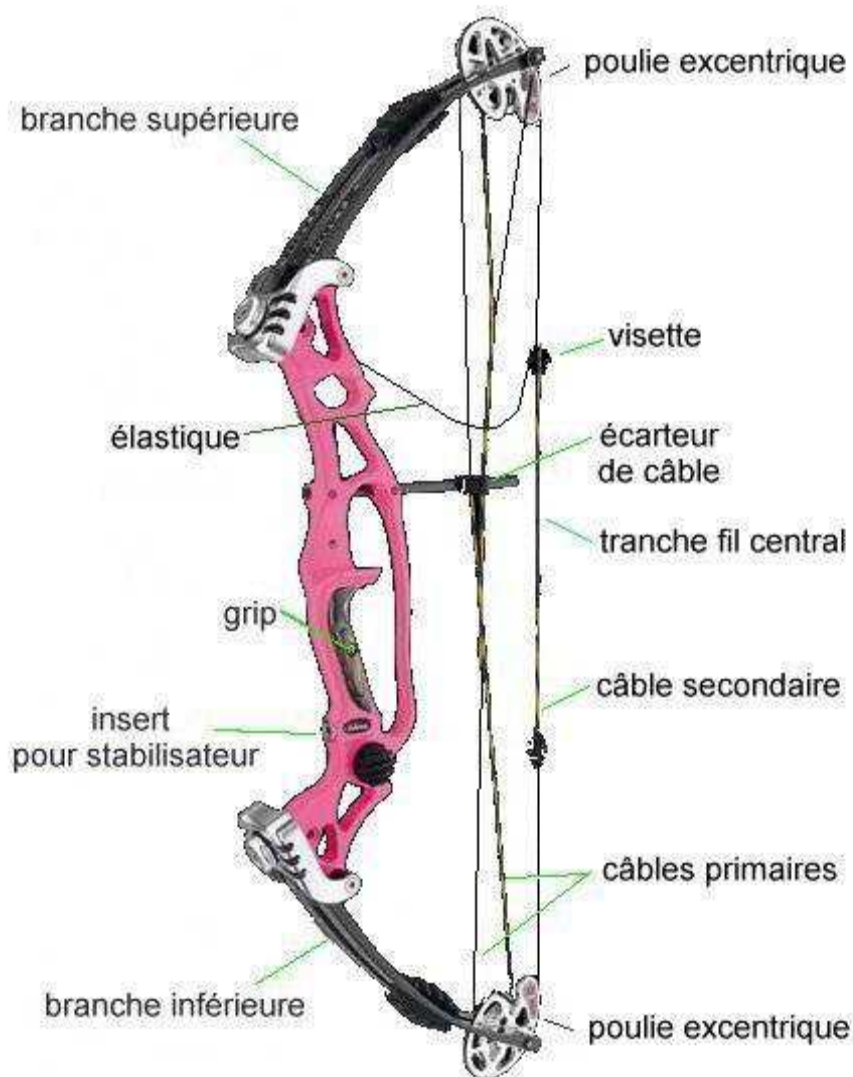


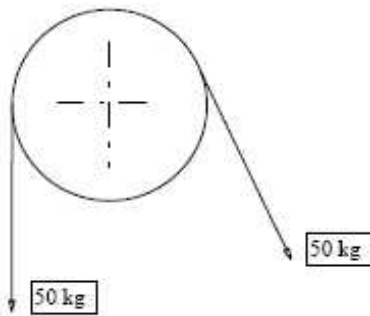
## Les arcs à poulies :

