon).
- En **phase 3**, le maillon est engrené sur le **pignon**.
- Enfin, pendant la **phase 4**, le maillon est dans le **brin tendu** qui est le brin supérieur entre le pignon et le plateau.

C'est donc dans le brin tendu que les maillons sont soumis à la plus forte tension.

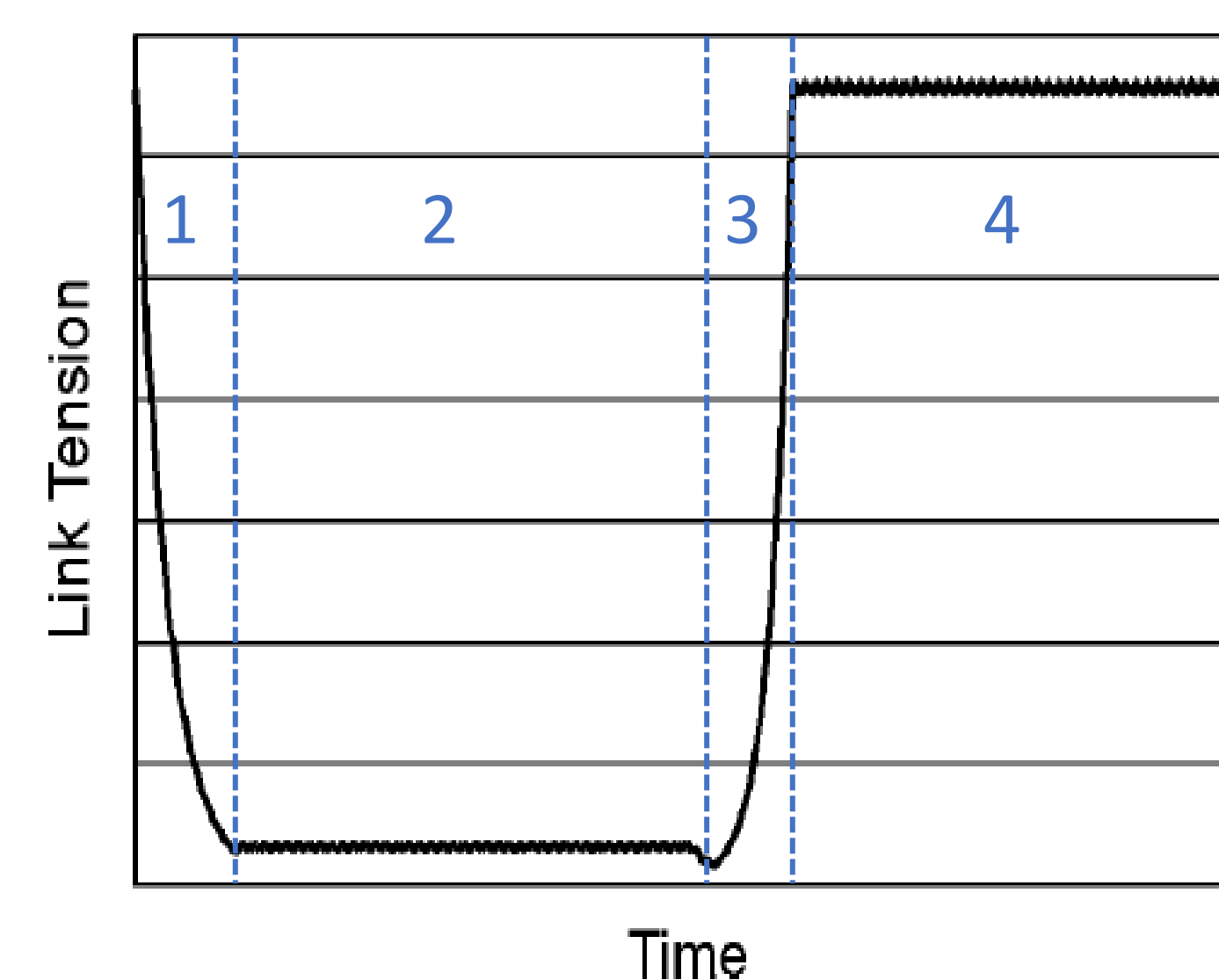


Figure 3 : Evolution de la tension dans un maillon au cours du temps [2]

