

## Comparaison temps de transition d'un ressort acier à un ressort titane.

Par « Massacre », pour le forum de 26in.fr.

### Introduction.

L'un des avantages supposé d'un ressort titane par rapport à un ressort acier est son temps de transition, c'est à dire qu'un ressort titane met moins de temps qu'un ressort acier à passer d'un stade de compression, à un stade de détente, et inversement.

L'objectif de cette étude est de comprendre les phénomènes liés au temps de passage de compression à détente d'un ressort, et ainsi de comparer les comportements des deux matériaux.

Selon ce lien : [http://www.rentoncoilspring.com/performance/why\\_titanium/ti\\_vs\\_steel.html](http://www.rentoncoilspring.com/performance/why_titanium/ti_vs_steel.html), la fréquence critique du ressort titane à vide est de 127 Hz. Pour le ressort acier, on a 88 Hz. (soit 44% de plus pour le titane, ou 30% de moins pour l'acier).

La représentation des deux fréquences critiques donne, sur 100 ms, le graphe en illustration 1 :

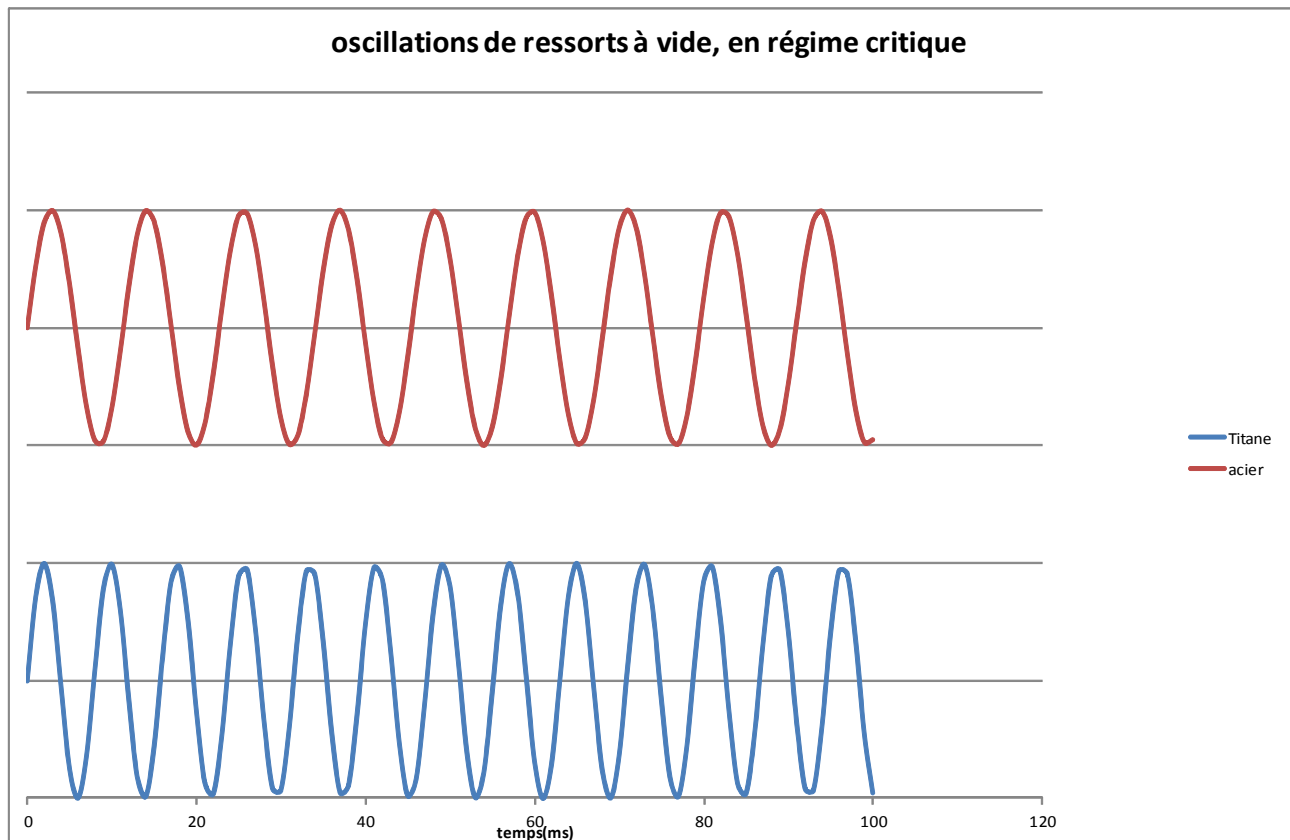


Illustration 1: oscillations des ressorts titane et acier équivalents dans leur régime critique, à vide.