L'arc à poulies (ou compound) est une variante de l'arc classique. Au lieu que la corde soit attachée à l'extrémité de la branche comme pour un arc classique, elle l'est à 2 poulies (ou cames) située à l'extrémité des branches (dépourvues de poutre). Les poulies actionnant des câbles qui vont entraîner la flexion des branches. Cette modification demande une structure très différente de l'arc classique. L'arc à poulies est plus court que le classique, ses branches sont plus rigides. Tout ceci entraîne un angle au visage de la corde plus aigüe, une fois l'arc en tension. Lorsque que l'arc est complètement bandé, l'allonge atteint sa valeur maximale qui est toujours constante à cause des poulies (butées), ce qui permet de ne pas avoir de clicker. Le principal avantage de l'arc à poulies est de diminuer en pleine tension (ou pleine allonge) la force de l'arc, tout en conservant sa puissance nominale lorsque la flèche quitte l'arc. Cette diminution varie de 65 à 80% (let-off). Elle permet une plus grande précision en visée par une amélioration du confort de l'archer.



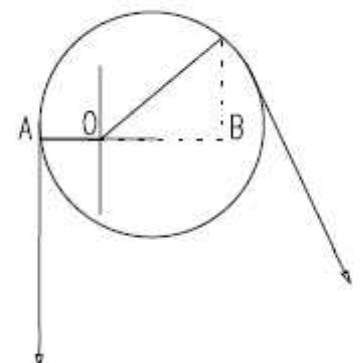
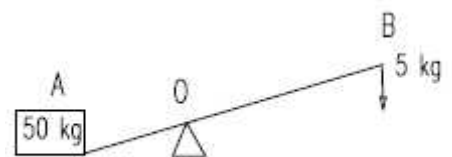
Comme le montre ce schéma, l'arc à poulies est un peu plus complexe qu'un classique même lorsqu'il est nu. Tous les compounds sont à puissance réglables. C'est l'enfoncement de la branche sur la poignée qui modifie cette puissance. L'allonge est aussi très souvent variable permettant une meilleure adaptation au tireur. Un trou sténopéique appelée visette est placée sur corde. Elle permet à l'archer de définir un 3ème point de repère dans sa visée en alignant corde-viseur-cible et par la même occasion la flèche. Elle sert aussi à améliorer la profondeur de champ, améliorant la vision du viseur et de la cible. Cette visette peut également accueillir une lentille, construisant avec le scope (viseur) un système de Galilée. L'arc à poulies est aussi conçu pour avoir un repose flèche assez complexe et réglable dans les 3 dimensions.

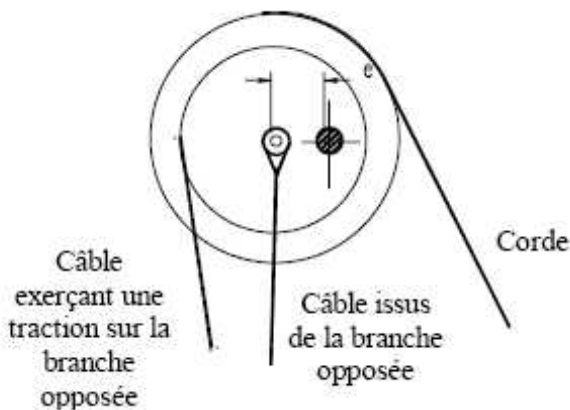
### Principe de fonctionnement d'un arc à poulies :



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)

