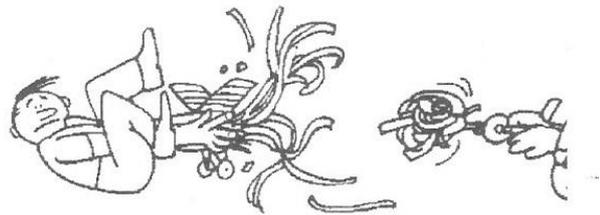


Torsion et queue de cochon* près du remontage maxi d'un moteur caoutchouc

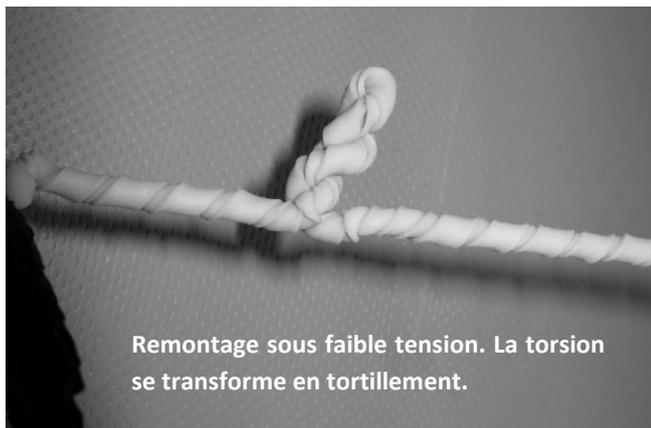


*Les mots anglais *twist* et *writhe* ont la même traduction en français : torsion. Faute de mieux, on a traduit *writhe* par tortiller. On pourrait utiliser "queue de cochonner" si ce verbe existait en Français!

Assez librement extrait et traduit d'après Robert Morris JC

Comme tout le monde j'ai fait voler des modèles à moteur caoutchouc quand j'étais jeune, sans vraiment réfléchir à la façon dont ça fonctionnait.....

Il n'y a que récemment que j'ai cherché à me documenter. La curiosité me conduisit finalement à deux articles de Bahou publiés dans *Free Flight Quarterly* donnant les résultats d'une série d'astucieux essais effectués dans les années 40. Ils révélaient une surprenante grande fluctuation des couples et tensions accompagnant le relâchement des paquets de noeuds. Ceci expliquait plus ou moins le manque de reproductibilité des arrêts à ressort utilisés en extérieur, et me conduisit à creuser le problème.



Remontage sous faible tension. La torsion se transforme en tortillement.

Mes investigations me montrèrent que le complexe comportement de torsion et d'entortillement qui accompagne le remontage et le déroulement d'un moteur de modèle se produit également dans des situations aussi éloignées que l'enroulement de l'ADN, la physique du plasma solaire ou le déplacement des câbles sous-marins.

Ils ont été étudiés mathématiquement depuis des décades. En termes mathématiques, T_w représente la torsion, et ce que les modélistes appellent en français tortillement ou queue de cochon est référé comme W_r (*writhe* en anglais). Une troisième quantité, L_k (*linking number*) a été introduit en 1961 par le scientifique roumain Gheorghe Calugareanu (C dans la suite) avec la définition suivante : $L_k = T_w + W_r$ qui est connu sous le nom d'invariant de C.

Plus tard, dans un article de 1995, Renzo Ricca a étudié l'équilibre élastique entre torsion et tortillement qui conduit à la transformation entre T et W pendant remontage et déroulement de toute corde élastique comme une bande de gomme.

Pour une bande de gomme, la formule de C dit que le nombre total de tours donné par le remontoir est distribué entre rotation de torsion T_w et tortillement W_r , tandis que l'analyse de Ricca indique que la détorsion du caoutchouc produit des échanges entre les deux modes de façon à minimiser l'énergie totale élastique. L'expérience montre que lorsque un moteur partiellement remonté est étiré, le tortillement se transforme en torsion, alors que quand on le relâche le moteur se détord pour faire des queues de cochon (voir figure 1 a to c).

La suite va utiliser le concept de C et les idées de l'article de Ricca, dans un modèle géométrique simple pour étudier la structure d'un moteur caoutchouc près de son remontage maxi.

Modèle théorique

Un modèle idéalisé de moteur remonté est donné

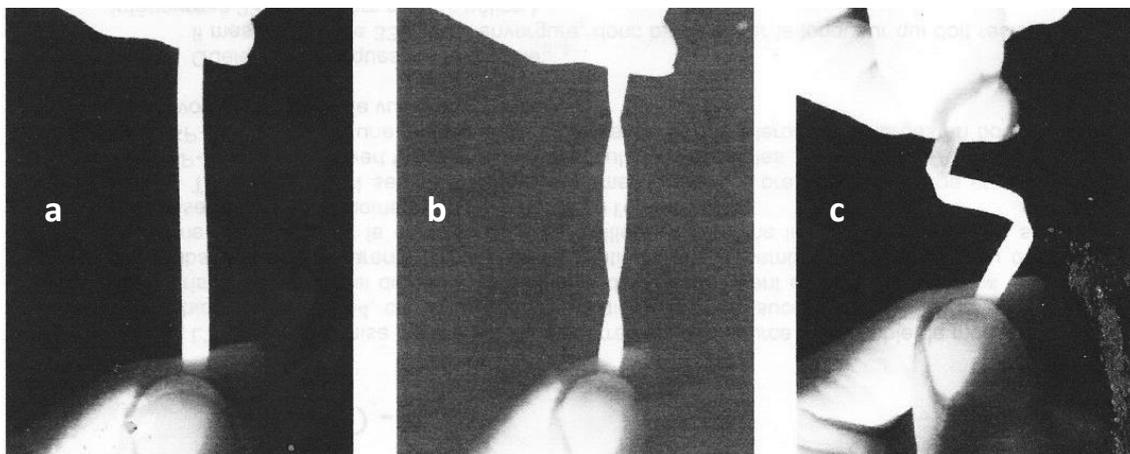


fig 1 Echange de déformation entre torsion et tortillement

$L_k = 0$

$L_k = T_w = 1, W_r = 0$

$L_k = W_r = 1, T_w = 0$