Nous nous baserons sur ces oscillations pour la suite. Pour simplifier les calculs et la compréhension, nous travaillerons sur la transition entre une phase de compression, et une phase de détente. Pour la transition détente-compression, nous supposerons les résultats similaires.

## Hypothèses sur l'impact du temps de transition

En ce qui concerne la transition compression-détente, on peut s'attendre à ce qu'un temps de transition puisse créer une latence de la force du ressort, ce qui se traduit par une perte de grip de la roue le temps que la force exercée par le ressort soit suffisante à créer le grip.

En ce qui concerne la transition détente-compression, on peut s'attendre cette fois à une latence dans la compression de l'amortisseur, c'est à dire un manque de réactivité, pouvant amener un inconfort, ou une perte de grip si les efforts au niveau des crampons deviennent trop important.

## Modélisation et calculs

On s'intéresse à la vitesse de la tige de l'amortisseur. Cette vitesse est la vitesse de compression ou de détente de l'amortisseur, et donc du ressort.

En tout point de la courbe, la vitesse de la tige est la pente de la tangente à la courbe de l'illustration 1. Voici en illustration 2 une représentation graphique de la vitesse de la tige, sur le ressort titane.

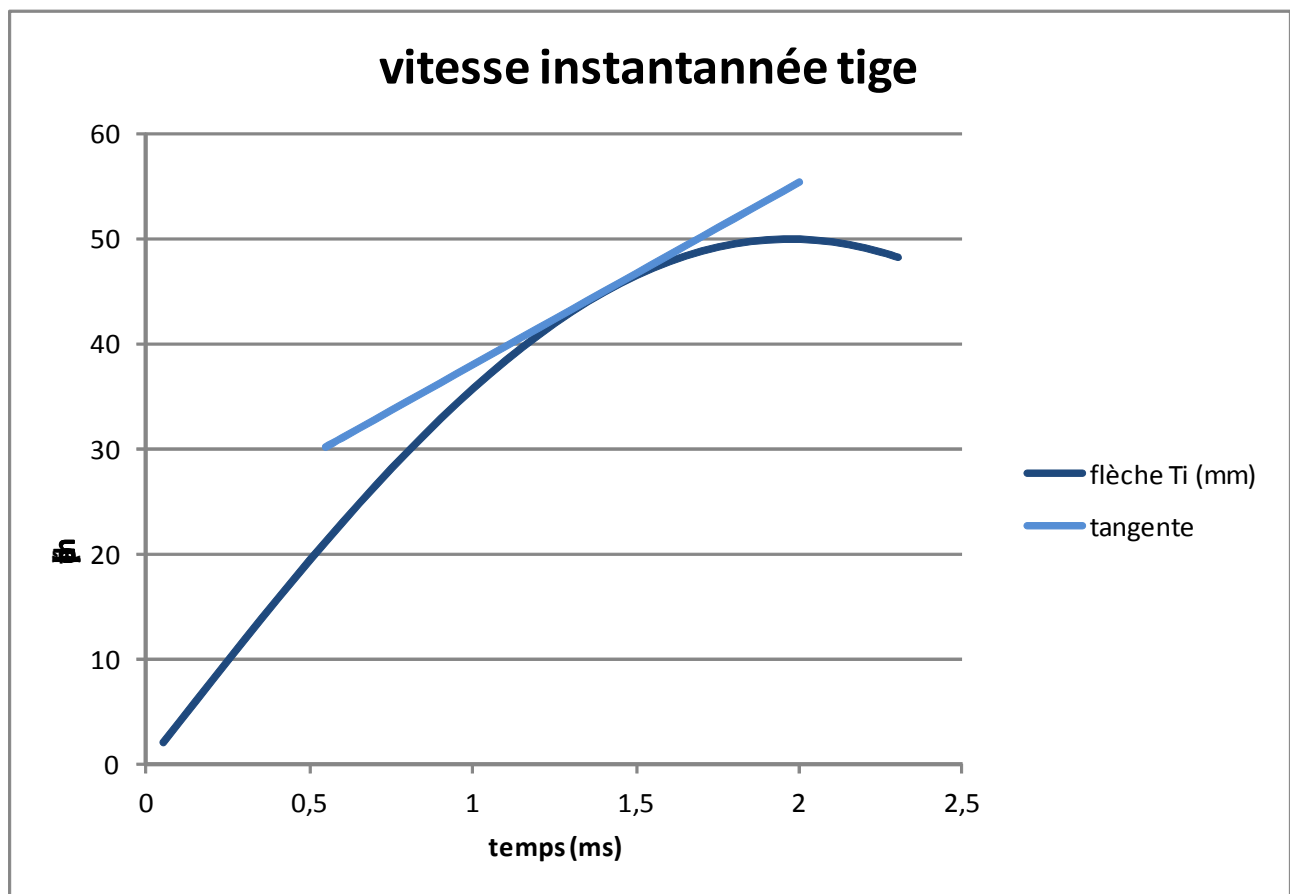


Illustration 2: représentation de la vitesse de la tige sur le graphe des oscillations des ressorts, (ici pour un ressort titane)

Maintenant, considérons que l'on impose une vitesse à cette tige, puis après une course donnée, on stoppe brutalement cette tige (vitesse nulle) (cas simplifié d'un impact dû à un obstacle sur la roue arrière).

Le temps de transition de notre ressort sera alors supposé être le temps entre l'arrêt de la tige et l'arrêt effectif du ressort (lorsqu'il atteint son maximum de course). C'est à dire le temps entre le moment où notre ressort a la vitesse imposée de la tige et l'arrêt, lors d'une oscillation à sa fréquence de résonance