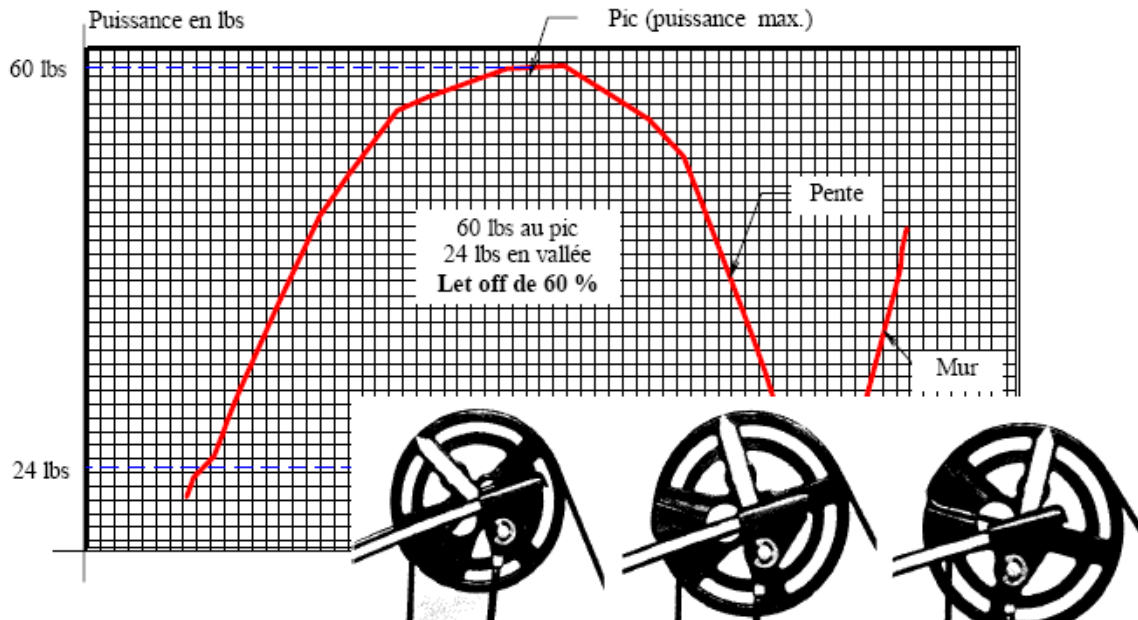
Par contre, si on déplace ou si on excentre le centre de rotation de la poulie, nous modifions le bras de levier. Ainsi lorsque vous souhaitez déplacer une charge, en utilisant le principe du levier, vous pouvez démultiplier votre force en jouant sur les distances inter-appuis. ex : pour soulever une 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 cet 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.

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.

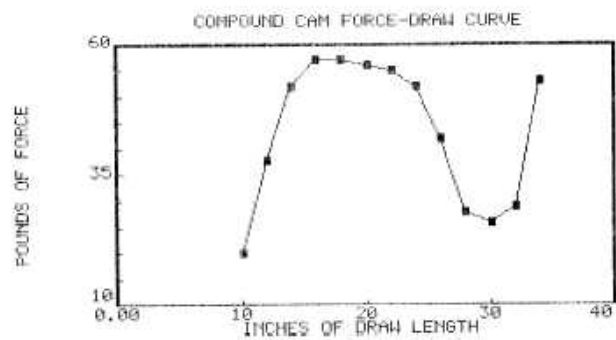
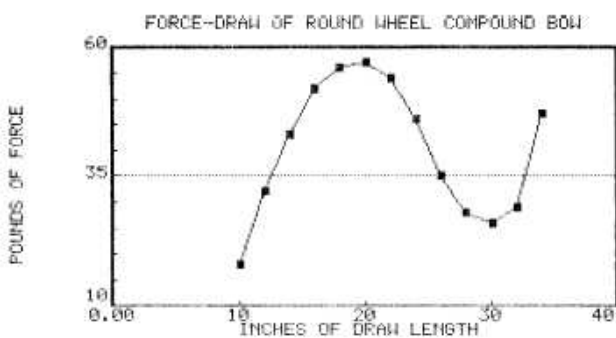
- La vallée caractérisant la puissance minimum de l'arc (ou démultiplication, let off maxi), ce point correspond à la

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.

