

DU BON USAGE D'UNE STABILISATION POUR LE CONTRÔLE DU COMPORTEMENT DE L'ARC

Par Steven Ellison - 1996

Traduction : Vincent Tabourier - 2013 - Avec l'aimable autorisation de l'auteur

Edition: 2.0
Issue Date: 17 October, 2013
Copyright ©1996-2013

All information contained herein and copyrights remains with the original authors. Because the contributors have given of their time and wisdom freely, no part of this document may be reproduced in part or in whole for any form of gain or profit without the prior consent of the authors. Any modification must be approved by the authors and translators. / Toutes les informations et les copyrights contenus ici sont la propriété exclusive des seuls auteurs et contributeurs. Ceux-ci ayant gratuitement donné de leur temps et de leurs compétences, tout ou partie de ce document ne peut être reproduit dans un but commercial sans leur consentement préalable.

Toute modification doit être approuvée par les auteurs et traducteurs.

L'auteur :

Steve Ellison (aucun lien avec Brady), est membre éminent de la GNAS (Grand National Archery Society), de la SCAS (Southern Counties Archery Society) et de la OUCofA (Archers de l'Université d'Oxford). Il est en outre Senior Coach de la Scottish Archery Association et de l'Equipe Nationale Olympique Ecossaise, et n'en est pas ici à sa première publication.

INDEX

Introduction

1 Contrôler quoi?

- 1.1 Les mouvements de l'arc
- 1.2 Phases – Quand les mouvements sont-ils importants ?
- 1.3 Phases et Mouvements

2 Contrôle du déplacement

- 2.1 Principes i) – Masse, Poids et Inertie
- 2.2 Principes ii) – Propriétés statiques et dynamiques
- 2.3 TFC, le mal nommé.

3 Contrôle de l'équilibre

- 3.1 Principes iii) – Le Centre de Gravité
- 3.2 Trouver le Centre de Gravité.
- 3.3 Changer l'équilibre 1 – En jouant sur le poids
- 3.4 Principes iv) – Poids et Longueurs - La notion de « moment »
- 3.5 Changer l'équilibre 2 – En jouant sur la longueur
- 3.6 Principes v) – L'équilibre « Dynamique »

4 Contrôle du pivot

- 4.1 Principes vi) – Poids et Longueurs.
- 4.2 Les stabilisateurs, les masses, la poignée.

5 Contrôle des vibrations.

- 5.1 Principes vii) – La vibration
- 5.2 Principes viii) – Réduire la vibration : L'amortissement
- 5.3 Principes ix) – La notion de « résonance »
- 5.4 Réglage de l'amortissement: Un peu plus au sujet des TFC's

Conclusion

INTRODUCTION

Un arc est un objet simple, soumis et répondant aux lois élémentaires de la mécanique. Mais l'adapter pour qu'il puisse être utilisé par l'homme rend les choses un peu plus complexes :

- Un archer ne peut pas tirer sa flèche à hauteur du point de pression sur l'arc (à moins de tirer la flèche à travers la main d'arc et ainsi de se blesser gravement...). La flèche se situe donc au-dessus du grip, lorsqu'elle repose sur l'arc et lorsqu'elle le quitte, ce qui déséquilibre l'arc pendant toute la séquence de tir.
- La poignée ayant une forme asymétrique (à cause de fenêtre d'arc), les contraintes auxquelles elle est soumise sont elles aussi asymétriques. La prise en main de l'arc est difficile à centrer, et difficile à reproduire de manière rigoureusement constante, induisant des effets de torsion. (ou « torque »)
- Les muscles étant toujours en mouvement, une visée rigoureusement stable et immobile n'est pas humainement possible.
- Enfin, les archers ont des préférences diverses quant au comportement qu'ils attendent de leur arc avant, pendant et après le tir.

Tous ces paramètres conduisent à une large variété de comportements qui ont tous un impact, ou pour le moins une incidence directe, sur le résultat de l'impact de la flèche en cible. Les fabricants d'arc tout comme les archers ont donc cherché à domestiquer et contrôler tous ces mouvements.

Ce n'est qu'assez récemment qu'il est apparu comme évident que le contrôle d'une grande partie de tous ces mouvements était possible en jouant sur le poids, et sur la répartition de celui-ci autour de la poignée. Il y eut de grandes étapes-clefs, comme les inserts, les perches, longues, courtes, centrales, frontales, les masses, les contrepoids, les V-Bars, les TFCs, Les amortisseurs à huile, les perches avec amortisseurs internes, toute une variété de stabilisateurs divers. Le grand problème de l'archer moderne est donc maintenant de faire son tri parmi toutes ces options à présent disponibles, pour obtenir le meilleur contrôle de son arc.

Cela ne signifie en aucun cas que les systèmes de stabilisation représentent une première nécessité absolue. En même temps, ils permettent indubitablement de pallier à quelques effets induits par une technique laissant à désirer, mais tout en sachant qu'ils ne sauront s'y substituer totalement. Si un comportement ou une réaction est systématiquement mauvais, il faudra d'abord songer à en éliminer la cause, plutôt que de tenter d'y pallier par l'usage d'une stabilisation. Ainsi, si un frontal permet certes de réduire des phénomènes de torsion, il vaudrait mieux dans un premier temps ajuster le grip ou agir sur la main d'arc.

Le but de cet article est de montrer comment un type bien particulier de stabilisateur – et la manière dont il est fixé sur l'arc - permet de contrôler un mouvement bien spécifique de l'arc, et comment il peut être ajusté de manière à répondre au besoin de l'archer. Cet article traite donc des différents mouvements qui animent un arc, et des utilisations possibles de la stabilisation pour les contrôler.

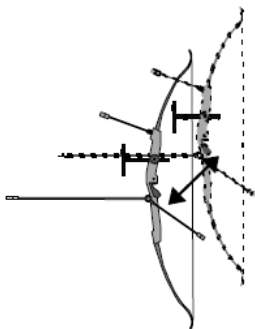
I Quels comportements ont besoin d'être contrôlés ?

Il ne sert à rien de chercher à reproduire à l'identique l'une des 20 configurations de stabilisation utilisée par l'un des 20 meilleurs archers du monde. Sinon, tout le monde tirerait en utilisant très exactement l'une de ces seules 20 stabilisations. Bien plus encore: La meilleure stabilisation est une question purement personnelle. Chaque archer a ses propres préférences, ses propres particularités, et le meilleur système pour un archer donné est celui qui satisfait à la fois à ses préférences et à ses besoins à lui.