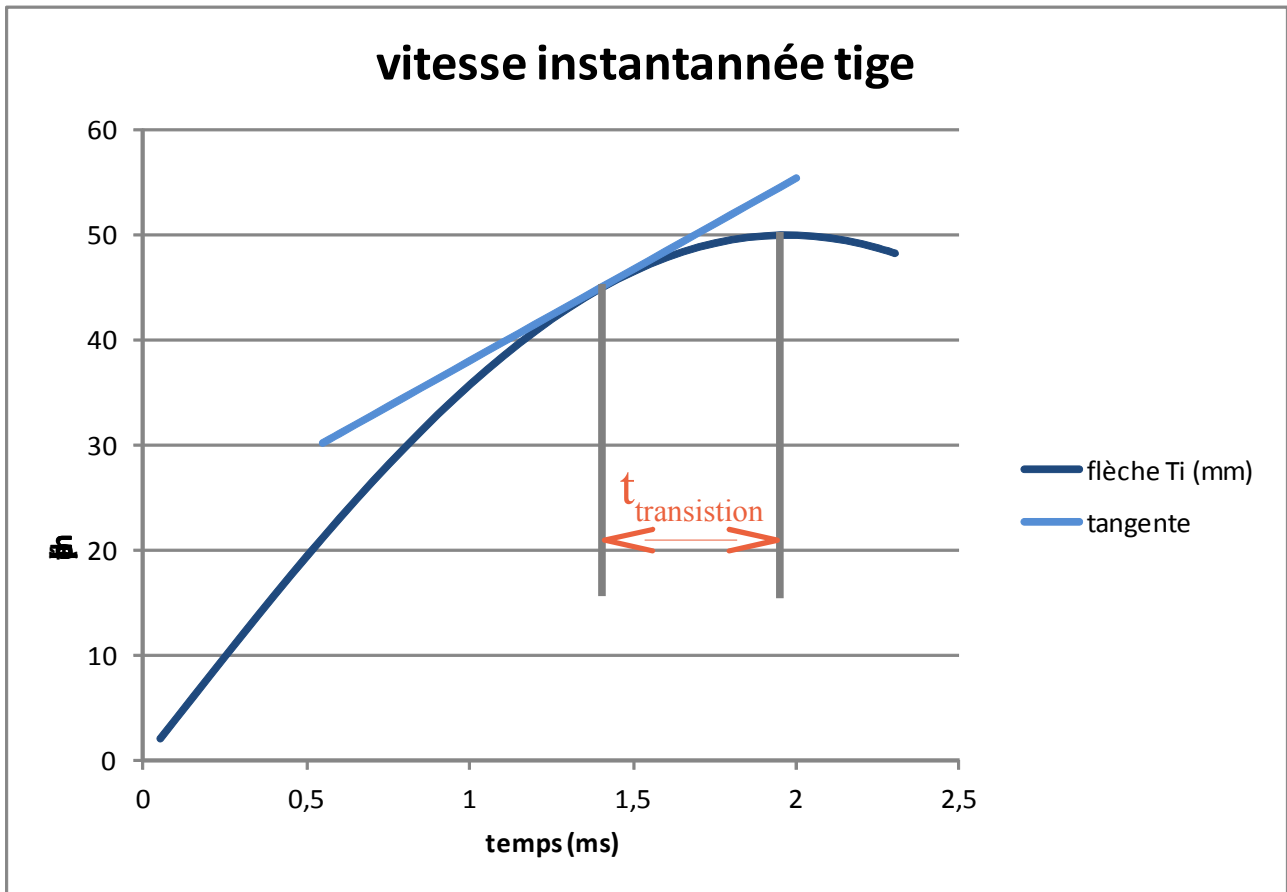


Illustration 3: représentation de l'estimation du temps de transition compression-détente d'un ressort.

Les paramètres sur lesquels nous pouvons jouer et qui feront modifier le temps de transition sont donc :

- La vitesse imposée de la tige
- La course maximale de la tige (ou la flèche maximale du ressort)
- La fréquence propre du ressort (cad dans notre cas le matériau du ressort, acier ou titane)

Nous fixons arbitrairement la course maximale à 40mm, et nous regarderons les temps de réaction à différentes vitesses de la tige.

# résultats et conclusion

## Résultats

Pour une course maximale de 40 mm, on obtient le graphe en illustration 4. Pour des vitesses inférieures à 8m/s, on obtient une différence de temps un peu plus que double entre le ressort acier et le ressort titane. Ce rapport augmente ensuite jusqu'à trois à 10m/s.