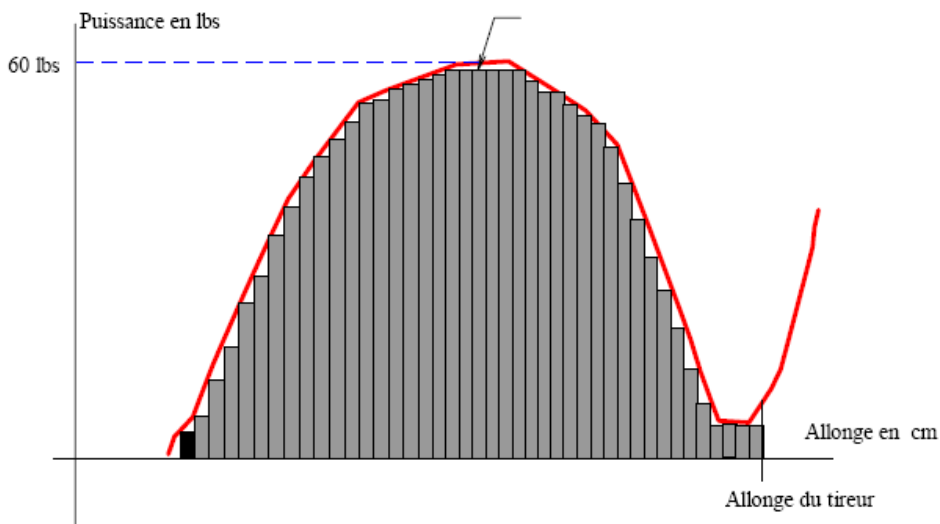
Le terme "Let-off" caractérise la démultiplication due à l'excentration du centre de la poulie par à son axe de rotation. Plus cette excentration sera importante, plus le let-off sera important. Les valeurs courantes atteintes aujourd'hui vont de 65 à 80 %. Le choix dépend du type de tir et des sensations 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.



Le rendement de l'arc :

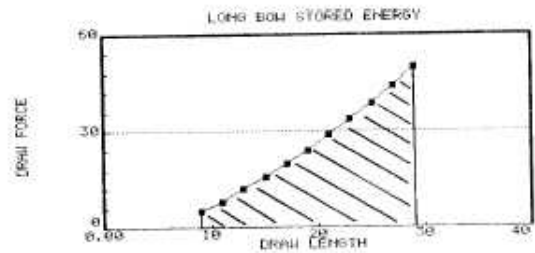
Lorsque nous tirons sur notre corde, nous accumulons de l'énergie potentielle et cette énergie sera restituée en partie à la flèche sous forme d'énergie cinétique. Cette énergie cinétique donnera la vitesse nécessaire à la flèche pour atteindre le blason sous forme d'impact. Nous comprenons bien que 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 pourrons faire la somme et obtenir ainsi une approximation de cette surface sous la courbe.



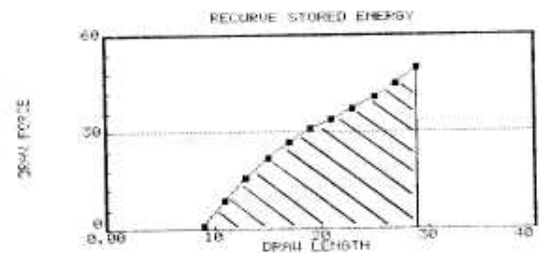
En comparant l'énergie potentielle emmagasinée dans un arc à poulies avec celles emmagasinées dans un arc long bow ou recurve, nous constatons que les rendements sont sans cesse croissants au fur et à mesure de l'évolution des arcs :

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.



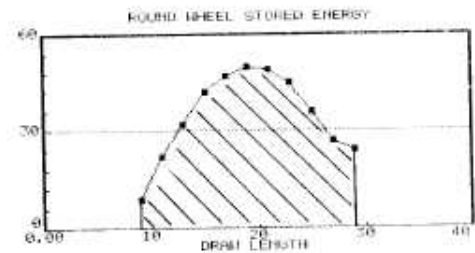
**Long Bow**

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.



**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 :  $\eta = E_c / E_p$  qui peut être de l'ordre de 90% pour un arc à poulies. (ça c'est pour les grosses têtes du club, à vos calculatrices). 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.

