

Olivier BOULY



Connaissance et réglages de l'arc à poulies

Club de Carrières/Seine, le 29/11/97

Sommaire

1)Préliminaires :	3
1.1)Détermination de l'allonge	3
1.2) Géométrie, puissance, et hauteur de l'arc	3
1.3) Choix du repose-flèche	4
1.4) Choix du viseur.....	6
1.5) Choix du décocheur	6
2) Descriptif et fonctionnement de l'arc à poulies	6
3) Connaissance de son arc	6
3.1) Principe de fonctionnement	6
3.2) Courbe puissance/allonge	7
3.3) Rendement de l'arc	10
4) Réglages préliminaires de l'arc à poulies	12
4.1) Modélisation des efforts appliqués à l'arc et à la flèche	12
4.2) Réglage de l'allonge.....	13
4.3) Réglage de la hauteur du point d'encoche.....	14
4.4) Réglage du latéral de la sortie de flèche.....	15
4.5) Réglage de tiller	16
4.6) Inclinaison de l'arc.....	17
5) Affiner les réglages.....	18
5.1) Passage de la fenêtre	18
5.2) Test de la feuille.....	18
6) Réglage du système de visée	20
7) Choix des flèches	22
7.1) Choix du tube	22
7.2) Choix de la pointe	23
7.3) Choix de l'encoche.....	24
7.4) Choix de l'empennage	24

1) Préliminaires

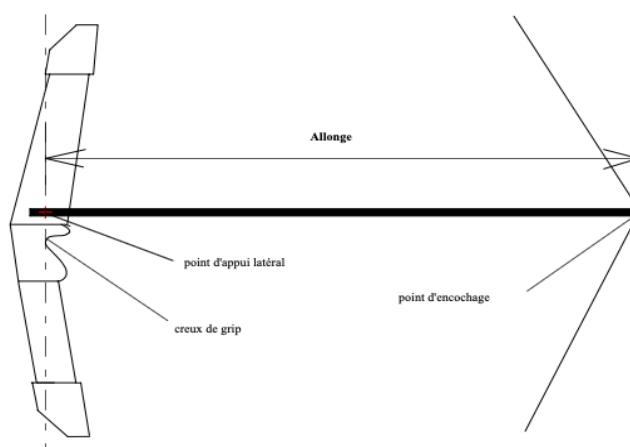
Tout réglage d'un arc demande à ce que l'archer connaisse au minimum son allonge, la puissance et l'encombrement correspondant à sa morphologie (Un arc trop puissant ne peut être garant d'un bon tir si son utilisateur ne peut le maîtriser). Ces paramètres sont indispensables au bon choix de l'arc et il ne faut jamais oublier que l'arc est adapté à l'archer et non l'inverse. Une fois l'arc choisi, l'archer pourra, selon ses objectifs, l'équiper d'un repose flèche, d'un viseur, d'une visette,....

1.1) Détermination de l'allonge

L'allonge est la distance entre le point d'encoche et la verticale tangente au creux du grip majorée de 2 cm. Cette verticale passe au centre de la fixation du "berger-button" pour un arc classique (Cf figure 1)

Figure 1

La meilleure méthode pour mesurer l'allonge est de bander l'arc d'un autre tireur ayant à peu près la même morphologie que soi, et d'utiliser une flèche assez longue sur laquelle on peut tracer un repère ou une flèche dotée de graduation. Il est préférable de faire le test avec décocheur si, à l'avenir, on souhaite tirer au décocheur. La différence d'allonge entre une prise de corde au doigt et celle au décocheur peut atteindre 4 à 5 cm.



Lorsque vous avez atteint votre position finale en fin d'armement, un autre archer trace un repère sur le tube à hauteur du point d'appui latéral tel qu'il est représenté en figure 1.

Cette allonge est usuellement exprimée en pouce (1 pouce = 2,54 cm).

1.2) Géométrie, puissance et hauteur de l'arc

Ces trois paramètres restent à l'appréciation de l'archer. Il faut seulement se souvenir que plus un arc grand, plus il sera souple mais plus il sera encombrant (Tir nature ou tir 3D ?).

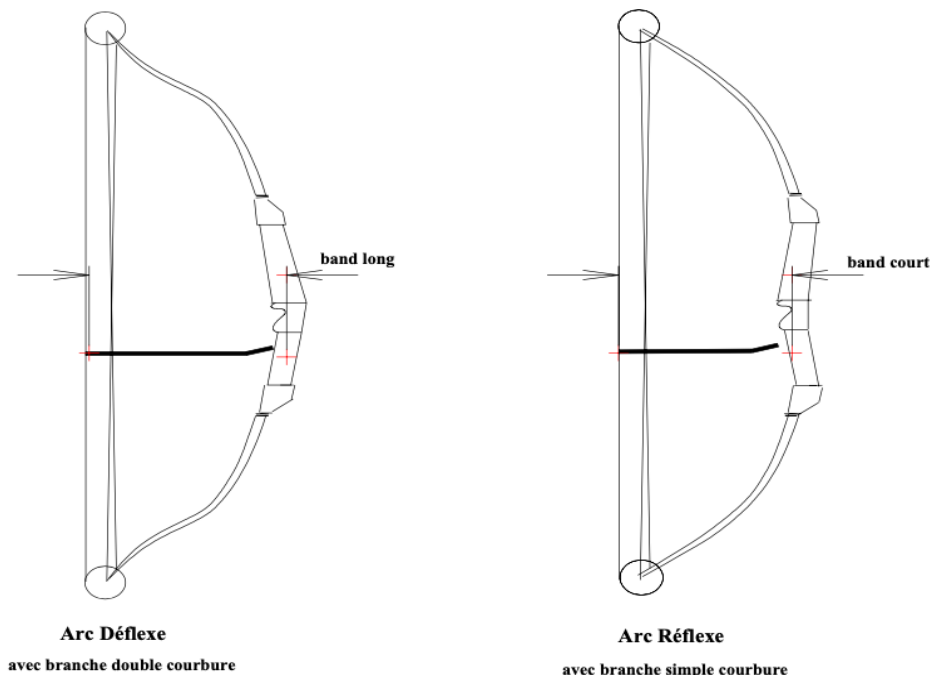
Le choix de la géométrie de l'arc est fonction de l'activité souhaitée. On distingue aujourd'hui 2 géométrie de poignée et 2 géométries de branches.

Poignée "déflexe":

Cette géométrie permet d'avoir un point de pression au delà de l'axe principal d'inertie de l'arc et donc une meilleure stabilité à l'armement et lors du phénomène de torque de l'arc. Par contre, l'augmentation du band limitera l'énergie accumulée dans les branches et par conséquent la vitesse de propulsion de la flèche à l'échappement. Ce type de poignée sera préféré pour un tir de type FITA

Poignée "réflexe" :

A l'inverse de la poignée présentée précédemment, celle-ci est caractérisée par un point de pression rapproché, situé entre l'axe principal d'inertie de l'arc et la corde. Cette géométrie a l'avantage d'avoir un band plus faible et donc une énergie emmagasinée plus importante. La conséquence immédiate de ce phénomène est bien sûr un tir plus tendu préférable pour les parcours nature ou 3D. L'inconvénient reste une moins bonne stabilité



préjudiciable pour les tirs de précision et donc à déconseiller pour les FITA.

Branches à "simple courbure" :

Ces branches se comportent comme une lame en flexion encastrée à une extrémité et soumise à un effort ponctuel à son autre extrémité.

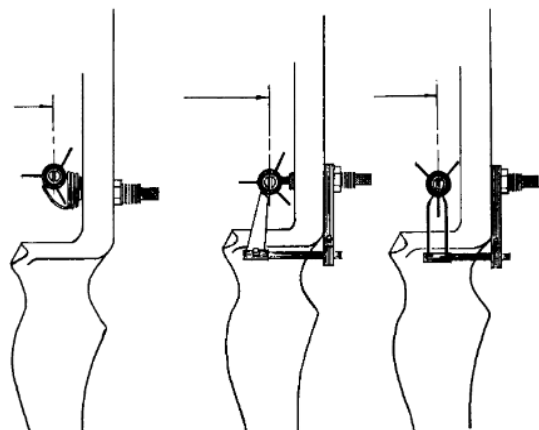
Branches à "double courbure" :

Ces branches se comportent comme une lame en flexion encastrée à une extrémité et soumise à un effort ponctuel et à un moment à son autre extrémité. La conséquence est que ce couple agit également en rappel lors du retour des branches à l'échappement. La corde est alors soumise à une tension supplémentaire résultante des deux couples opposés et elle diminue donc sa course. Le tir est plus net et le rendement en est amélioré par rapport à la solution précédente.