En archerie, dès qu'il s'agit d'une question technique, il bien plus payant de commencer par se demander « qu'est-ce que je recherche », et surtout : « pourquoi ». Comme les différentes parties d'un système de stabilisation servent à contrôler des types de mouvements bien différents, penchons-nous d'abord sur les différents mouvements possibles, et sur les conséquences qu'ils ont à la fois sur l'archer et sur le tir lui-même. Nous allons donc d'abord identifier ces différents mouvements, et les décrire pour comprendre pourquoi ils peuvent devenir si importants dans le tir proprement dit.

1.1 Les mouvements de l'Arc

1.1.1 Les déplacements (Latéraux, vers l'avant, et verticaux)



Un déplacement, au sens rigoureusement scientifique du terme, signifie exactement : « Mouvement d'un point à un autre selon une direction précise ». Notez qu'il n'est question ici ni de rotation, ni de vibration, ni de quoi que ce soit d'autre. Disons donc: Mouvement en ligne droite.

De plus, le Centre de Gravité (voir plus bas) de l'objet en mouvement se déplace de la même manière que l'objet lui-même.

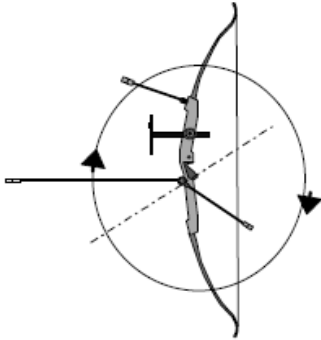
En archerie, il est plus pratique de parler des trois paires de directions possibles : Vers le haut / le bas (Mouvement vertical), vers l'avant / arrière (Mouvement longitudinal), vers la gauche / la droite (Mouvement latéral, ou dit « de côté »). Pour ceux qui sont habitués aux représentations scientifiques, on les associe souvent aux trois fameux axes X, Y et Z. Chacun de ces trois grands mouvements a un effet sur le point d'impact de la flèche en cible. Les plus importants sont les mouvements verticaux et latéraux. Un léger mouvement est par ailleurs inévitable au moment où, au moment du tir, la flèche commence de bouger, et ce mouvement doit être le plus constant possible d'un tir à un autre. Le plus souvent, obtenir un mouvement toujours constant consistera à le réduire au maximum.

1.1.2 La rotation

La rotation est un mouvement autour d'un axe. Il y en a 3 dans le tir à l'arc: L'un est parallèle à la flèche (presque horizontal, perpendiculaire à la ligne de tir), l'autre passe à travers la

poignée de haut en bas (vertical, approximativement par son milieu), le troisième traverse le grip de gauche à droite (horizontal, parallèle à la ligne de tir).

1.1.2.1 Le basculement avant/arrière.

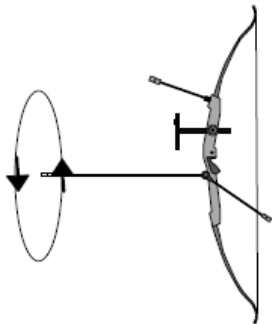


Imaginez une ligne horizontale traversant la poignée de part en part de gauche à droite. Le mouvement de rotation autour de cet axe, est bien visible après la libération et est nommé « bascule » (avant ou arrière).

Cette bascule est précédée d'un autre mouvement, plus léger, résultant directement de la flèche qui quitte l'arc, juste au-dessus de la main, et qui fait « bondir » légèrement l'arc. C'est par un réglage correct du tiller que l'on compensera directement ce mouvement.

Le reste de ce mouvement de bascule est induit par un Centre de Gravité (voir plus bas) situé avant la libération très au-dessus (ou très en dessous) du grip, ou après celle-ci, très en avant (ou très en arrière) du grip. Par exemple, un gros poids au bout d'un long central provoquera une bascule avant à l'issue du tir.

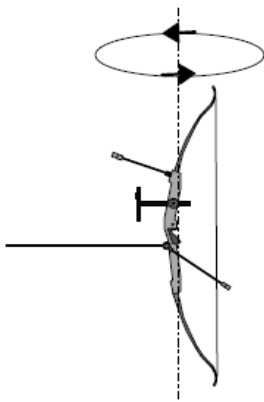
1.1.2.2 La rotation autour de l'axe de la flèche.



La rotation autour de l'axe de la flèche, dans le sens ou dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, s'observe en se plaçant juste derrière le tireur. Cette rotation n'est pas due aux mécaniques naturelles de l'arc. Elle apparaît plus tard dans la séquence de tir, quand par exemple un bras d'arc fortement débloqué revient au repos.

Il faut bien garder en tête que les mouvements de rotation autour de cet axe sont faibles, à la fois parce qu'il y a peu de forces agissant dans cette direction, et parce qu'il est difficile de faire bouger rapidement la poignée de l'arc autour de cet axe.

1.1.2.3 La rotation autour de l'axe vertical passant par la poignée

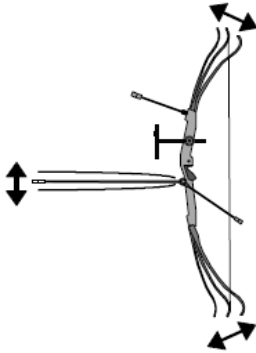


Souvent appelé « torque », c'est pour agir sur ce mouvement de rotation autour d'un axe vertical que les tous premiers stabilisateurs sont apparus en tout premier lieu.

Il est très facile de faire bouger un arc autour de ce son axe le plus long (Nous verrons pourquoi plus tard) et la position de la main d'arc peut à elle seule induire beaucoup de torque—il est vrai qu'il est difficile de résister à une force excentrée de près de 30 ou 40 livres. Les symptômes qui en découlent directement peuvent être : Ecartés en cible importants en

latéral, grand mouvement de l'extrémité du central, choc de la corde contre le protège-bras, et balayage important du viseur en latéral d'autant plus important qu'il est situé vers l'avant sur son extension.

1.1.3 Les Vibrations



Pour des raisons pratiques, un arc subit en permanence diverses vibrations. Le tir (ou libération) lui-même stresse énormément l'arc. Toute l'énergie qui n'a pas été transmise dans la flèche, se retrouve au niveau de l'arc et de la corde sous forme de vibrations : Les branches qui continuent de frémir (de façon asymétrique !), le central qui vacille, cette oscillation parfois volontairement recherchée par l'archer, toutes sont des vibrations.

1.2 Phases (Ou : A quel moment les mouvements prennent-ils toute leur importance?)

Maintenant que nous avons vu quels sont les mouvements possibles, voyons à quel moment il faut pouvoir les contrôler au maximum, et ce qu'il est nécessaire de faire pour aider l'archer. Par exemple, avant la libération, une vibration résiduelle au niveau des branches n'a pas beaucoup d'importance. Tandis qu'après...