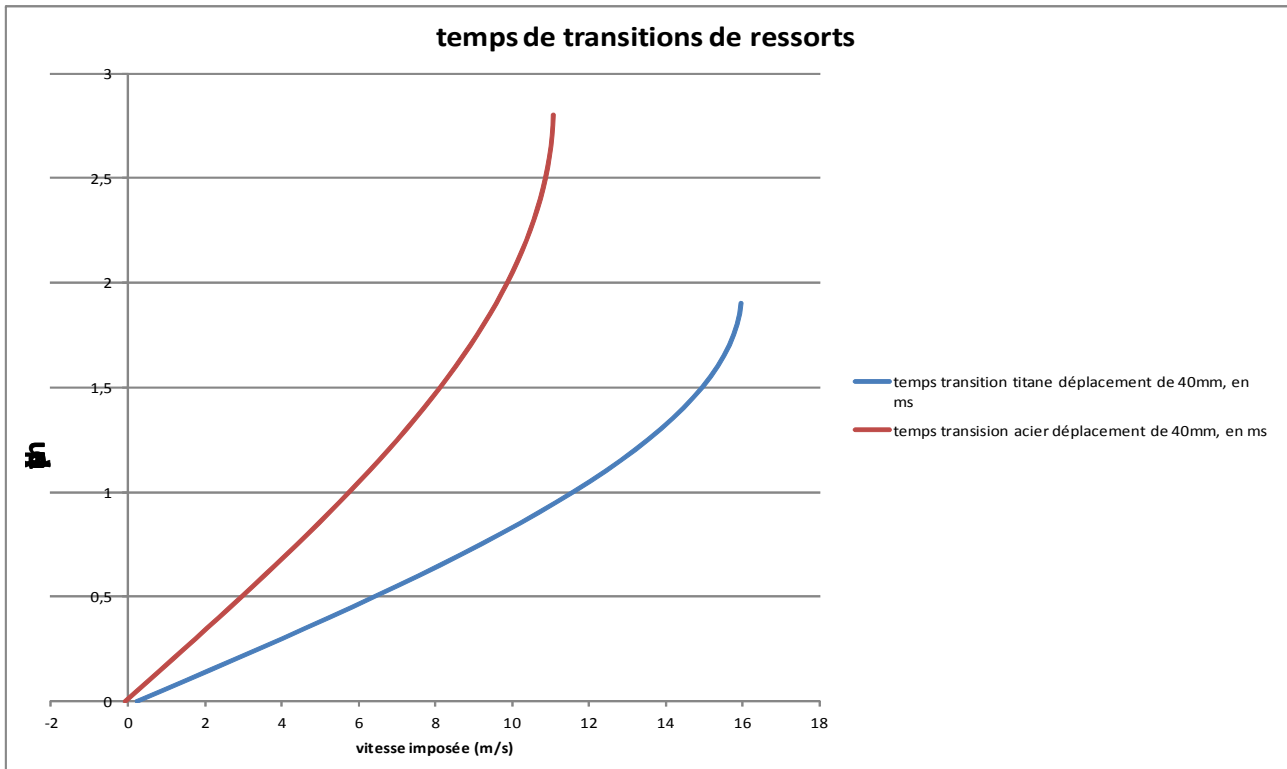


Illustration 4: temps de transition des deux ressorts présentés en fonction de la vitesse de la tige pour un déplacement maximal de 100mm

En prenant une vitesse de déformation de 1m/s, pour exemple, on obtient un temps de transition du ressort acier de 0,2 millisecondes, et du ressort titane de 0,075 millisecondes. Les 40mm étant parcourus en 40 ms, le temps de transition correspond à 0,5% du temps de compression pour un ressort acier et à 1,9% pour un ressort titane. Un véhicule avançant à 8 m/s (29 km/h), parcourt 1,6mm en 0,2 s et 0,6 mm dans le même temps. Il parcourt 32 cm pendant les 40 ms de la compression des 40mm de l'amortisseur (10cm de débattement à la roue arrière environ).

À 8 m/s, le temps de transition passe à 1,45 ms pour un ressort acier , soit29% du temps de compression, et à 0,65 ms pour un ressort titane, soit 13% du temps de compression des 40mm de course. Le gain de 0,8 ms correspond donc à 16% du temps de compression des 40mm. En 0,8 ms, le véhicule avançant à 8 m/s a parcouru 6mm

Lorsqu'on fait varier la course maximale, on se rend compte qu'à vitesse de tige identique, les temps de transition diminuent pour des courses élevées (les « pics » se resserrent), et inversement.

## **Conclusion**

En considérant que le passage d'un ressort acier à un ressort titane fait jouer la fréquence de résonance du ressort à vide, on a pu mesurer l'impact de ce changement sur le temps de transition entre compression et détente.

Le temps de transition compression-détente est négligeable sur les chocs « lents » (moins de 1 m/s de vitesse de tige), par rapport au temps de compression de la tige, mais il devient important pour des chocs « rapides » (plus de 8 m/s de vitesse de tige), où il peut dépasser les 1,45 ms.

La fréquence de résonance du ressort à vide étant facteur de plusieurs paramètres, comme sa masse linéique, sa raideur, ou sa longueur à vide, il faut voir si l'impact du ressort titane sur le ressort acier est supérieur à l'impact de ces autres facteurs.

Les vitesses prises en compte dans ces calculs sont liées aux vitesses rencontrées par les ressorts présentés, qui oscillent à leurs fréquences critiques. Ainsi, les vitesses de tige admises doivent être comparées aux vitesses réelles rencontrées par les amortisseurs de motocross.

Le gain maximum d'un ressort titane calculé correspond à 6mm parcourus par le véhicule. Cette valeur est suffisante pour faire « crisser » un pneu, mais paraît faible pour être à l'origine d'un manque flagrant de grip, ou de confort.

Les fréquences de résonance d'un ressort de fourche étant à priori plus faible, et les vitesses de tiges plus élevées, il un ressort titane est plus intéressant dans une fourche que dans un amortisseur.