1.3) Choix du repose-flèche

Le choix du repose-flèche est également fonction de la méthode de tir choisie :

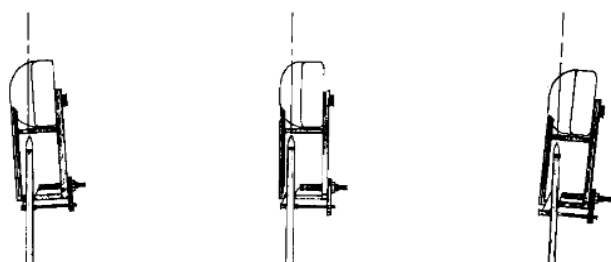
Pour un tir au doigt, on préférera un repose-flèche avec appui latéral très proche du tir à l'arc recurve ou classique. L'intérêt de ce repose-flèche est qu'il procure un appui latéral pour contrer le phénomène de paradoxe dû au roulement de la corde sur les doigts. Cet appui peut être simple (lame flexible) ou muni d'un "Berger-button".



Pour un tir au décocheur, on utilisera un repose-flèche type langue de vipère ou fourche. Ce dernier pourra être fixe dans le cas d'une langue de vipère, l'effacement se faisant par flexion de la lame ou mobile par chute de la langue de vipère ou de la fourche avec ressort de rappel. La position de l'encoche sera faite de telle manière à placer la plume coq à la verticale et vers le haut pour permettre le passage des deux plumes poules sans contact avec le repose-flèche.

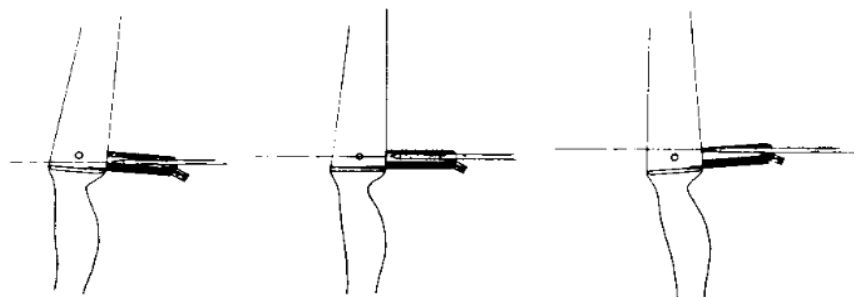
Overdraw : L'overdraw est une rallonge qui permet de déplacer le repose-flèche vers la corde afin de diminuer la longueur des flèches. Par conséquent il permet :

Avantages	Inconvénients
<p>Ces avantages découlent de la diminution de la longueur de la flèche :</p> <ul style="list-style-type: none"> - diminution du diamètre des tubes du fait de leur faible longueur, - diminution de leur poids, - augmentation de leur vitesse, - diminution de la balistique (tir tendu). 	<ul style="list-style-type: none"> - le fait de déplacer le repose-flèche vers l'arrière par rapport au point de contact de la main sur l'arc nous rend tributaire des effets de levier, aussi bien au niveau du torque que de la balance de l'arc, - les empennages doivent être plus court et donc diminuent la stabilisation de la flèche sur courtes distances, - le rendement de l'arc avec des tubes légers est moins important.



L'overdraw amplifie les erreurs latérales (erreur de torque) car il est distant de l'axe de rotation de l'arc. Il est donc déconseillé de l'utiliser pour un tir au doigt.

Le même phénomène est observé dans la balance de l'arc. Il est donc important que le tiller soit bien réglé car la balance de l'arc à l'échappement favorisera le bras de levier qui occasionnera une erreur de tir en vertical.



1.4) Choix du viseur

Le principe du viseur reste le même que pour les arcs classiques c'est à dire trois déplacements possibles vertical, latéral, avant-arrière. Toutefois, les viseurs pour arc à poulie sont d'une constitution plus robuste pour soutenir le scope et ainsi stabiliser les réglages. On préférera des réglages micrométriques pour le vertical et le latéral et une bonne fixation sur la poignée de l'arc.

Pour le tir nature, le scope est remplacé par une griffe munie de 4 ou 5 aiguilles réglées à des distances connues. Pour ce type de viseur, on prendra garde à ce que toutes les aiguilles ne soient pas sur la même réglette (2 en général) ou bien qu'elles soient inclinable pour obtenir une distance inter-aiguille aussi faible que possible.

Pour les tireurs qui pratiquent le tir nature et le tir FITA avec le même arc, on veillera à ce que la semelle soient compatible pour les deux viseurs.

1.5) Choix du décocheur

Il existe de nombreux types de décocheur, décocheur au poignet, décocheur la main, décocheur au lacet, décocheur à pince,....

Le choix est si important aujourd'hui, que chacun peut trouver un modèle à sa convenance. Toutefois, il y a, dans cette diversité, quelques principes généraux à prendre en compte :

- Compte tenu de la discipline pratiquée; tir nature ou FITA, il y a quelques contraintes à prendre en compte tel que le temps et la précision. Pour un tir nature, vu le temps imparti, il est préférable d'utiliser un décocheur à pince plus rapide à mettre en place. Par contre, pour le FITA, il est mieux d'utiliser un décocheur à lacet plus souple favorisant un meilleur lâcher de corde,
- Lors du choix d'un décocheur, il ne faut pas oublier le réglage de l'allonge qui est différent de celui pour le tir au doigt,
- Que le décocheur soit à main ou au poignet, il est important de pouvoir régler la sensibilité de la gâchette,
- Prendre garde au décocheur à déclenchement sur front montant (ils réagissent sur un seuil de puissance) car ils sont très sensibles et permettent difficilement un retour de corde sans échappement.

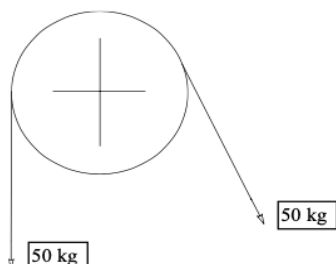
2) Descriptif et fonctionnement de l'arc à poulies

Voir annexe n°1

3) Connaissance de son arc

3.1) Principe de fonctionnement

Principe de la poulie :



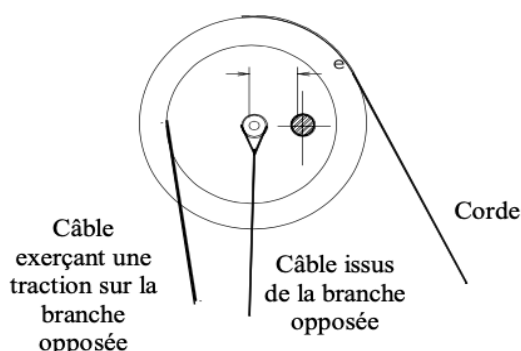
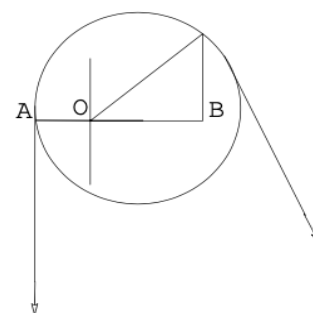
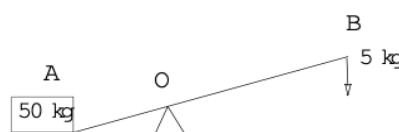
Une poulie a pour fonction de changer la direction d'une force sans en changer sa valeur (ex : lorsque nous levons de fortes charges avec un poulie, nous tirons l'équivalent de la charge mais le simple fait de changer la direction de traction nous permet d'utiliser au mieux nos muscles)

Par contre, si on déplace ou si on excentre le centre de rotation de la poulie, nous modifions le bras de levier.

Ainsi lorsque vous souhaitez déplacer une charge, en utilisant le principe du levier, vous pouvez démultiplier votre force en jouant sur les distances inter-appuis. ex : pour soulever une masse de 50 kg, si la distance OB est 10 fois supérieure à OA, vous exercerez seulement une force légèrement supérieure à 5 kg. Par contre le déplacement de la masse ne sera que de 1 pour 10 (1cm pour la masse contre 10 cm pour vous).

En appliquant ce principe à notre poulie, nous pouvons grâce à cette excentration, exercer une force moindre sur la corde alors que la force de rappel dans le câble est 50 % ou 60 % supérieure.

Notons que l'archer, en exerçant une traction sur la corde, en roule le câble qui lui même exerce une traction sur la branche opposée et de même pour la poulie opposée. De ce fait, l'arc est soumis, en quelque sorte à une compression.