Pour nous aider dans notre réflexion sur le comportement et les stabilisateurs, nous scinderons la séquence de tir en 3 phases principales :

1.2.1 Avant la libération.

Le tireur est à pleine – ou à presque pleine – allonge, essayant de parvenir à une visée la plus stable possible. Le moindre mouvement est donc indésirable ; les mouvements verticaux et horizontaux sont particulièrement proscrits. Au niveau de l'arc, les principales forces en présence, opposées et à peu près équivalentes, sont celles exercées par l'archer respectivement sur la poignée et sur la corde, et la gravité. Ce laps de temps dure quelques secondes à peine (bien qu'il puisse paraître durer des heures si le clicker n'est pas correctement réglé.)

1.2.2 Pendant la libération.

Les branches se déplacent violemment vers l'avant, propulsant la flèche hors de l'arc. La flèche s'appuie un court instant et sur quelques centimètres à peine sur le BB et sur le repose-flèche puis continue tandis que les branches se déploient. Au moment où la corde passe par sa position de repos, la flèche la quitte, et si l'arc est correctement réglé, elle ne peut plus être affectée par les mouvements de l'arc, puisqu'elle n'a plus le moindre contact avec celui-ci. (A vrai dire, il est très important de bien comprendre qu'après avoir quitté le BB et le repose flèche, le seul contact qu'a la flèche avec l'arc, est celui qu'elle a avec la corde, et ce jusqu'à ce qu'elle s'en décroche). La force principale qui s'exerce sur l'arc est la

pression que la main d'arc exerce sur le grip, et qui à son début équivaut à la puissance de l'arc. Tout ceci se déroule en 15 millisecondes.

1.2.3 Après la libération.

Les branches s'arrêtent et rebondissent vers l'arrière, sous l'effet de la tension de la corde. Les branches, la corde et la poignée continuent de vibrer jusqu'à ce que toute l'énergie restante soit intégralement dispersée, par le frottement avec l'air, le son, et sa propagation jusqu'à l'archer lui-même.

La vibration asymétrique des branches continue quelque peu. L'archer accompagne ce mouvement. S'il est totalement libre, l'arc se déplace vers l'avant sous la pression exercée par la main d'arc. Puis c'est la gravité qui prend le dessus, et l'arc chute, en pivotant autour de la dragonne, ce qui amène le Centre de Gravité exactement sous le point de pivot – tout comme le poids d'un fil à plomb est au repos exactement sous le point par lequel il est suspendu. En une seconde environ, l'arc est immobile, suspendu, et ne vibre plus du tout.

1.3 Les mouvements dans les phases.

1.3.1 Quand les mouvements sont-ils importants ?

Nous avons jusqu'ici identifié trois types de mouvements (Déplacement, rotation, et vibration) et divisé le tir en trois phases (Avant, pendant et après). Attachons nous à présent à voir quel type de mouvement intervient à quel moment, et quand il est le plus important au cours de la séquence, ce afin d'avoir une idée bien claire des différentes priorités qui régissent le réglage correct de la stabilisation.

1.3.2 Impacts sur le vol de la flèche.

Il est facile de comprendre que l'impact des mouvements de l'arc sur le vol de la flèche diminue au fur et à mesure que l'on est avancé dans le tir de la flèche proprement dit. Avant le tir cependant, les mouvements de l'arc contrôlent la direction dans lequel il est pointé. Durant le tir lui-même, la période pendant laquelle la direction de la flèche pourrait être modifiée est très courte. Tandis que la force totale sur la main d'arc peut amener l'arc à bouger sur plus de 5mm, les forces s'exerçant latéralement sont, elles, nettement plus faibles. En tous cas, la flèche est à peine en contact avec la poignée, et donc, les mouvements prennent une importance nettement moindre qu'avant que la corde ne soit libérée. Quant aux mouvements après le tir, ils n'ont plus le moindre effet sur le vol de la flèche. Pourtant, il y a d'autres points à prendre en considération avant de déduire, trop hâtivement, qu'il suffirait de ne contrôler que les mouvements qui interviennent avant le tir.

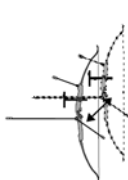
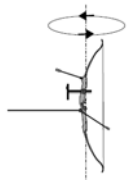
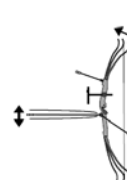
1.3.3 Conséquences après le tir.

Laisser l'arc totalement hors de contrôle après le tir peut avoir un impact négatif sur la performance globale de l'archer. Citons par exemple :

- Archer redoutant, et donc « anticipant », avant même la libération, les mouvements brusques et incontrôlés de l'arc qui vont survenir.

- Mouvements et bruits pouvant distraire d'autres archers alentour.
- Usure, relâchement prématuré, voire casse, de certaines parties de l'arc. Eléments qui se desserrent ou prennent du jeu (perte de la précision du viseur) etc.

Le tableau suivant montre à quel instant quel type de mouvement a la plus grande importance.

	AVANT	PENDANT	APRES
 <p align="center">DEPLACEMENTS</p>	<p align="center"><i>Affectent directement la visée</i></p>	<p align="center"><i>Affectent un peu la visée</i></p>	<p align="center"><i>Des mouvements importants peuvent amener l'archer à changer son style pour anticiper ces mouvements brusques</i></p>
 <p align="center">ROTATIONS</p>	<p align="center"><i>La rotation est largement empêchée par l'archer et par la tension</i></p>	<p align="center"><i>L'arc est libre de pivoter surtout le long de l'axe vertical. Impact sur la corde qui est le dernier point de contact entre l'arc et la flèche</i></p>	<p align="center"><i>Cf. Ci-dessus</i></p>
 <p align="center">VIBRATIONS</p>	<p align="center"><i>Vibrations basse-fréquence induites par l'archer lui-même et par les vibrations musculaires faisant balancer l'arc</i></p>	<p align="center"><i>Les basses fréquences sont sans effet. De plus hautes fréquences apparaissent quand les branches reviennent au repos</i></p>	<p align="center"><i>Plus d'effet sur la flèche, mais les vibrations augmentent et affectent le matériel (usure, desserrage du viseur) Des vibrations mal amorties provoquent en outre l'inconfort et les mauvaises sensations de l'archer qui se sent « secoué »</i></p>

II Contrôle des déplacements.

2.1 Premier principe : Différence entre poids, masse et inertie.

Le poids, la masse et l'inertie sont trois choses bien différentes, même si la distinction revêt peu d'importance (à moins que vous ne vouliez régler votre arc sur la Lune). Le point le plus important à garder en tête, c'est que plus la masse est grande, plus il est difficile de la faire bouger. Et pas seulement en raison de la gravité qui l'attire vers le bas. Elle est aussi plus difficile à déplacer sur les côtés.