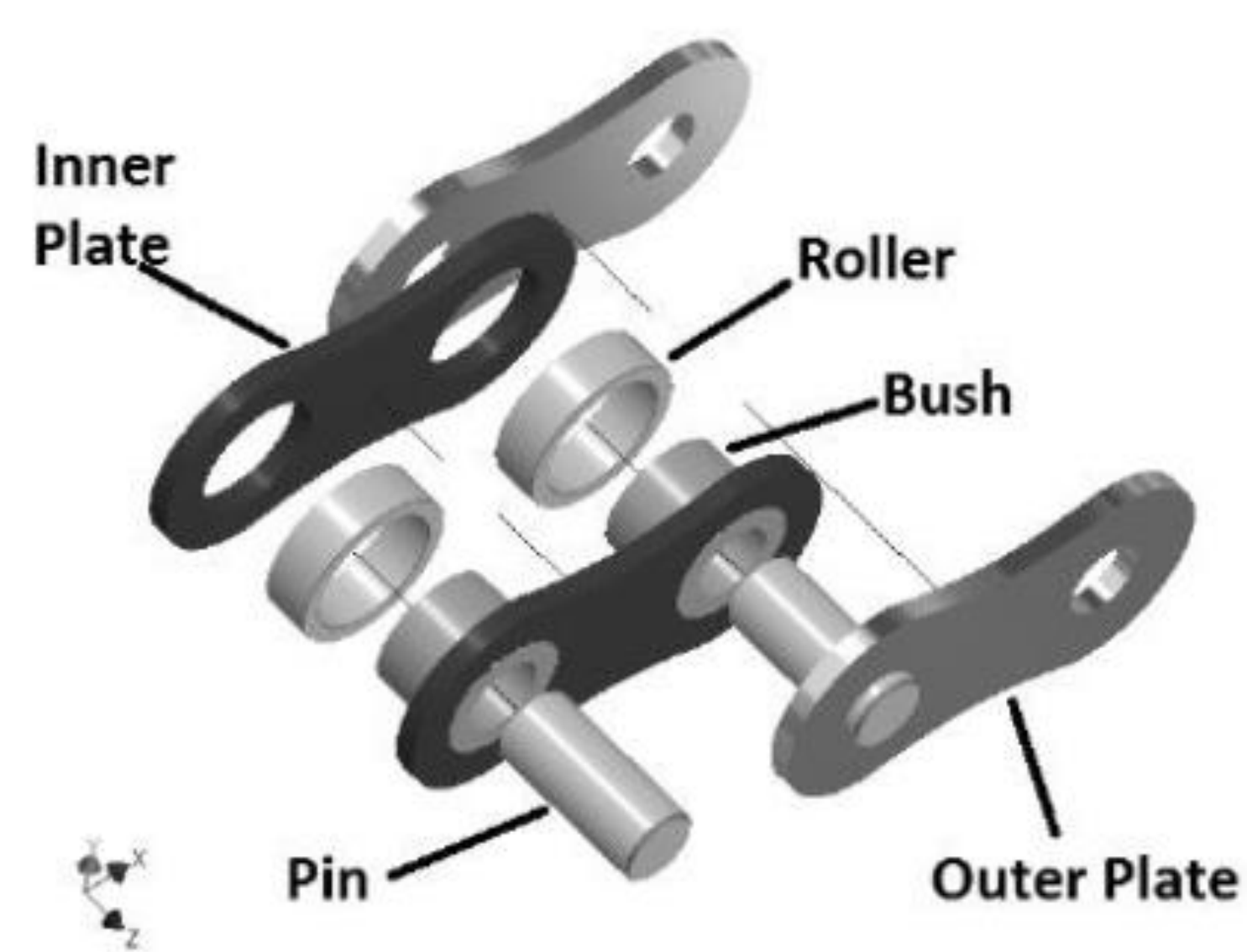


Figure 2 : Vue éclatée d'un maillon intérieur et d'un maillon extérieur [1]