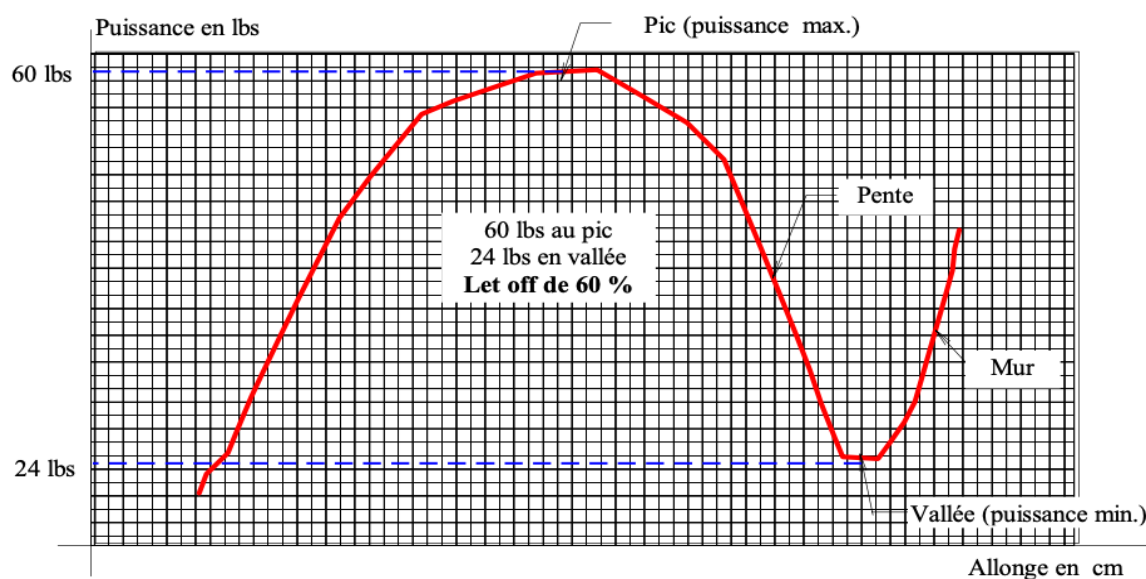
Lors de notre développement ci-dessus sur l'effet du bras de levier, nous avons noté que certes cette effet permettait de diminuer l'effort à exercer pour soulever une charge mais qu'en contre partie il ne permettait qu'un faible déplacement de cette charge. Dans la conception de l'arc à poulies, il est intéressant d'exploiter ce phénomène car autant l'allonge (traction sur la corde) doit être grande, autant il est souhaitable que la compression de l'arc (déplacement des branches) soit faible.

Pour cela, nous allons forcer le phénomène en diminuant le diamètre d'enroulement du câble et pour cela nous juxtaposons une deuxième poulie ou deuxième came à celle de la corde.

3.2) Courbe puissance/allonge

Chaque arc possède sa propre courbe puissance/allonge et la connaître permet de mieux comprendre les réactions de l'arc au cours du tir. Cette courbe caractérise en fait l'évolution de la puissance de l'arc en fonction de l'allonge.

Pour tracer cette courbe, il est nécessaire d'accrocher l'arc à un peson possédant une échelle de 0 à 80 # et de tracter la corde progressivement tout en notant tous les 2 centimètres, la puissance mesurée. En reportant ces points sur un graphe et en les joignant, nous obtenons cette courbe.



Plusieurs points notables y apparaissent :

- Le pic caractérisant la puissance maximum de l'arc, ce point correspond à la position de la poulie ou de la came pour laquelle nous avons l'axe passant par le centre de la poulie et le centre de rotation perpendiculaire à la branche. Cette position correspond au bras de levier maximum de la force exercée par la branche opposée par rapport à l'axe de rotation de la poulie considérée.

- La vallée caractérisant la puissance minimum de l'arc (ou démultiplication, let off maxi), ce point correspond à la position de la poulie ou de la came pour laquelle nous avons l'axe "centre poulie - centre de rotation" parallèle à la branche. Cette position correspond au bras de levier minimum de la force exercée par la branche opposée par rapport à l'axe de rotation de la poulie considérée.



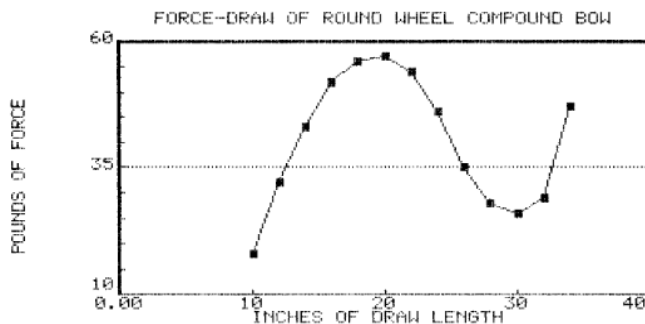
- Le mur apparaît lorsque les poulies sont complètement sorties et que l'on continue à tirer, dans ce cas la traction s'exerce directement sur les branches.

- La pente caractérise le passage du pic à la vallée. Plus cette pente sera forte, plus le départ de flèche sera net et rapide.



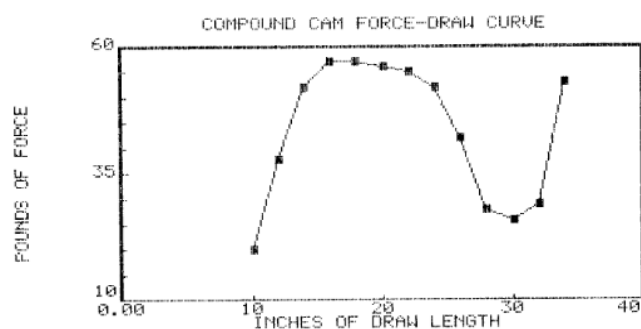
Le terme "Let-off" caractérise la démultiplication due à l'excentration du centre de la poulie par à son axe de rotation. Plus cette excentration sera importante, plus le let-off sera important. Les valeurs courantes atteintes aujourd'hui vont de 50 à 75 %. Le choix dépend du type de tir et des sensations recherchés par l'archer.

La forme de cette courbe dépend essentiellement du profil de la poulie ou de la came utilisée. En observant les courbes ci-dessous, vous remarquerez que la pente d'une came est plus forte que celle d'une poulie et que la vallée d'une came est plus étroite que celle d'une poulie.



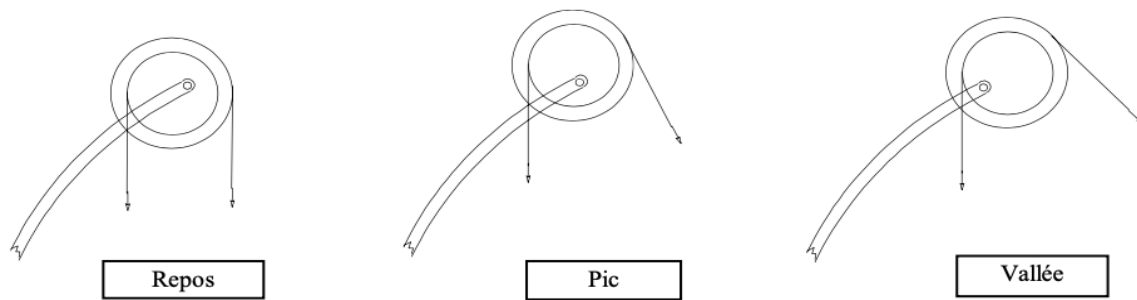
Ces éléments sont à prendre en compte dans le style de tir choisi :

- Un tireur au doigt choisira plus facilement un arc équipé de poulies car la vallée lui permettra une plus grande souplesse dans son allonge,



- Un tireur au décocheur choisira au contraire un arc à came pour l'étroitesse de la vallée, ce qui lui permettra d'avoir un repère plus précis en allonge.

Ces points sont également importants pour l'étalonnage de votre allonge et les repères avant échappement. En effet, il est indispensable que vous vous soyez dans la vallée lors de l'allonge maxi.



Certains archers souhaitent atteindre le « mur » afin de créer en quelquesorte une butée confirmant la pleine allonge. Ce choix demande d'une part à ce que la vallée soit très étroite et à ce que la pente du mur soit très forte. Ces deux spécificités sont caractéristiques des cames.

Toutefois, il ne faut pas oublier que l'archer possède des repères faciaux qui lui sont propres et qui lui permettent, lors de l'armement, de sentir la position idéale propice à l'échappement. Lorsque ces repères sont atteints, l'index, le pouce, ou bien même le petit doigt appui sur la gâchette du décocheur tout en conservant la continuité du geste. Le but étant d'avoir un échappement en ligne.

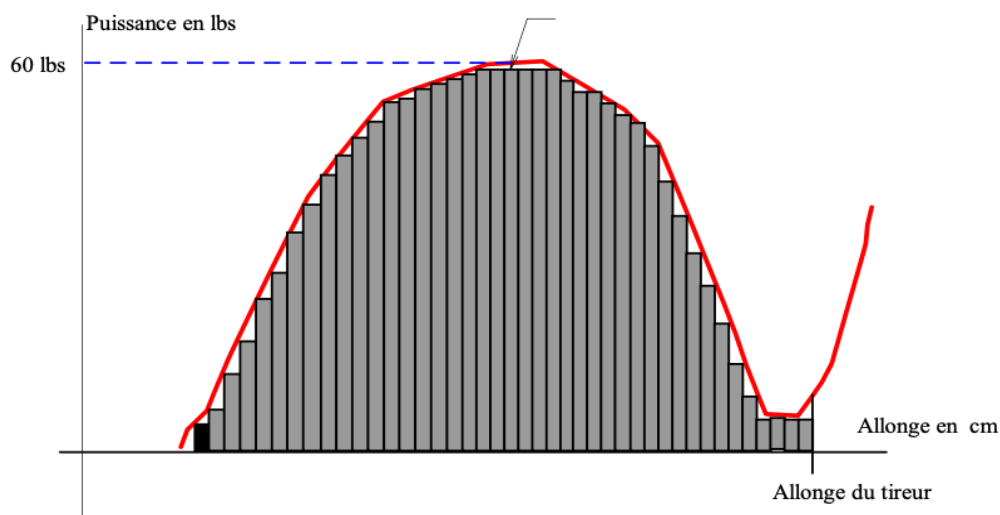
Pour les tireurs au doigt, l'effleurement des repères provoque le relâchement des doigts et le lâcher de corde tout en conservant également la continuité du geste.