## Choix de l'arc :



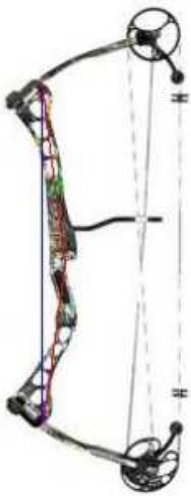
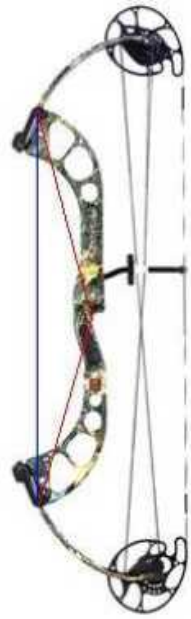
Vous devez choisir un arc en fonction de votre niveau et de votre budget, pour commencer il est quand même préférable de prendre un arc léger et ayant un let off supérieur à 50 % et de tenir compte du type de poignée : un arc avec une poignée **reflex** (idem pour **hyper reflex**) sera beaucoup plus rapide mais difficile à contrôler qu'un arc avec une poignée **deflex**. Une poignée **droite** est située dans l'axe des branches à l'inverse d'une poignée reflex et deflex. (voir tableau ci-dessous.)

La poignée "déflexe":

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. En revanche, 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.

La 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.

Déflex	Droite	Réflex	XRéflex
			
Le pivot de l'arc étant situé en avant, le band est élevé. La précision s'en trouve très grande. Pour le tir en salle.	Le pivot de l'arc est dans l'axe de la poignée. Compromis entre le déflex et le réflex. Idéal pour le débutant.	Le point de pivot de l'arc est en arrière. Le band est plus court, l'énergie emmagasinée plus grande, la vitesse de la flèche plus élevée. Idéal pour le tir Nature, 3D, Campagne et chasse. Mais moins stable et moins précis pour le tir FITA.	Le point de pivot de l'arc est très en arrière. Cet arc est réservé aux archers de haut niveau.

Le choix de la poignée peut se porter également sur la discipline que vous voulez pratiquer. Ainsi :

Poignée	Tir en salle	Tir Fita	Tir en campagne	Tir 3D	Tir nature
<b>Déflex</b>	+++	+++	+	---	---
<b>Droite</b>	++	++	++	-	-
<b>Reflex</b>	---	+	+++	+++	+++

### Les poulies.

Il existe plusieurs sortes de poulies: les **soft cam** qui sont des poulies rondes du côté de la corde et ovalisé sur le côté des câbles, elles permettent de diminuer l'effort physique ;de passer facilement de la puissance pic à la puissance vallée; les **cam** sont très ovales du côté de la corde et des câbles, il est donc difficile de passer du pic à la vallée (actuellement, on distingue également des hard cam ou comes à haute énergie qui restituent un maximum d'énergie offrant ainsi des vitesses de sortie de flèche plus importante à puissance égale) ; les **one cam** sont rondes des deux côté, elles sont utilisées pour leur démultiplication (qui avoisine les 80%) car elles sont excentrées or la démultiplication repose sur la distance séparant l'axe de rotation de la poulie et le centre de la poulie.

### Les branches, taille de l'arc.

Les branches, très courtes, sont le plus souvent soit en carbone soit en graphite, la différence entre les deux est une question de rapidité : un arc avec des branches carbone sera plus rapide qu'un arc ayant un autre type de branches (à noter que le prix aussi est différent..). Un changement de la taille de l'arc modifiera beaucoup de choses : l'angle de la corde, l'allonge, la puissance (différente de celle exprimée en lbs), la taille des poulies, les points de repère au visage, la hauteur de la visette, donc les réglages du viseur. Il faut donc choisir un arc adapté à sa taille et suffisamment augmentable en puissance sans non plus en prendre avec une allonge trop grande, car cela pourrait avoir des conséquences sur le dos, la stabilité et une puissance (pas celle de la tension de l'arc exprimée en lbs) étant mal adaptée.

Comme pour la poignée on distingue plusieurs géométries de branches :

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.

Références : ***Connaissance et réglages de l'arc à poulies*** / Olivier BOULY