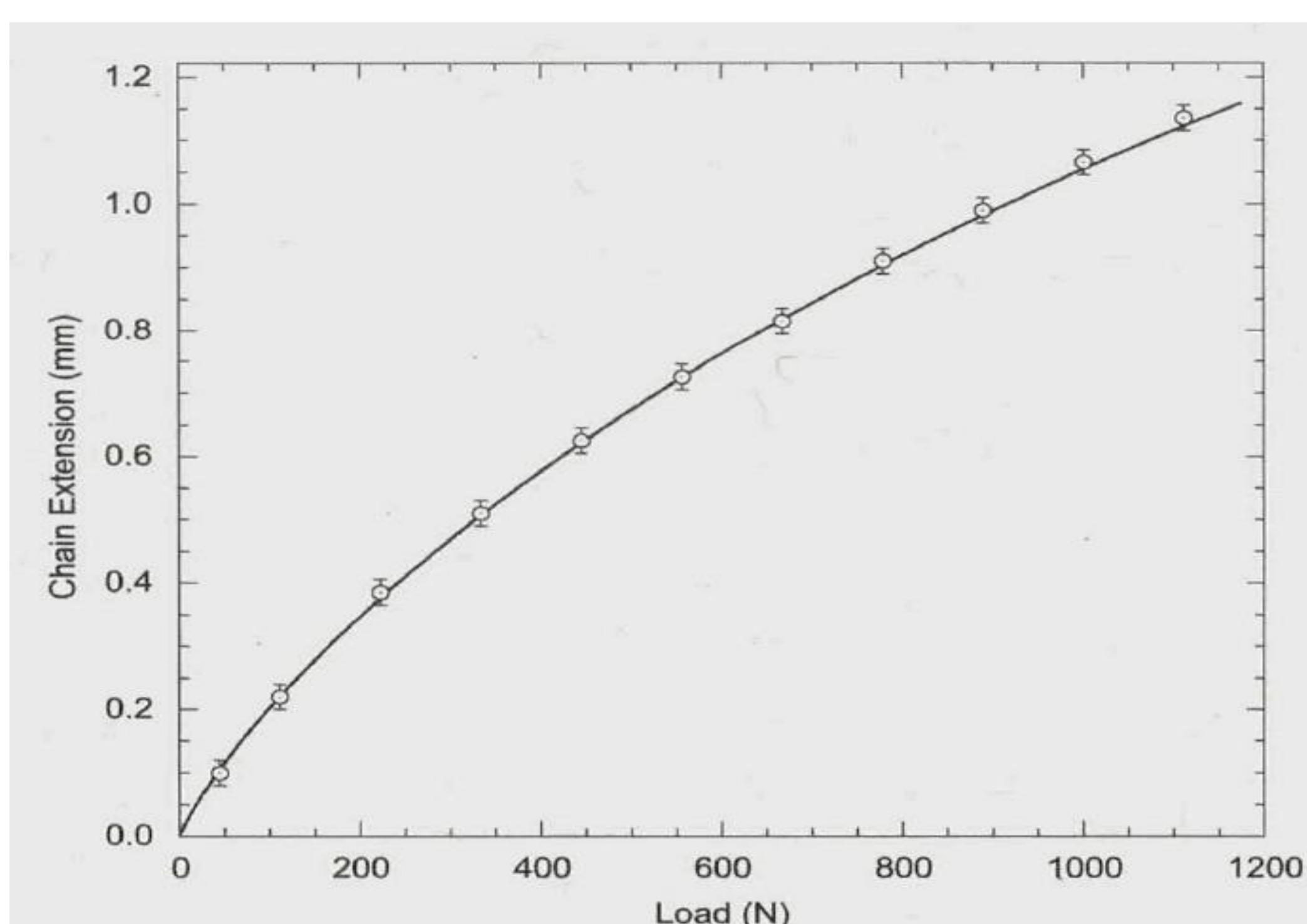


Figure 4 : Allongement de la chaîne en fonction de la tension - Spicer [3]

But de l'étude

Le phénomène étudié ici est l'allongement de la chaîne sous tension (principalement lorsque les maillons sont au niveau du brin tendu).

Le but est de comparer un modèle Eléments Finis (EF) aux résultats expérimentaux de Spicer [3] et de retrouver l'allongement non linéaire observé (figure 4).

Les chaînes étudiées par Spicer présentent un jeu important au niveau de la liaison axe – bague afin de permettre un fort débattement latéral.