En harmonisant l'allonge obtenue dans la vallée et l'allonge réelle du tireur, nous pourrions optimiser cet échappement.

3.3) Rendement de l'arc

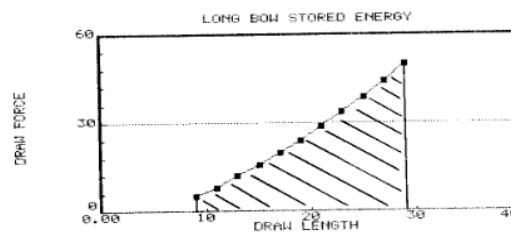
Lorsque nous tirons sur notre corde, nous accumulons de l'énergie potentielle et cette énergie sera restituée en partie à la flèche sous forme d'énergie cinétique. Cette énergie cinétique donnera la vitesse nécessaire à la flèche pour atteindre le blason sous forme d'impact. Nous comprenons bien que plus énergie potentielle accumulée sera importante plus la flèche disposera d'une énergie cinétique importante.

Cette **énergie potentielle** peut être déterminée en mesurant la surface sous la courbe (puissance/allonge). A l'aide de bâtonnets de largeur unitaire et de hauteur mesurable, nous pouvons déterminer des éléments de surface dont nous pourrions faire la somme et obtenir ainsi une approximation de cette surface sous la courbe..



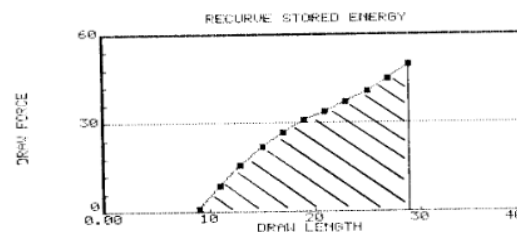
En comparant l'énergie potentielle emmagasinée dans un arc à poulies avec celles emmagasinées dans un arc long bow ou recurve, nous constatons que les rendements sont sans cesse croissants au fur et à mesure de l'évolution des arcs :

L'arc « Long Bow » a une courbe relativement droite, la force de traction est quasi proportionnelle à l'allonge. L'énergie stockée est représentée par l'aire entre cette courbe l'axe de l'allonge dans les limites de l'allonge mini et maxi. Comparativement aux autres types d'arcs, l'énergie potentielle est relativement faible. Le tireur est souvent obligé de compenser ce manque par le choix d'un arc plus puissant.



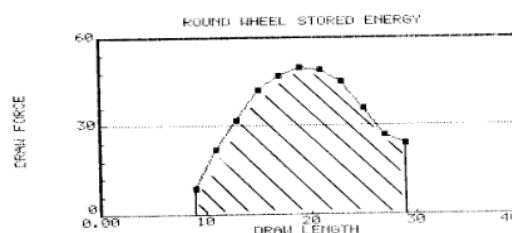
Long Bow

L'arc recurve a une courbe plus arrondie, ce qui lui permet d'emmagasiner un peu plus d'énergie potentielle. La conséquence directe est que l'énergie cinétique de la flèche sera plus importante. En conséquence, le tir sera plus tendu.



**A
Arc Recurve**

L'arc compound a une courbe plus en « cloche », l'énergie potentielle est donc plus importante pour que les arcs précédents. Il s'en suivra un tir très tendu. L'autre avantage est la démultiplication de l'effort de traction permettant à l'archer de ne pas avoir à maintenir l'effort de traction maxi en phase de visée.



Arc Compound

L'énergie cinétique est définie par la formule suivante : $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

m étant la masse de la flèche en kg

v sa vitesse en m/s

E_c énergie cinétique en joules

la masse de la flèche est connue, reste à déterminer sa vitesse. Pour cela, on utilise un « Arrowmeter » (fenêtre métallique avec dispositif de détection du passage de la flèche et de son temps de traversée. La vitesse obtenue (de l'ordre de 200 km/h soit 55,6 m/s) permet de calculer E_c .

Le rendement de l'arc sera défini ainsi : $\eta = \frac{E_c}{E_p}$ qui peut être de l'ordre de 90% pour un arc à poulies.

Application : En prenant comme unité d'allonge le cm et comme unité de puissance la livre anglaise que nous convertirons en kg (1 livreGB = 0,454 kg) , nous obtiendrons une surface S en kg/cm.

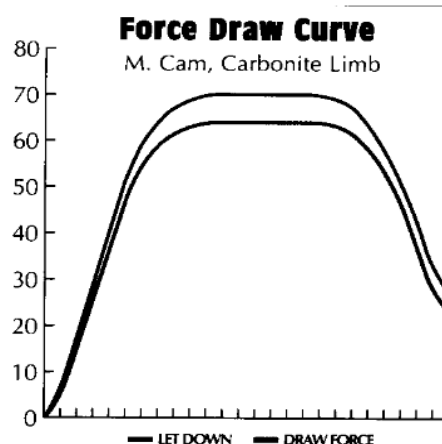
En appliquant le coefficient $k = 9,81/100 = 0,0981$ à cette surface S, nous obtiendrons l'énergie potentielle en Joules.

ex : pour une surface mesurée de 1813 livre/cm c'est à dire 823,1 kg/cm, nous obtenons une énergie de $0,0981 * 823,1 = 45,2$ Joules.

L'énergie cinétique transmise sera, si l'arc est supposé idéal, de 80,7 joules soit pour une flèche ayant pour masse 30 g, une vitesse résultante de 73,4 m/s soit 264 km/h.

On comprend facilement que l'énergie cinétique dépend de la masse de la flèche et du carré de sa vitesse. A énergie potentielle égale, une flèche légère sera plus rapide qu'une flèche lourde. Cette information est importante pour minimiser la balistique de la flèche. Plus la flèche aura une grande vitesse, plus le tir sera tendu et moins l'archer sera perturbé par la végétation.

Remarque : On parle ici de rendement très élevé. Si on trace la courbe inverse (en partant de la vallée et en remontant vers le pic), on constatera que le pic est moins élevé au retour ce qui correspond à une courbe en dessous de la précédente. Ceci est dû au fait qu'une partie de l'énergie potentielle est dissipée dans les frottements des poulies sur les axes, également dans l'énergie cinétique des branches et enfin dans les vibrations. Cette énergie perdue est comprise entre 5 et 15% selon la qualité des arcs.

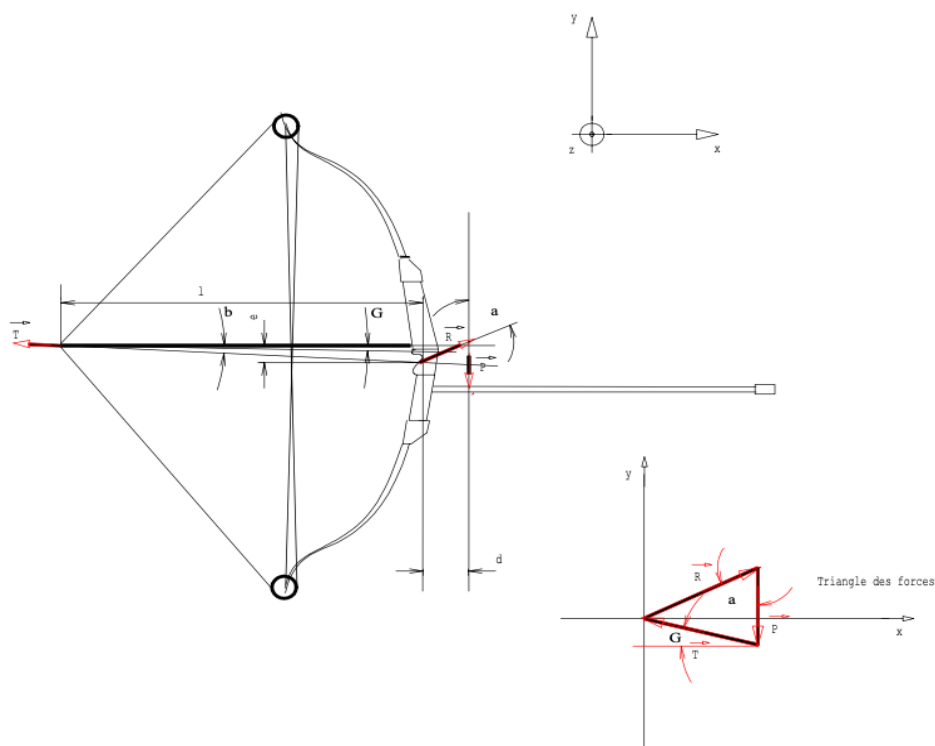


4) Réglages préliminaires de l'arc à poulies

4.1) Modélisation des efforts appliqués à l'arc et à la flèche

Pour bien comprendre la sortie de flèche, il est nécessaire de faire un bilan qualitatif des forces exercées sur celle-ci :

Lors de l'armement, l'archer exerce une force de répulsion \vec{R} sur la poignée, particulièrement appliquée sur le grip et une force de traction \vec{T} sur la corde juste en dessous du point d'encoche. Hormis ces deux forces, l'arc est également soumis à son propre poids \vec{P} appliqué en son centre de gravité. L'équilibre de l'arc en traction résulte de ces trois forces coplanaires et concourantes.