2.1.1 Le poids.

Le poids est la force que la gravité exerce sur les objets. Il s'exerce toujours vers le sol. Le poids, et la façon dont il est réparti autour de l'arc, agit sur son équilibre quand il est dans la main d'arc, et sur la force qu'il faut exercer pour le lever.

2.1.2 La masse

La masse est la quantité de matière. Sur Terre, la masse et le poids sont directement proportionnels, aussi confond-t-on souvent les deux. La différence est pourtant bien visible dans les films d'astronautes, ou dès que l'on est dans l'espace : Le poids est moindre (les objets flottent ou semblent plus légers), mais la masse reste la même ! Comme c'est bien la masse qui définit la force qu'il va falloir exercer sur un objet pour le déplacer, c'est la masse qu'il faut prendre en ligne de compte quand on commence à s'occuper de l'effet que peut avoir tel ou tel stabilisateur.

2.1.3 L'inertie

L'inertie est la représentation que l'on se fait de la difficulté à déplacer un objet. C'est une autre façon d'envisager les effets dus au poids. Pour Newton, l'idée était qu'une force donnée permet de déplacer un objet d'autant moins que sa masse est grande. Avant Newton, l'inertie était simplement perçue comme une forme de « résistance au mouvement ». On parle donc souvent d'un système de grande inertie pour signifier qu'il est difficile de le déplacer rapidement. Cela n'est pourtant pas dû à sa seule masse. Un système très rigide est bien plus difficile à déplacer sur une très courte distance qu'un système plus souple. Nous y reviendrons plus bas.

2.2 Second principe : Différences entre propriétés statiques et dynamiques.

Il faut toujours un certain temps, aussi infime soit-il, pour qu'un objet se mette en mouvement, et une fois en mouvement, il ne se comporte pas forcément de la même façon que lorsqu'il était immobile. Prenez l'exemple d'une balle en caoutchouc. Si vous la poussez doucement de la main, elle semble immédiatement se mettre à bouger, à la même vitesse que celle de votre main. Mais si vous la frappez violemment, comme avec une batte de baseball, elle va commencer par s'aplatir et s'écraser sous le choc avant d'être propulsée. En fait, bien que cela soit très bref, il y a un court instant, celui de l'écrasement, pendant lequel la batte se déplace plus vite que la balle.

C'est exactement ce qui se passe avec un arc équipé de stabilisateurs souples, ou montés sur ces amortisseurs en caoutchouc nommés « TFC » : Il faut du temps avant que la masse au

bout de la stabilisation ne soit affectée par le mouvement initial imprimé sur l'arc, puisque c'est la partie flexible de la stabilisation qui encaisse la première ce mouvement. Ainsi, pendant un très court instant, l'arc se comporte exactement comme s'il n'y avait aucune stabilisation. C'est ce qui a été à l'origine du développement de ces TFCs, ou « Torque Flight Compensator ». Depuis, de plus récentes réflexions ont conduit à revenir à des stabilisations à la fois plus courtes et plus rigides, afin de s'assurer que le poids a un effet immédiat sur le tir.

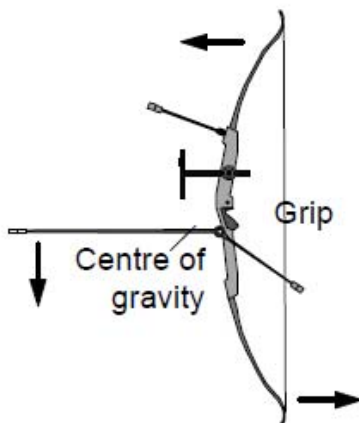
Exercice: Montez votre arc sans la stabilisation. Tout en l'empêchant de pivoter, déplacez-le gentiment de l'avant vers l'arrière et de l'arrière vers l'avant. Montez toute la stabilisation et renouvelez l'expérience. L'arc a-t-il été plus facile à mettre en mouvement ou non ?

2.3 TFC, le mal nommé

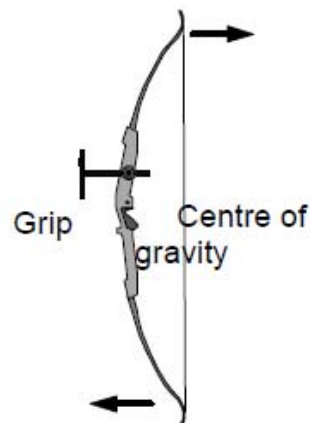
Les TFCs (Torque Flight Compensators) n'ajoutent ni torque ni tension, n'agissent pas sur le vol et ne compensent rien. Ils sont apparus parce que les tireurs installaient des masses de plus en plus importantes et que les arcs devenaient de moins en moins confortables et surtout de plus en plus difficiles à régler. Des liaisons flexibles plus ou moins souples ou raides ont donc été ajoutées entre l'arc et les masses, afin de maintenir l'équilibre et les sensations avant et après le tir (équilibre statique) tandis que l'arc se comportait de manière normale pendant le tir. On sait également que les TFCs ont d'autres effets non négligeables : En particulier, ils contribuent à l'absorption des vibrations tout comme un amortisseur (voir plus bas la notion d'amortissement) et des TFCs réglables en dureté se sont révélés pouvoir offrir un excellent compromis entre amortissement, stabilisation, et équilibrage (confort). Nous y reviendrons plus tard.

III Contrôle de l'équilibre.

L'équilibrage se traduit par la façon dont l'arc se maintient dans la main. L'équilibre, et plus particulièrement l'équilibre statique, va déterminer avec quelle vitesse, et dans quelle direction, l'arc va basculer après le tir. Le principe est simple : Si le Centre de Gravité est devant le point de suspension (Le grip, quand l'arc est tenu, ou le point de contact avec la dragonne), l'arc bascule vers l'avant, et vice-versa. En général, sur un arc nu, le centre de gravité est en arrière (et même plus en arrière encore sur les compounds que sur les arcs classiques). La figure ci-dessous montre où se situe le Centre de Gravité d'un arc « recurve » avec et sans stabilisation



Centre de Gravité en AVANT du grip
L'arc bascule en avant après la libération



Centre de Gravité en ARRIERE du grip
L'arc bascule en arrière après la libération

En résumé, pour contrôler le mouvement en avant et en arrière de l'arc après le tir, il suffit de contrôler la position du Centre de Gravité, en ajoutant ou en ôtant du poids. Mais alors, qu'est-ce donc que ce « Centre de Gravité », et où se situe-t-il ?