Dans le cas des vélos de piste, ce jeu est moindre. L'influence de ce paramètre sur le caractère non linéaire de l'allongement est donc analysé.

Mise au point du modèle

Le couple maximal développé par un cycliste peut atteindre 500 N.m.

Avec un plateau de 54 dents, cela correspond à une force maximale transmise à la chaîne d'environ 4600 N (cas limite dans cette étude).

De part les symétries d'une chaîne et du fait que les maillons sont tous identiques, l'étude se limite à un maillon interne et un maillon externe.

Un modèle CAO (Conception Assistée par Ordinateur) d'un ensemble maillon interne et externe a été réalisé avec des dimensions cohérentes avec le type de chaîne utilisées sur des vélos de piste

Les différentes dimensions sont facilement modifiables en fonction de la chaîne étudiée.

Les paramètres finaux du modèle sont:

- Contact rugueux entre l'axe et les plaques extérieures.
- Contact avec frottement entre l'axe et la bague. Le coefficient de frottement utilisé est $\mu = 0,15$ (correspondant à un contact acier - acier lubrifié). De plus, un jeu de $60 \mu\text{m}$ est appliqué.
- Les conditions aux limites et le maillage sont donnés à la figure 5.

Résultats expérimentaux et conclusions

La figure 6 donne l'allongement en fonction de la tension appliquée.

Le comportement apparaît comme linéaire.

La théorie de Spicer n'est donc pas applicable sur ce modèle.

Des essais de traction en laboratoire avec des échantillons de chaîne utilisée par l'équipe de France de cyclisme sur piste vont être réalisés

Cela permettra une comparaison entre résultats EF et résultats expérimentaux,

Une fois le modèle validé, celui-ci pourra être utilisé pour étudier les réponses en vibrations de la chaîne.

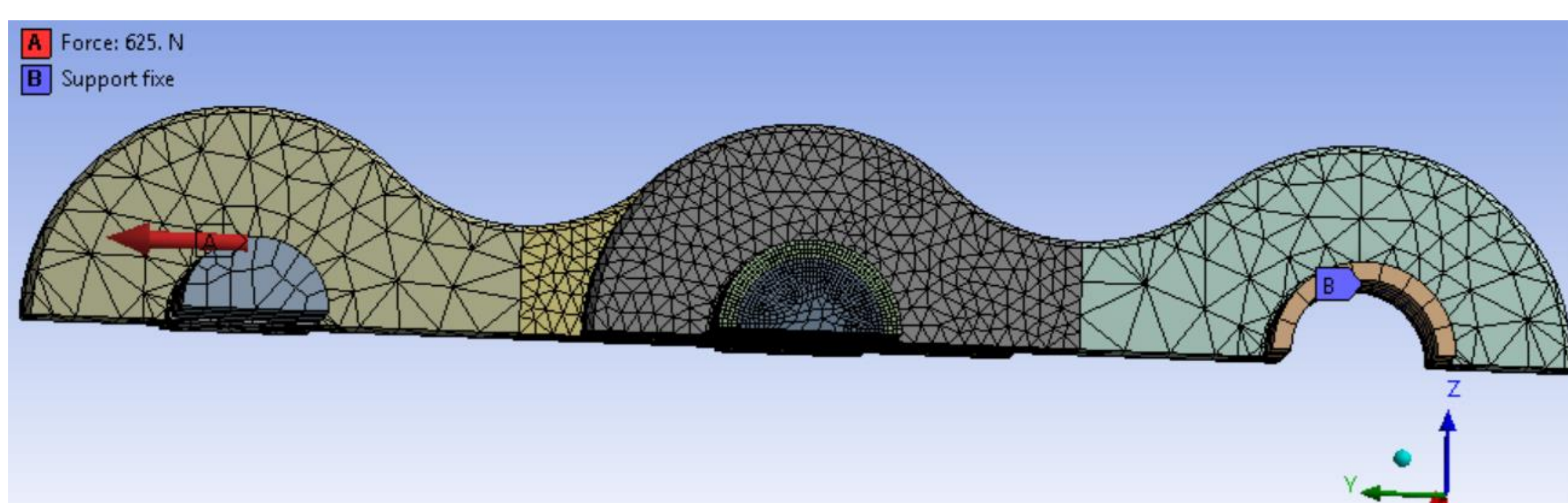


Figure 5 : Modélisation finale de l'articulation composée d'un quart de maillons interne et externe