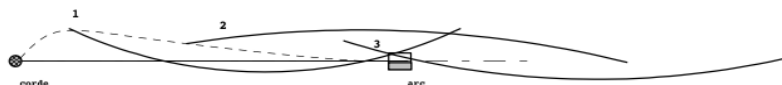
On peut également faire le même raisonnement si on isole la flèche en faisant le bilan des forces auxquelles elle est soumise.

- Force de traction de la corde sur l'encoche
- Résultante de l'appui du repose-flèche sur le fût
- Poids de la flèche appliqué en son centre de gravité.



Lors de l'échappement, la force initiale de traction de la corde sur l'encoche devient force de propulsion \vec{P}_r , le poids \vec{P} reste inchangé, mais la réaction aux appuis est complétée maintenant par une force de frottement \vec{R} .

Pour un tireur au doigt, la corde, de par son roulement sur les doigts de la main de corde, va être déviée de son plan théorique de propulsion. Par conséquent, la flèche va être soumise à une force de propulsion qui ne sera plus dans ce plan théorique et ainsi, elle subira une flexion supplémentaire (phénomène du paradoxe).



Pour optimiser la sortie de flèche, il est recommandé que la force de propulsion de l'arc soit coaxiale au fût.

4.2) Réglage de l'allonge

Le réglage de l'allonge a deux objectifs :

- avoir une allonge suffisante pour trouver ses repères faciaux ,
- être dans la vallée lorsque l'on a atteint son allonge nominale.

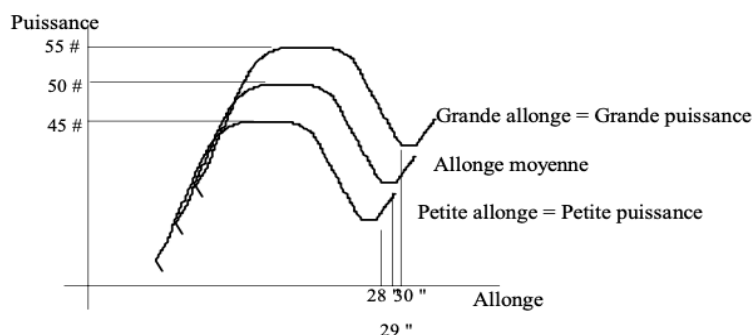
Le premier objectif est relatif au choix de l'arc et de ses poulies. Il faut en effet choisir un arc équipé en sorte qu'il correspondent à la morphologie de l'archer. A ce titre, la plupart des arcs, aujourd'hui, possèdent des poulies à allonge multiple (par exemple : de 27 à 29 pouces avec réglage intermédiaire de 1'' en 1'' ou 1/2'' en 1/2'') avec dispositif à cran ou à vis avec plusieurs positions .

Le premier réglage consiste à vérifier que les deux poulies sont sur le même cran pour assurer au minimum leur synchronisme.

Ensuite pour atteindre l'allonge désirée, il est nécessaire de changer de cran. Le cran le plus près de la corde donnera la plus petite allonge (enroulant le plus la corde), celui le plus près des câbles la plus grande allonge (déroulant le plus la corde).

Attention : une allonge trop petite donnera un enroulement de la corde trop important pour un arc non adapté, la corde, ou le câble qui lui est directement lié risquera de s'enrouler sur un tour complet et ainsi de quitter sa gorge lors de l'échappement ou de se rompre par usure prématurée.

En changeant d'allonge, vous modifiez la puissance au pic :

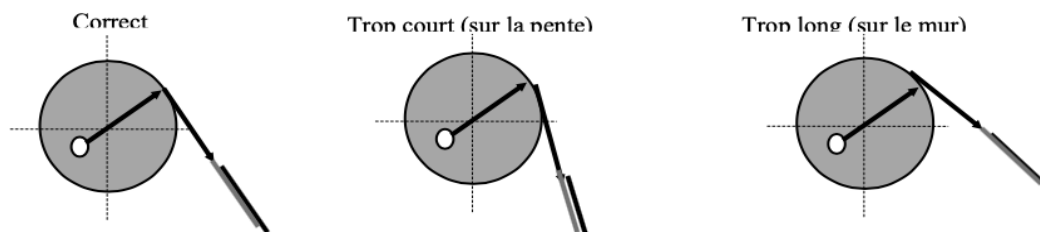


Pour un même arc :

- Grande allonge = grande puissance
- Petite allonge = petite puissance

L'arc sera bien adapté lorsque l'archer atteindra sa pleine allonge dans la vallée (voir chapitre précédent). Des repères disposés sur les poulies permettront de juger rapidement de l'obtention de ce réglage.

L'axe axe-centre poulie doit être perpendiculaire à la corde pour que le réglage soit optimal. Ce qui concrétise également par la fin du contact de la corde sur la poulie presque au niveau de la pointe de la flèche que vous aurez dessiné sur votre poulie.



4.3) Réglage de la hauteur du point d'encochage

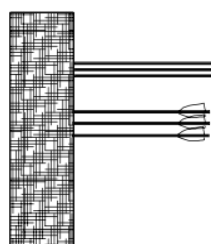
Compte tenu du bilan des efforts appliqués à l'arc et à la flèche, il apparaît important d'optimiser l'équilibre de l'action de chaque effort de branche sur la corde et par conséquent sur la flèche. Pour que cette dernière reste dans le plan horizontal de propulsion.

Le réglage du point d'encochage consiste à ce que la droite contenant l'appui du repose-flèche et le point d'encochage appartienne à ce plan de propulsion. Ainsi, la sortie de flèche se fera dans le plan contenant le point d'appui du repose-flèche et le point d'application de la résultante des efforts de branche de modules identiques.

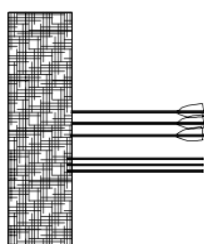
Ce réglage dépend du tiller de l'arc et, dans un premier temps, pour minimiser son influence, le band de la branche haute sera identique à celui de la branche basse.

Méthode de réglage du point d'encochage :

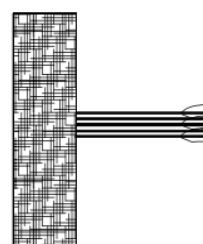
- Préparer 3 flèches empennées et 3 flèches non empennées ayant toutes une position du centre de gravité identique,
- A 10 m de la cible, tirer dans un ordre indifférent les flèches empennées et celles non empennées,
- Observer la position des flèches non empennées par rapport aux flèches empennées :



Point d'encochage trop bas



Point d'encochage trop haut

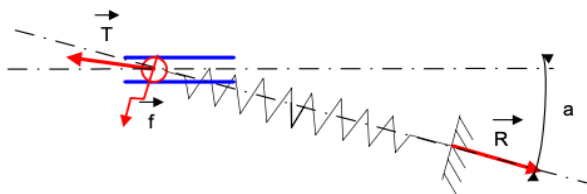


Point d'encochage correct

4.4) Réglage du latéral de la sortie de flèche

Or, pour ce, on devrait régler empiriquement le latéral de la flèche de manière à ce que la flèche soit dans le plan contenant la gorge des poulies. Certains ouvrages recommandent de prendre comme plan de propulsion le plan de symétrie de l'arc passant par le grip.

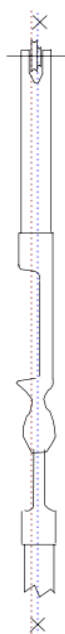
Nous voyons sur le schéma ci-dessous que la force de traction dépend de la force de répulsion et de la force exercée par la gorge de la poulie sur la corde. Lors de la traction les forces de traction et de répulsion vont s'aligner de façon à minimiser la force f .



A l'échappement, la force de traction va se transformer en force de propulsion (réaction d'un ressort au lâcher), par contre l'effet de la poulie va guider la corde suivant le plan de symétrie de cette poulie.

Notons que l'angle "a" est très faible (pour une allonge de 71 cm avec excentration de la poulie de 0,5 cm par rapport à au plan de symétrie de l'arc, l'angle est de 0,4 deg).