3.1 Troisième principe : Le Centre de Gravité.

Le Centre de Gravité de n'importe quel objet est un point, pas forcément situé sur une partie solide ou sur le corps de l'objet lui-même, sur lequel le poids agit toujours de la même façon, et ce quelle que soit la manière dont l'objet est positionné et orienté. Si l'on suspend l'objet par ce point, il ne bouge ni ne tourne, à moins qu'on ne lui donne une impulsion. Si l'on suspend l'objet par n'importe quel autre point, le Centre de Gravité tendra à venir se mettre juste en dessous (par abus de langage, à la verticale) de ce point de suspension.

Il en résulte deux points fondamentaux. D'abord, un arc sera perçu comme plus d'autant plus stable que le Centre de Gravité est au niveau, voire au-dessous, du grip (Bien qu'il ne soit pas conseillé d'aller trop loin dans ce sens). D'autre part, si l'arc est librement suspendu par un point quelconque, le Centre de Gravité viendra se placer juste sous ce point. Suspendre l'arc par deux différents points et observer comment il pend est le moyen le plus classique pour déterminer où se situe le Centre de Gravité. (Voir ci-dessous). Dans la majorité des cas, un arc se comportera à peu près convenablement si le Centre de Gravité est situé environ 4 inches (20cm) en avant et en dessous du grip.

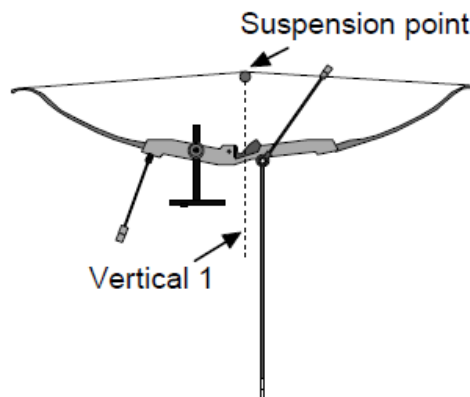
Le paragraphe suivant explique comment localiser le Centre de Gravité. Souvenez-vous qu'il n'y a pas de règle absolue sur l'endroit où il doit absolument être. Ce qui importe n'est pas où il est, mais dans quelle direction il doit être déplacé. Le meilleur guide pour le meilleur emplacement du Centre de Gravité demeure la performance intrinsèque de l'arc lui-même.

3.2 A la recherche du Centre de Gravité

Pour le localiser, on va se servir du principe selon lequel il se trouve toujours à la verticale sous le point par lequel un objet est suspendu. Si un arc (ou n'importe quel autre objet) est successivement suspendu librement par deux points différents, les deux verticales se croiseront par le Centre de Gravité. Regardons les diagrammes suivants :

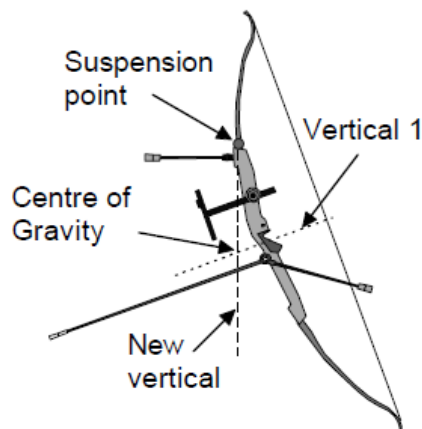
3.2.1 Centre de Gravité – 1 – La 1ère verticale.

Laissez l'arc pendre librement en le suspendant par un point situé sur la corde, à proximité du repère d'encochage. Pour plus de facilité, déplacez ce point de suspension de manière à ce que l'arc soit à peu près horizontal. Ainsi, la verticale forme à peu près un angle droit avec la corde, et elle est plus facile à repérer et à marquer. On peut s'aider en clipsant une équerre à ban.



3.2.2 Centre de Gravité – 2 – La seconde verticale

Répétez l'opération en suspendant l'arc par un point le plus éloigné possible du précédent. Le haut de la poignée, l'extrémité de la branche supérieure, l'extrémité du viseur (si l'extension est suffisamment solide). Repérez la nouvelle verticale. Son intersection avec la verticale précédente détermine la position du Centre de Gravité.



3.3 Changer l'équilibre en jouant sur les poids.

Déplacer le Centre de Gravité en jouant sur les poids est très simple: Pour le repousser vers l'avant, ajoutez du poids à l'avant, ou retirez-en à l'arrière. Pour le rapprocher vers l'arrière, ôtez du poids à l'avant ou ajoutez-en derrière. Même principe pour le déplacer vers le haut ou vers le bas. Ajoutez du poids dans la direction vers laquelle vous souhaitez le déplacer. Gardez bien en tête que nous parlons par rapport au Centre de Gravité, et non pas par rapport à la seule poignée. On a tendance à ne pas faire la distinction parce que les masses ajoutées ou enlevées, le sont suffisamment loin de la poignée pour que cela n'ait pas grande importance. Mais souvenez-vous qu'ajouter ou ôter une forte masse très (trop) près de la poignée pourrait même ne pas déplacer le Centre de Gravité dans la direction attendue.

Exercice 1: Suspendez votre arc NU par la poupée supérieure. La verticale passe-t-elle en avant ou en arrière du grip ? Maintenant, suspendez-le par un point de la corde assez proche du grip. La verticale passe-t-elle au-dessus ou en dessous de celui-ci ?

Exercice 2: Ajoutez votre viseur et vos stabilisateurs, central, latéraux, frontaux etc, et répétez l'opération. Le Centre de Gravité s'est-il déplacé ? Où se trouve-t-il maintenant ? Amusez-vous à ajouter ou ôter des masses à l'avant et à l'arrière, et observez comment toutes ces combinaisons agissent directement sur la position du Centre de Gravité.

3.4 Quatrième principe : Poids et Longueurs, le principe de « Moment »

L'équilibre de l'arc, où la position de son Centre de Gravité, peut aussi s'exprimer en fonction du « moment » de chacun des poids constituant l'ensemble du système. Cela inclut donc, en plus de ceux de la stabilisation, les poids du viseur, de la poignée, des branches, et même de la corde et de ses nocksets. Le « Moment » d'une force par rapport à un point, est cette force multipliée par la distance à ce point (mesure prise de manière à former un angle droit avec la direction sur laquelle s'exerce cette force). Puisque nous parlons ici d'équilibre, cette notion est relativement facile à appréhender. Toutes les forces agissant vers le bas, les deux seules choses qui importent sont : La distance avec le Centre de Gravité à laquelle elles s'exercent, et leur valeur proprement dite. En pratique, il y a une règle absolue :

« Un poids situé à une certaine distance a exactement le même effet qu'un poids DEUX fois moindre à une distance DEUX fois plus grande. »

3.5 Changer l'équilibre en jouant sur les longueurs.

Ce que le principe ci-dessus signifie en termes de vouloir contrôler l'équilibre de votre arc, c'est qu'il y a une autre alternative à la solution de jouer sur un poids. Il est en effet possible d'obtenir exactement le même effet en le déplaçant. Par exemple, pour réduire la bascule vers l'avant sans intervenir sur le poids global de l'ensemble, il suffit de raccourcir le central,

oui d'augmenter la longueur des stabilisateurs du V-Bar. Le tableau un peu plus bas récapitule les options possibles permettant de jouer sur l'équilibre de l'arc.