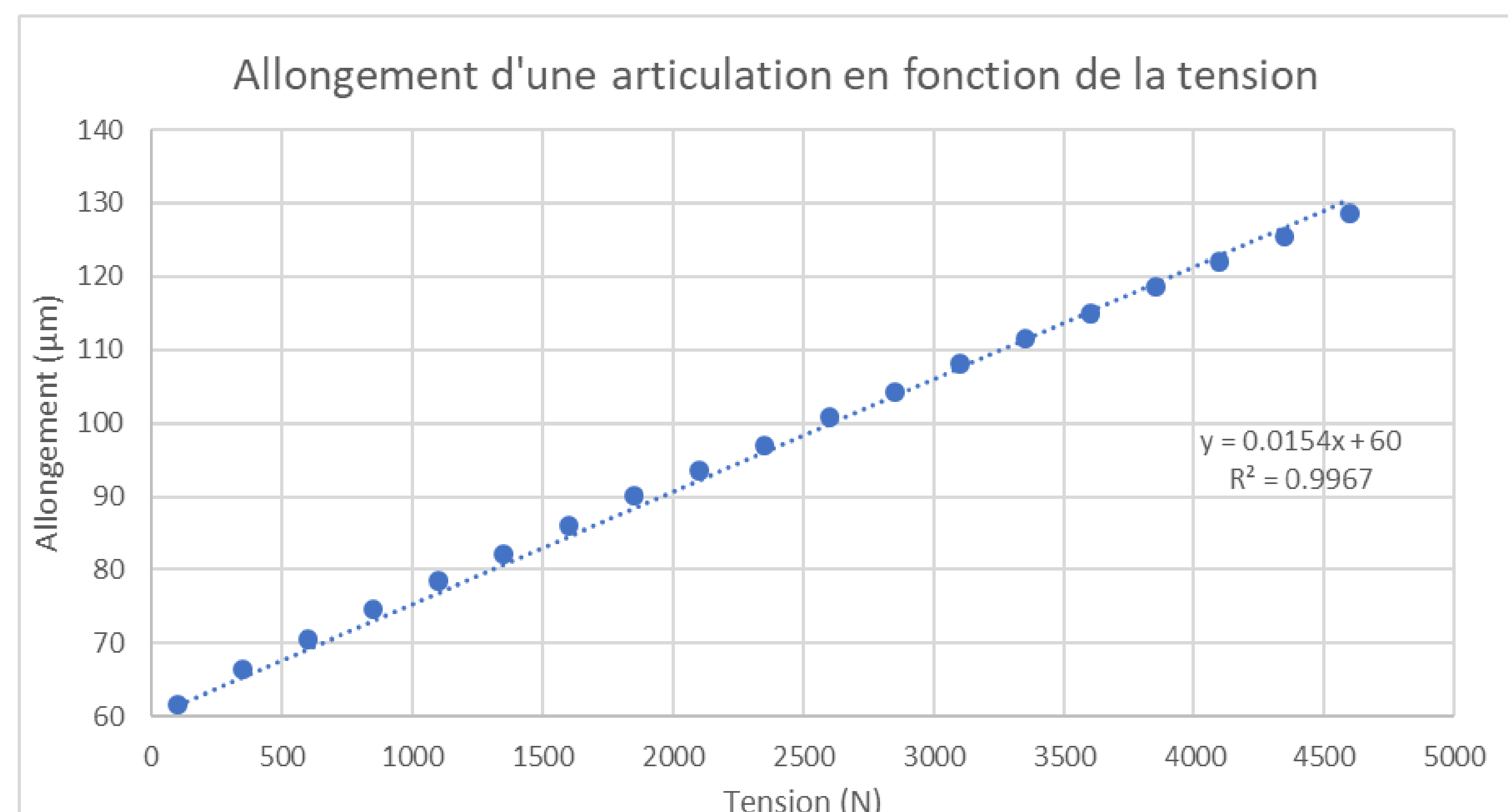


Figure 6 : Allongement d'une articulation en fonction de l'effort appliqué sur l'axe du maillon externe