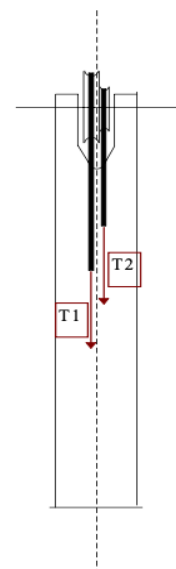
Pour optimiser la sortie de flèche, il est possible :



- 1) d'aligner les poulies dans le plan de symétrie de l'arc passant par le centre du grip,
- 2) d'aligner le grip dans le plan des poulies,
- 3) de placer la flèche dans le plan des poulies, ainsi la pointe et l'encoche seront dans le même plan de propulsion.

* La première solution va très vite poser un très gros problème de torsion des branches car les actions des câbles primaires et de la corde secondaire ne vont plus s'équilibrer. Et ainsi la branche, pendant la flexion, sera soumise à un effort excentré favorisant sa torsion.

* La deuxième solution est préférable, d'autant plus qu'elle ne demande qu'une adaptation du grip. Avec un grip plus large pouvant être déplacé en latéral, il devient très facile de retrouver l'alignement recherché (l'utilisation actuelle de poignée d'arc usinée permet d'en diminuer l'épaisseur et par conséquent facilite l'obtention d'un jeu entre le grip et cette poignée).



* La troisième solution est actuellement la plus utilisée car elle garantit la propulsion de la flèche dans un plan parallèle au plan de symétrie de l'arc. Néanmoins, si l'on s'en tient à ce que nous avons vu précédemment en faisant le bilan des forces appliqué à l'arc, nous n'utilisons pas la force de propulsion à 100% .

Méthode de réglage du latéral :

Compte tenu de notre développement précédent, il convient de vérifier en premier lieu les axes respectifs de l'arc complet, le plan des poulies, et celui du grip.

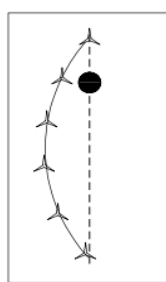
Pour la plupart des arcs, le grip est aligné dans l'axe de l'arc et le plan contenant les poulies est distant de 3 à 8 mm de celui de l'arc.

Dans un premier temps, aligner la flèche dans l'axe de la corde (Cf photo jointe) pour les tireurs au décocheur et légèrement vers l'extérieur de l'arc pour un tireur au doigt (d'une demi pointe à une pointe). Rappelons que ce réglage reste très approximatif et nécessite dans tous les cas d'être affiné par plusieurs tirs suivant la méthodologie ci-dessous :

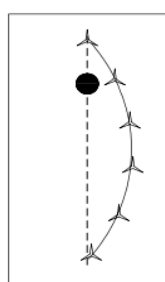
Procéder par un tir à plusieurs distances (ce tir nécessite au minimum six flèches identiques) :

- Disposer un vieux blasons retourné en ayant au préalable tracé un axe vertical et un cercle noir de 4 cm de diamètre,
- Régler son viseur à 15 m de manière à être dans l'axe de la cible plein centre,
- Puis commencer à 5 m puis 10m, 15, 20, 25, et 30,
- Si vous disposez de plus de 6 flèches vous pouvez doubler vos distances ou faire des distances intermédiaires,
- Au cours du tir, vous verrez apparaître une figure dessinée par vos différents impacts :

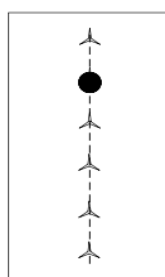
GAUCHER



Repose-flèche trop sorti

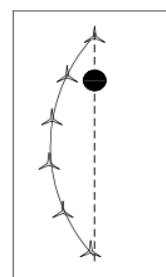


Repose-flèche trop rentré

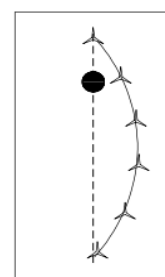


Alignement correct

DROITIER



Repose-flèche trop rentré



Repose-flèche trop sorti

Pour vous rappeler du rapport entre l'orientation de la figure et la sortie de flèche, notez que la flèche aura toujours une réaction inverse au sens de sa propulsion.

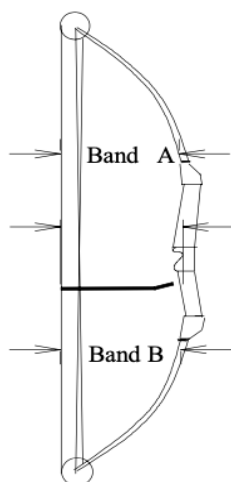
4.5) Réglage du tiller

A l'origine, le tiller était un bâton que l'on plaçait entre le point d'encocheage et un point d'appui sur le grip dont la longueur permettait de reproduire l'allonge de l'archer. Ainsi, on encochait une flèche au préalable posée sur le repose-flèche et on réglait la position des branches de manière à ce que la droite formée par leur extrémité libre soit perpendiculaire à l'axe de la flèche.

Le but de ce réglage était de donner aux branches une position initiale à l'armement telle qu'elles puissent arriver synchronisées en fin de course à l'échappement.

En effet, l'intérêt du réglage du tiller est de synchroniser les branches en phase d'échappement pour que la sortie de flèche soit la plus coaxiale possible à l'axe de propulsion formé par le plan horizontal et le plan vertical recherchés précédemment.

En ce qui concerne l'arc à poulies, il faut donc que les poulies soient synchronisées dans leur rotation. Une rotation de 45° de la poulie haute doit être simultanée à une rotation de 45° de la poulie basse.



Mesure du Tiller = band A - band B

1ère méthode de réglage statique du tiller :

On peut s'affranchir du bâton décrit précédemment en le remplaçant tout simplement par l'archer lui même. Pour cela :

- Préparer un cadre en bois ou en carton équipé de deux axes de symétrie matérialisés par des ficelles tendues,
- Se positionner en fin d'armement à pleine allonge,
- Avec l'aide d'un collègue, vérifier la perpendicularité entre l'axe de la flèche et la droite passant par les axes des poulies.

2ème méthode de réglage statique du tiller (vérification de la synchronisation de rotation des poulies) :

- A l'aide d'un repère disposé de manière identique sur chaque poulie (par exemple axe passant par le centre de la poulie et son axe de rotation),

- Vérifier avec l'aide d'un collègue, que ces repères ont la même position à pleine allonge.

Méthode de vérification dynamique du réglage de tiller :

Lorsqu'un tiller est correctement réglé, l'arc sort parfaitement vertical de la main de l'archer au retour des branches en phase d'échappement puis il bascule vers l'avant ou vers l'arrière selon la position de son centre de gravité.

S'il s'avère, qu'au retour des branches, l'arc a tendance à basculer instantanément vers l'avant, la branche du haut domine sur celle du bas, il faut diminuer son band et inversement si cela concerne la branche du bas.

4.6) Inclinaison de l'arc

Certains archers ont tendance à incliner légèrement leur arc au cours de l'armement :

Ce défaut a pour conséquence de provoquer une erreur de latéral à l'impact :

on peut estimer l'erreur en utilisant la formule suivante :

$$x = \frac{h.D.\sin\alpha}{d} \quad \text{avec}$$

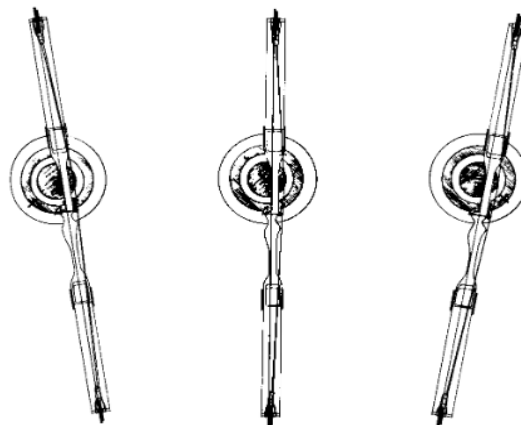
h : distance entre oeilleton et flèche en cm

D : distance entre archer et cible en cm

d : allonge réelle de l'archer en cm

x : erreur latérale en cible en cm

α : inclinaison de l'arc en degrés



A savoir qu'une inclinaison de l'arc de 1° peut provoquer une erreur d'impact en latéral de 5 cm à 15 m.

5) Affiner les réglages

5.1) Passage de la fenêtre

Une bonne sortie de flèche est obtenue lorsque cette dernière ne touche pas la fenêtre, ni le repose-flèche. La seule méthode est de saupoudrer du talc ou un spray équivalent à l'intérieur de la fenêtre ou sur l'empennage de la flèche. Si la flèche touche cette fenêtre lors de sa sortie, une trace caractéristique apparaîtra.

Selon l'importance la trace, on pourra y remédier en :

- favorisant le passage de flèche au niveau du repose-flèche soit en assouplissant le ressort pour les repose-flèches à effacement, soit en écartant la lame inférieure de la fenêtre pour les repose-flèches fixes.
- pivotant légèrement l'encoche pour favoriser le passage de l'empennage,
- inclinant les plumes lors de leur collage pour dégager la flèche de la fenêtre.