3.6 Cinquième principe : L'équilibre « Dynamique »

Il est un autre élément dont il faut tenir compte lorsque l'on parle d'équilibre : Durant le tir, la plus importante des forces en présence est celle qu'exerce la main d'arc, dirigée donc vers l'avant. (Entre 5 et 10 fois plus grande que la seule force due à la gravité). Au moment du tir, c'est l'équilibre global de l'arc qui va définir de quelle manière il « jaillit ». En gros, si le Centre de Gravité est au-dessus du grip, l'arc bondira vers le haut, et vice-versa.

Cela prend toute son importance lorsque l'on ajoute ces stabilisateurs dits « frontaux » (ceux fixés aux extrémités de la poignée, à la base des branches, au niveau de leur attache) en haut ou en bas. En général, on veut que l'arc bondisse vers l'avant au moment du tir. Un frontal supérieur lourd tend à le faire tout d'abord bondir vers le haut. Ensuite, la gravité prendra le dessus, et entraînera l'arc dans son mouvement de bascule.

Exercice 1 : Montez l'arc sans stabilisation. Placez un frontal sur la branche du bas. Au moment de la libération, l'arc quitte la verticale. Dans quelle direction ? Otez le frontal de la branche du bas et mettez-le sur la branche supérieure. Dans quelle direction l'arc quitte-t-il la verticale au moment du tir ?

Exercice 2 : Tenez votre arc de manière à ce qu'il pointe vers le ciel, votre main d'arc la plus proche possible de sa position habituelle dans le grip. L'arc est-il équilibré dans votre main, ou a-t-il tendance à basculer ? Vers l'avant ou vers l'arrière ? De cette observation, à votre avis, dans quel sens va-t-il bondir lors du tir ? Vers le haut ou vers le bas ?

Changer l'équilibre de l'arc

Pour déplacer le Centre de Gravité	En jouant sur les poids	En jouant sur les longueurs
Vers l'avant	Ajouter du poids en avant du Centre de Gravité <i>Ou</i> Oter du poids à l'arrière du Centre de Gravité	Eloigner les poids vers l'avant (Central plus long) <i>ou</i> Oter ou raccourcir les stabilisateurs du V-Bar
Vers l'arrière	Ajouter du poids en arrière du Centre de Gravité <i>Ou</i> Oter du poids à l'avant du Centre de Gravité	Rapprocher les poids vers l'arrière (Central plus court) <i>ou</i> Ajouter ou allonger les stabilisateurs du V-Bar

Vers le haut (Attention, impact également sur le tiller)	Ajouter du poids au-dessus du Centre de Gravité <i>Ou</i> En ôter en dessous	Déplacer les poids vers le haut. Redresser le V-Bar <i>Ou</i> Enlever du poids au frontal inférieur et en ajouter au frontal supérieur
Vers le bas (Attention, impact également sur le tiller)	Ajouter du poids au-dessous du Centre de Gravité <i>Ou</i> En ôter en dessus	Déplacer les poids vers le bas. Abaisser le V-Bar <i>Ou</i> Enlever du poids au frontal supérieur et en ajouter au frontal inférieur

IV Le contrôle de la Rotation (Torque)

4.1 Sixième principe : Poids et Longueurs

Dans la même idée que plus une masse est grande et plus il est difficile de la mettre en mouvement le long d'une ligne droite, augmenter la masse d'un système le rend plus difficile à mettre en rotation (et plus difficile à stopper lorsqu'il est déjà en rotation. L'important ici, c'est que cette difficulté (ou : la force qu'il faut exercer) dépend directement de l'endroit où cette masse se situe. Un paragraphe dans le chapitre « Equilibre » traite de la notion de « moment ». Dans le cas où le mouvement est un mouvement de rotation, on parlera de « moment d'inertie ». C'est exactement le principe utilisé dans ce que l'on appelle les volants d'inertie. Le moment d'inertie d'un poids faible tournant autour d'un axe à une distance conséquente de celui-ci (comme le bâton dans la main d'une majorette) correspond à la masse multipliée par le CARRE de la distance. Ce qui nous donne la seconde règle d'or :

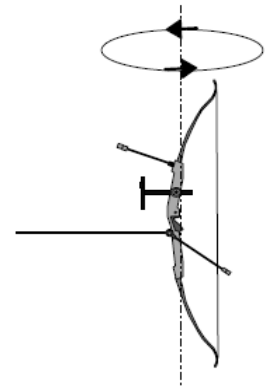
« Un QUART du poids à une distance DEUX fois plus grande a le même effet sur un mouvement de rotation »

Donc pour éliminer les effets de rotation, on utilisera de **faibles masses au bout de stabilisateurs longs**.

Une autre conséquence directe à propos de la distance est qu'un objet mince et long a un moment d'inertie extrêmement faible le long de son axe principal, et que de très faibles forces suffisent à le mettre en rotation.

Exercice: Tenez un arc nu à bout de bras, et essayez de le tourner rapidement de gauche à droite et de droite à gauche.

Fixez un long central et refaites l'essai. L'arc bouge-t-il plus facilement ? Recommencez en ôtant le central, et en mettant simplement deux frontaux vers l'avant, ainsi que le V-Bar et ses deux stabilisateurs arrière.




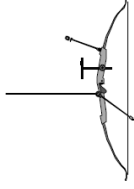
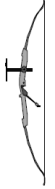
4.2 Stabilisateurs, perches, masses et poignée.

La table ci-dessous recense les effets de tel ou tel type de stabilisateur sur les mouvements de rotation.

On notera que la stabilisation doit agir principalement sur la rotation autour de l'axe vertical. Ceci est tout simplement dû au fait que le plus important des stabilisateur dans le système que nous observons est... la poignée elle-même. A elle seule, elle représente souvent entre la moitié et les deux tiers du poids total de l'ensemble. Elle mesure de 20 à 26 pouces, et l'essentiel de sa masse se concentre aux alentours des fixations des branches, c'est-à-dire à ses extrémités. Cela en fait donc l'un des meilleurs et des plus efficaces des stabilisateurs qui soit, sauf pour ces mouvements de rotation autour de l'axe vertical.