5.2) Test de la feuille

En fixant une feuille de papier sur un cadre de 60*60 cm, et en le disposant à 1m50 de la cible, l'archer peut étudier sa sortie de flèche en tirant sur la cible au travers de la feuille. La distance de tir sera à 10 m maximum de la cible.

Lorsque la flèche transperce la feuille, on peut y distinguer l'impact de la pointe et celui de l'empennage. Le but est de centrer les deux impacts de manière à n'avoir qu'un seul orifice.



Il sera difficile d'obtenir un impact du type A à cette distance, les cas les plus courants pourront être B ou C pour un tireur droitier. Toutefois, il faut bien noter que la distance entre l'impact de la pointe et l'impact de l'empennage reste très faible.

Lorsque l'impact de l'empennage est situé au-dessus de celui de la pointe, il s'agit d'un problème de position du point d'encoche sur la corde. Dans le cas présent (D), le point d'encoche est trop haut.

Si l'empennage est situé au-dessous de la pointe, le point d'enchage est trop bas.



Dans le cas où l'impact de l'empennage est à droite ou à gauche de celui de la pointe, il s'agit d'un problème de compatibilité de tube de flèche avec la puissance de l'arc à l'allonge de l'archer.

Dans le cas présent (E), pour un archer droitier, le tube est trop raide (inversement pour un gaucher).

Si l'empennage est à gauche de la pointe, toujours pour un droitier, le tube est trop souple (inversement pour un gaucher)



Plusieurs solutions existent pour assouplir ou rigidifier un tube de flèche, nous allons les développer dans le chapitre sur le choix des flèches.

6) Réglage du système de visée

Comme nous l'avons noté dans le 1er chapitre, le choix du viseur a son importance. Dès que le choix du viseur est fait, deux situations sont à distinguer :

- L'archer tire au doigt auquel cas il doit se contenter d'un simple point de visée, l'autre point nécessaire pour la ligne de mire sera un repère facial.
- L'archer tire au décocheur. Dans ce cas, il lui est fort conseillé d'équiper son arc d'une visette. Cet accessoire lui permettra de créer une ligne de mire à l'aide de l'oeillette et de la visette. Plusieurs type de visette sont disponibles sur le marché :

- La visette à trou simple avec accrochage sur la branche par élastique,
- Le « peep sight » avec réglage de la taille de l'orifice possible et accrochage sur le câble primaire par élastique,
- La visette à trou simple sans accrochage,
- La visette à lentille.

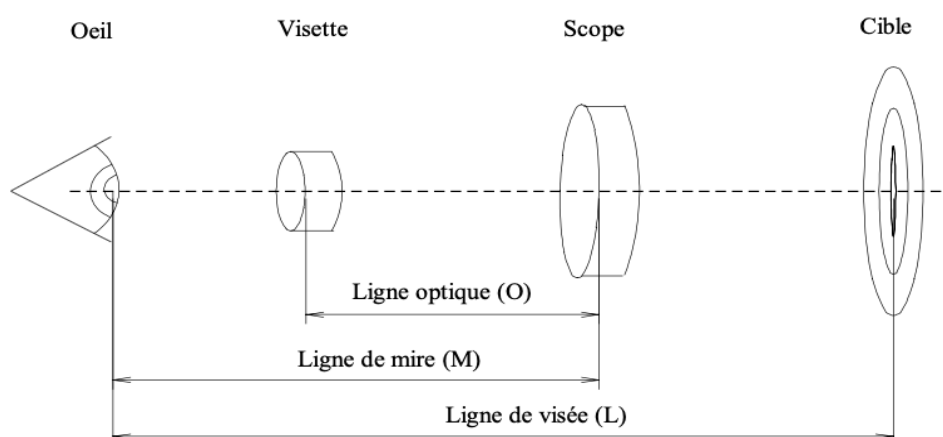
Toutes ces visettes ont la même fonction et présente chacune leurs avantages et inconvénients. Nous allons plutôt développer ici les consignes d'installation et de réglage.

La visette doit être insérée dans le câble en répartissant les fibres de part et d'autre de celle-ci. Des petites ligatures amont et aval permettront, dans un premier temps de la placer à hauteur de l'oeil de visée.

Important : Le premier réglage de la visette consiste à la placer à la hauteur de l'oeil sans modifier les repères faciaux. Ce point est fondamental car il faut considérer la visette comme une aide supplémentaire au placement et la visée et non comme l'unique point de placement.

Pour faire ce réglage préliminaire, faites vous aider d'un autre archer qui vous indiquera si votre position est correcte lors de cette mise en place. Une fois la position définitive atteinte, faites les ligatures définitive. Au cas ou la position ne se révéler pas confortable, n'hésitez pas à refaire le réglage.

Pour les tireurs au scope, il est important d'optimiser votre système de visée et à plus particulièrement votre image de visée .



Pour cela deux choix possibles (tableau issu de la revue « Tir à l'Arc » n°750) :

Connaissance et réglages de l'arc à poulies / Olivier BOULY		Page 20

Je souhaite...	Je dois...	J'aurai pour inconvénients...	Conseils...
- grossir l'image de la cible dans le scope pour mieux localiser le point de visée sur cette dernière.	- augmenter la distance entre la visette et le scope (en éloignant le scope), - augmenter la dioptrie de ma lentille, - augmenter le diamètre du trou de ma visette.	- une baisse de la netteté de l'image de visée, - une accentuation de la perception de l'instabilité de mon viseur, - une plus grande difficulté de me situer en cible par vent fort.	- si vous choisissez de grossir l'image de la cible, il sera souhaitable d'accentuer la qualité* de votre lentille. * Homogénéité et régularité de la surface du verre (géométrie), la tolérance de la dioptrie, épaisseur du verre, l'indice de transmission de la lumière (l'antireflet a le meilleur indice 99,5%)
- améliorer le netteté de mon image de visée.	- réduire le diamètre du « trou » de ma visette, - réduire la dioptrie de ma lentille de scope, - changer de lentille pour une qualité supérieure, - installer une visette « loupe ».	- de réduire le grossissement de mon image de visée, - de réduire la luminosité de mon image de visée, - avec la visette loupe, réduction du diamètre et de la netteté du point de visée. Vous risquez aussi par temps de pluie de passer beaucoup de temps à essuyer votre verre de visette sans compter celui du scope.	- il faut trouver le compromis entre la netteté de l'image de visée et le cerclage visette/scope.

L'alignement des points de visée est obtenu en plaçant les points A, B, et C sur le même axe.

Pour bien comprendre l'intérêt de cet alignement, prenons pour exemple un décalage du point C de 0,2 cm. avec :

M : distance de l'oeil au scope (ex : 86 cm)

r : rayon du point de visée (ex : 0,1 cm)

O : longueur de la ligne optique (ex : 80 cm)

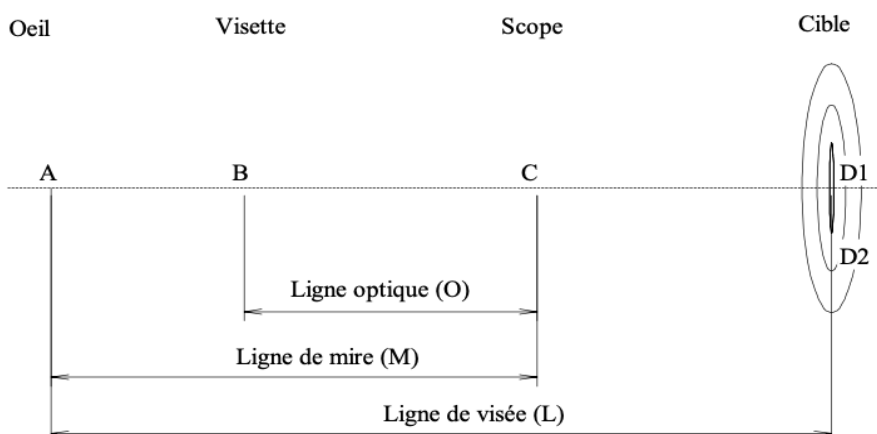
D : centre de la cible, D1 : point de visée en cible

L : distance de l'oeil à la cible (ex : 1800 cm)

D2 : impact de la flèche, d : décalage scope

en appliquant les rapports entre distance et décalages : $\frac{d}{D1D2} = \frac{O}{L}$

d'où le décalage en cible $D1D2 = 1800 \cdot \frac{0,2}{80} = 4,5\text{cm}$ pour un cible de diamètre 40 cm cela correspond au 8 au lieu du 10 plein centre.



Taille du grain d'orge :

Le même raisonnement que précédemment peut être appliqué à la taille du grain d'orge. En effet en considérant que ce grain d'orge a un diamètre de 2mm soit $r=1\text{mm}$ de rayon, l'imprécision (notée D1D2 comme l'exemple précédent) vaut :

$$D1D2 = r.L/M$$

soit dans notre exemple $D1D2 = 0,1.1800/86 = 2,09 \text{ cm}$

d'où l'importance de bien axer la visette, le grain d'orge du scope et la cible. L'archer pourra centrer le grain d'orge par rapport au contour du 9.

7) Choix des flèches

Les flèches représentent le projectile propulsé par l'arc, devant atteindre la cible et cela un certain nombre de fois avec la même régularité.

Compte tenu de cet objectif, il est impératif de choisir au mieux ses flèches. Rappelons en les caractéristiques :

Elles sont constituées

- d'un tube cylindrique ou appelé « fût » ,
- d'une pointe appelée enferron,
- d'une encoche,
- et d'un empennage.

7.1) Choix du tube

. le fût peut être en bois, alliage d'aluminium, fibres de verre, fibres de carbone seules ou en renfort d'un tube en aluminium. Il peut être entièrement cylindrique ou fusoïde.

- Les fûts en bois ne sont plus guère utilisés que par les tireurs au Long bow soucieux des traditions.
- Les fûts en fibres de verre sont utilisés essentiellement pour la pêche à l'arc.
- Les fûts en aluminium sont encore largement utilisés aussi bien par les arcs classiques que par les arcs à poulies. On leur reproche leur lourdeur pénalisante pour les longues distances. Plusieurs qualités d'alliage d'aluminium sont à distinguer :

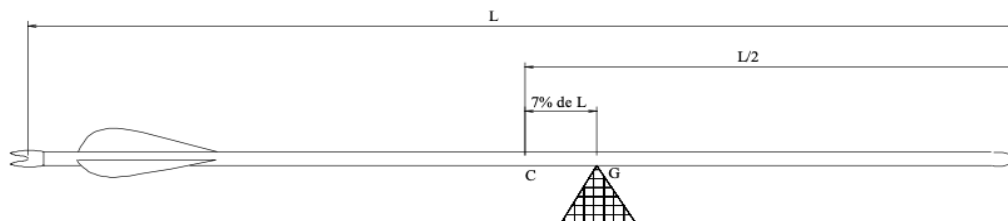
Dans la gamme Easton :

- Qualité E75 : bas de gamme ayant pour inconvénient une faible résistance à la flexion (alliage tendre)
- Qualité XX75 et XX78 : qualité milieu de gamme ayant une bonne réponse en spine et une régularité en masse linéaire et diamètre.
- Qualité X7 : Haut de gamme possédant une très bonne réponse en spine et une excellente régularité en masse linéaire et diamètre ainsi qu'une très belle finition.
- Les fûts en aluminium renforcé par du carbone présente l'avantage d'allier une très bonne réponse en spine et une excellente régularité en diamètres interne et externe. Ces tubes peuvent être fusoïde (ACE Easton) ou cylindrique (ACC Easton). Les premiers présentent une meilleure réponse en spine que les seconds tout en gagnant en poids.
- Les fûts en carbone seul (gamme Beman essentiellement) présentent un avantage en poids supplémentaire que les précédents et résistent mieux au choc par contre ils ont une moins bonne régularité en diamètre.

7.2) Choix de la pointe

. La pointe ou « enferron » joue un rôle fondamentale en aérodynamique, pouvoir de pénétration, emplacement du centre de gravité, assouplissement du tube. Elles peuvent être de forme conique, ogivale (le plus courant), être montées directement sur le fût ou par l'intermédiaire d'un insert sur lequel elles sont vissées. Les pointes de chasse sont à distinguer de ces dernières par leur spécificité relative au gibier.

- Emplacement du centre de gravité : La position du centre de gravité est mesurée à partir du centre de la flèche



Ce centre de gravité noté « G » dans la figure ci-dessus doit être situé impérativement entre le centre de la flèche et la pointe. Pour un tube donné, plus la pointe sera lourde, plus le centre de gravité sera éloigné du centre.

Pour des tubes en aluminium avec pointe ogivale directement sur le tube, il est d'usage de parler de pointe 7 ou 9%.

Pour des tubes en carbone, le centre de gravité se situera plus vers 10 à 13%.

- Assouplissement du tube : Nous avons dans les chapitres précédents que la flèche « flambait » lors de la propulsion. Ce flambage est en rapport direct avec le poids de la pointe. Plus cette pointe sera lourde, plus le tube aura donc tendance à s'assouplir à la propulsion et ainsi permettre un meilleur passage de fenêtre. Par conséquent :

- Si un tube est trop « raide », on lui associera une pointe plus lourde donc une position de « G » de l'ordre de 9% pour un tube aluminium, ou supérieur à 12 à 13% pour un tube carbone.
- Si le tube est trop souple, on choisira une pointe plus légère : 7% pour un tube alu, 10 à 11 % pour un tube carbone.

La raideur du tube est fondamentale pour un groupement de flèche et elle est donc directement proportionnelle au spine et au poids de la pointe.

- Choix du tube :

Ce choix dépend du type d'arc utilisé (compound, recurve), de la puissance de l'arc à l'allonge de l'archer, de la longueur de la flèche et du poids de la pointe utilisée. Voir tableau en annexe 2

L'influence d'un décocheur est également à prendre en considération car il permet de tirer, pour une puissance d'arc donnée, un tube avec un diamètre plus faible que le tir au doigt.

L'utilisation de cames rapides par contre demande à avoir un tube plus « raide » qu'un arc à poulies.

ex : Pour un arc à poulies rondes, une puissance à l'allonge de l'archer de 60 lbs pour une longueur de flèche de 29 pouces avec une pointe de 100 grains recommande un tube de qualité XX75 de type 2117 ou 2215 sachant que la 2117 est plus lourde que la 2215.

7.3) Choix de l'encoche

Le choix de l'encoche reste un point également très important qui peut conditionner également vos groupements.

En premier lieu, l'encoche devra être choisie pour optimiser le pincement sur la corde :

- Un jeu trop important favorisera la chute de la flèche au cours de l'armement et occasionnera un lâcher à vide de la corde. Cette situation peut être fatale pour l'arc.

- Un pincement trop fort gênera le départ de la flèche à l'échappement et favorisera par conséquent le contact de l'empennage avec le repose-flèche ou la fenêtre de l'arc.

- Un jeu optimal pourra être vérifié en encochant la flèche sur la corde et en la disposant à la verticale. Un léger coup sur la corde doit décocher la flèche.

En ce qui concerne le montage de l'encoche sur la flèche, deux solutions sont possibles :

- Montage direct sur le tube possédant une extrémité conique (tube en alliage d'aluminium). Le montage est définitif et ne permet donc pas de réajuster la position angulaire de l'encoche par rapport au tube.

- Montage par insert sur le tube : Ce montage est très pratique car il permet la rotation éventuelle de l'encoche et son démontage en cas de changement. Par contre, il faut prendre garde à vérifier régulièrement la position de l'encoche car des positions d'encoche différentes perturberaient sérieusement la régularité de tir.

La forme de l'encoche conditionne sa rigidité pendant la propulsion de la flèche. Une encoche trop fine peut être trop souple et peut perturber la sortie de flèche. De même pour une encoche trop rigide.

7.4) Choix de l'empennage

Plusieurs types de plumes sont actuellement disponibles sur le marché :

- les plumes droites ou paraboliques plastiques souples,
- les plumes droites ou paraboliques plastiques rigides,
- les plumes naturelles ou imitation naturelles,
- les plumes de type « Spin Wing »,
- les plumes spécifiques telles que Flu flu,....

. La rigidité des plumes favorise la stabilité plus rapide de la flèche mais pénalise la sortie de flèche si elle n'est pas bien réglée.

. Les plumes naturelles ou imitation s'effacent mieux au passage de la fenêtre de l'arc mais demandent plus d'entretien notamment sous la pluie.

. Les plumes « Spin Wing » offre l'avantage de stabiliser la flèche plus rapidement en favorisant la rotation suivant son axe au cours du vol. Elles sont généralement plus adaptée à un tube en carbone plus rapide qu'à un tube alu. Elle ne pardonne pas une mauvaise sortie de flèche.

. La longueur des plumes est également à prendre en compte :

- Plus la plume est longue, plus elle stabilisera la flèche rapidement. Par contre elle aura plus de prise au vent et pénalisera un tir à longue distance par son poids et sa surface. Elle est à conseiller pour un tir en salle ou le tir nature.

- Plus la plume est courte, moins elle aura de prise au vent et moins elle sera lourde. Par contre, vu sa faible surface, elle stabilisera la flèche moins rapidement et pénalisera un tir à longue distance. Elle est à conseiller pour les tirs FITA extérieurs.
- Un compromis doit être trouvé pour le tir Field et le Fédéral.

. Lors du montage des plumes, il est conseillé de les incliner de 1 ou 2° vers l'extérieur de l'arc. Ce montage permet de faire tourner la flèche suivant son axe en la dégageant de la fenêtre de l'arc et par conséquent de la stabiliser plus rapidement.