Stabilisateurs et Rotation(*) - Périmètre d'action des différents types de stabilisateurs

	 Bascule avant / arrière	 Rotation autour de l'axe de la flèche	 Rotation autour de l'axe vertical passant par la poignée
 Central long	Moyenne	Aucune	Importante

 Petits frontaux supérieur et inférieur	Faible	Modérée	Modérée à importante
 Ensemble complet avec V-Bar	Faible	Faible à modérée	Modérée à importante
 Contrepoids arrière court	Très faible	Très faible	Moyenne à importante.

(*) Attention : Les mouvements de rotation avant ou arrière mentionnés ici ne sont QUE les mouvements induits par l'archer ou par le tir. Il ne s'agit en AUCUN CAS des effets de rotation qui pourraient être induits par la seule gravité, ces derniers étant principalement dus à l'équilibrage de l'arc proprement dit.

V Le contrôle des vibrations

5.1 Septième principe : Qu'est-ce qu'une vibration.

Par « Vibration », on entend aussi mouvement « périodique ». On parle souvent de « Système oscillant ». Une vibration se caractérise par sa fréquence et par son amplitude. La fréquence est la vitesse à laquelle le mouvement se produit, et son amplitude est en quelque sorte sa taille. En général, il faut plus d'énergie pour produire des hautes fréquences, ce qui fait que très souvent les mouvements de haute fréquence sont de plus faible amplitude.

La fréquence se mesure en nombre de cycle par seconde, également dénommé « Hertz » (Hz). Une montre dont le balancier oscille 4 fois d'un côté puis de l'autre pendant une seconde a une fréquence de 4 Hertz.

En archerie, on rencontre des fréquences allant de quelques Hertz, à plusieurs centaines de Hertz. (L'oreille humaine perçoit les vibrations allant en gros de 25 Hz à 20.000 Hz. Plus la fréquence est élevée, plus le son (la « note ») est aigüe.)

5.2 Comment contrôler la fréquence.

La fréquence d'un système oscillant dépend de deux facteurs principaux: La masse à faire bouger, et la force nécessaire à appliquer pour le ramener en position de repos, c-à-d pour arrêter la vibration. On appelle cette force « puissance » ou « dureté » ou « force » d'un ressort par exemple ou, en archerie, de la poignée ou des branches. Il y a deux lois de base dont il faut se souvenir :

1 « Un ressort plus dur, ou plus court, vibre plus vite (càd : a une fréquence plus élevée) »

2 « Une masse plus importante vibre moins vite »

Ainsi, si nous devons changer la fréquence de vibration d'un stabilisateur (nous verrons *pourquoi* nous voudrions le faire un peu plus loin), un stabilisateur plus rigide ou une masse plus légère fera augmenter la fréquence, et vice-versa.

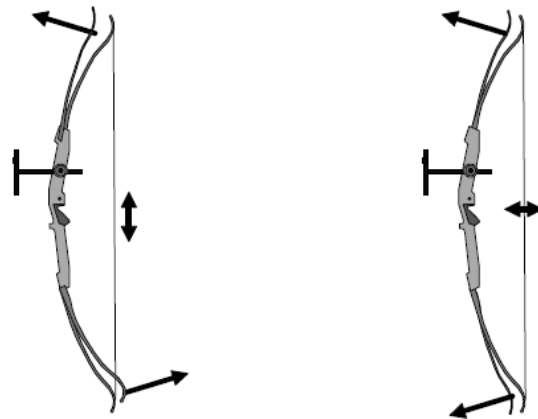
5.3 Origine des vibrations sur un arc.

· L'archer

Du fait-même que nous sommes vivant, nous avons déjà tous au moins cette fréquence interne bien particulière : Celle de notre rythme cardiaque. Au repos, son ordre de grandeur se situe autour de 1 ou 1,5 Hz (60 pulsations par minutes = 1 pulsation par seconde). S'y ajoutent les vibrations provenant du contrôle que l'on essaye d'imprimer à l'Arc (de 2 à 10 Hz selon notre temps de réaction), ainsi que nos tremblements musculaires naturels (entre 10 et 30 Hz)

· Les branches

D'un très léger déséquilibre entre les branches, résulte une vibration tout à fait asymétrique des branches, càd que lorsqu'une branche se déplace vers l'avant, l'autre se déplace vers l'arrière, générant ainsi un mouvement rapide de haut en bas et de bas en haut du point d'encochage sur la corde. (Voir croquis ci-dessous). Ce mouvement se produit à une fréquence d'environ 20 Hz, selon le poids de l'arc, le poids des branches, et les matériaux dont ils sont faits. Il est à noter que ces vibrations ont à peu de choses près la même fréquence que les vibrations naturelles de l'archer, et que cette fréquence naturelle augmente au fur et à mesure que l'on tire sur l'arc.



Vibration asymétrique

Vibration symétrique

· La corde

Sa fréquence de vibration naturelle est de l'ordre de quelques centaines de Hertz. C'est le tir (la libération) qui met la corde en mouvement et déclenche sa vibration.

· La poignée.

Le tir provoque la flexion des branches, suivie de la flexion de la poignée elle-même lorsque le mouvement des branches atteint la limite qu'impose la longueur de la corde. Le choc est donc à l'origine de nombreuses vibrations, la plupart se situant à de hautes fréquences.

5.2 Huitième principe : L'Amortissement (ou la réduction des vibrations)

En théorie, un système soumis à une vibration continue d'osciller jusqu'à ce que l'on stoppe la vibration, ou la source de celle-ci. Un système vibratoire que l'on réduit par l'application d'une force extérieure est dit « amorti ». Le plus souvent, il faut longtemps pour que des vibrations s'estompent, et les ingénieurs ont longuement tenté de développer des méthodes permettant de les contrôler et de les ralentir plus rapidement. Le principe consiste toujours à fournir un moyen de transférer de l'énergie hors du système en vibration vers un autre système qui dissiperait cette énergie sans induire de vibration supplémentaire. Parmi les exemples les plus courants, citons :

· La friction.

Un système à friction dissipe l'énergie sous forme de chaleur. La force de friction est constante, et le moment où l'objet en vibration atteindra son point de repos demeure quelque peu incertain. Par exemple, les stabilisateurs contenant de la poudre ou du sable, utilisent la friction entre les particules de poudre ou entre les grains de sable pour conduire à cette dissipation.

· L'amortissement Hydraulique (Liquide ou Visqueux)

Un mouvement se propageant à travers un liquide requiert une force proportionnelle à sa vitesse, ce qui rend l'amortissement hydraulique particulièrement justifié lorsqu'un objet doit être progressivement ramené à un point de repos bien précis. Un piston, une masse, se déplaçant dans un bain d'huile, transmet cette énergie à l'huile qui la dissipe sous forme de chaleur. La plupart de l'énergie est ainsi perdue à surmonter la viscosité (ou « épaisseur ») du fluide, d'où son autre nom.

· Les systèmes dits « à Hysteresis ».

Quand vous compressez ou écrasez certains matériaux comme le caoutchouc, vous y emmagasinez de l'énergie. Quand vous le relâchez et le laissez revenir en position de repos, la majeure partie de l'énergie est restituée dans le mouvement proprement dit. Mais une partie se perd, et comme d'habitude se dissipe sous forme de chaleur, ce qui fait que le système n'oscille pas éternellement. Un système qui oscillerait d'une position à une autre puis de nouveau à la première très exactement, tout en perdant de l'énergie à chaque cycle, est dit « à Hystérésis ». C'est le principe utilisé dans le caoutchouc des TFCs pour amortir les oscillations. Certains vendeurs vendent même des matériaux spéciaux à très haute hystérésis pour améliorer l'amortissement.

· Les effets de structure

Certains matériaux, en particulier les matériaux composites comme la fibre de carbone, le caoutchouc-mousse, ou encore le bois, absorbent très bien l'énergie grâce à une combinaison des différents moyens ci-dessus. Ainsi, des stabilisateurs en carbone tendront à absorber les hautes fréquences des vibrations d'après-tir plus efficacement que ceux en aluminium.

Toutes ces méthodes reposent sur un unique fait essentiel : Pour amortir un mouvement, il faut pouvoir le transférer le plus rapidement et le plus efficacement possible au dispositif amortisseur. Pour que cela se produise lorsque le mouvement à transférer est un mouvement vibratoire, il nous faut d'abord parler de la notion de résonance.

5.3 Principes 9 : La Résonance

5.3.1 Définition

Les systèmes oscillants ou vibratoires – un verre à vin, un pont, les stabilisateurs d'un arc – ont une fréquence naturelle (en fait, généralement plusieurs) à laquelle ils se mettent à vibrer si on les « dérange », c'est-à-dire si on les sort de leur position de repos. La résonance est la situation dans laquelle deux systèmes (ou plus) ayant une même fréquence de vibration naturelle, se mettent à vibrer en même temps. Dans une telle configuration, l'énergie est transférée très efficacement du système qui vibre le plus fort vers le(s) autre(s). Ce phénomène peut être avantageusement utilisé pour contrôler les mouvements indésirables de l'arc. Mais il peut tout au contraire amplifier ou exagérer le mouvement, parfois avec des conséquences désastreuses. Un archer dont les micro-tremblements

musculaires internes vibrent à 15 Hz, va transmettre de manière parfaite de l'énergie à sa stabilisation si celle-ci vibre naturellement également à 15Hz. Il en résultera des oscillations de l'arc encore plus importantes durant la visée. Dans pareil cas, il faut absolument changer la fréquence naturelle de l'arc pour qu'elle ne corresponde plus à celle de l'archer lui-même.

5.3.2 Eviter la résonance

Eviter les effets dus à la résonance lorsqu'elle se produit est très simple: Tout changement dans le système – Augmenter/diminuer le poids, changer sa répartition, agir sur la raideur des stabilisateurs ou sur leur longueur, modifier la raideur des branches – changera la fréquence de vibration naturelle de l'arc. Agir au niveau des masses et de la longueur des stabilisateurs demeure la manière la plus simple et la plus efficace à la fois, puisqu'elle ouvre la porte à de très nombreuses combinaisons possibles.

5.3.3 Déterminer la résonance.

Arriver à obtenir volontairement une situation de résonance est très difficile. Mais la méthode demeure la même: Modifiez n'importe quelle partie du système que vous cherchez à régler. Pour mettre en évidence la résonance, l'une des parties du système doit pouvoir vibrer, et une autre observée. Dès que la partie en vibration met en vibration la partie jusque-là immobile, la résonance a été trouvée. Un système d'amortissement devient plus efficace quand sa fréquence de vibration est proche de celle du reste du système, et qu'ils peuvent entrer en résonance. On parlera d'« accord ». L'ensemble du système s'arrêtera de vibrer d'autant plus rapidement que l'ensemble vibrant (l'arc) et les éléments d'amortissement (la stabilisation) sont proches de la résonance (accordés). Il faut répéter ce processus plusieurs fois afin de parvenir au réglage optimum, au moyen de petits ajustements successifs. Le fameux TFC, dont la dureté est réglable de manière continue, facilite grandement ce réglage.

5.4 Amortissement « Par Accord » ou : De l'utilisation avancée des TFCs

Le fait de pouvoir ajuster la dureté des TFCs de manière continue offre de vastes possibilités de réglage pouvant couvrir différents besoins. Plus le TFC est raide, plus la fréquence de vibration est haute. Si le TFC est le plus efficace des systèmes d'amortissement, la combinaison TFC + Stabilisateur peut devenir le meilleur des systèmes pour une très large gamme de fréquences.

Exercice 1: Placez un stabilisateur court sur un TFC à la base d'une des deux branches. Desserrez le TFC au maximum. Frappez doucement l'extrémité de la branche supérieure. La branche commence de vibrer. Notez en combien de temps ou en combien de cycle elle se stabilise. Par paliers successifs, serrez le TFC et renouvelez l'opération. Que se passe-t-il ? Si vous voyez le nombre d'oscillations diminuer, continuez à resserrer le TFC, et observez ce qui se passe.

Exercice 2: Réglez le TFC de manière à obtenir le meilleur amortissement possible. Otez des masses. Que se passe-t'il ? Ajoutez des masses. Que se passe-t'il ?

Le petit tableau ci-dessous montre quel genre de tension est nécessaire au contrôle de tel ou tel effet.

Mouvement	Fréquence à éliminer	Tension du TFC	Longueur du stabilisateur
Visée instable	Basse	Mou	Long/Moyen
Vibration branche	Moyenne	Moyen	Moyen/Court
Vibration post-tir	Haute	Dur	Court

CONCLUSION

Une stabilisation offre un large éventail de possibilités et de méthodes permettant de contrôler les mouvements de l'arc. Elles peuvent être utilisées pour éliminer tel ou tel mouvement indésirable, ou pour adapter les sensations obtenues aux préférences de l'archer. Le tireur se sentira plus à son aise, et si le système est choisi correctement, il en résultera de meilleurs scores. Souvenez-vous cependant que la stabilisation ne peut en aucun cas se substituer à une bonne technique et ne peut pallier aux déficiences de celle-ci. Des mouvements de l'arc cohérents doivent en tout premier lieu avoir d'abord été d'ores et déjà obtenus et minimisés, ce grâce à la seule technique.

Traduction : Vincent Tabourier – Octobre 2013