

PROGRAMME EXPÉRIMENTAL D'ARCHERIE EN JEUX DE RÔLES GRANDEUR NATURE V1.0

COPPE JUSTIN, CHRISTIAN LEPELERS

INTRODUCTION :

L'archerie est devenue une pratique courante en jeux de rôle grandeur nature et une part non négligeable du combat ludique. Ces dernières années, de nombreux modèles de flèches ont été proposés par diverses entreprises. Ces flèches varient en termes de matières (pour les têtes et les fûts), de méthodes de construction, de masse et de morphologie de tête. En 2017, un accident malheureux a eu lieu en Belgique privant un participant de l'usage d'un de ses yeux. Cet évènement a motivé la Fédération Belge du Jeu de Rôles Grandeur Nature (BE Larp) via sa cellule BWAT (BELarp Weapon Approval Team) à réviser les consignes de sécurité et d'homologation associées aux projectiles utilisés dans leurs activités. Pour réaliser cette révision dans les meilleures conditions, il a été décidé de baser la modification des règles d'homologation sur base de données expérimentales. Cette étude aura pour but de documenter les deux aspects déterminant les effets traumatisant d'un impact sur un organe fragile comme l'œil. La première phase expérimentale sera dédiée à la quantification de l'énergie cinétique développée par un échantillon de flèches utilisées en gn et disponibles dans le commerce, associées avec un échantillon d'arcs recouvrant au mieux la variabilité du matériel utilisé pendant les évènements. La deuxième phase expérimentale se concentrera sur les limites d'énergies cinétiques tolérables par chaque morphologie de tête de flèche pour ne pas générer de trauma sur l'œil. Ce rapport vise à communiquer à la communauté les résultats générés par le programme expérimental qui serviront de base à la modification du document BWAT.

OBJECTIFS :

L'œil est un organe extrêmement sensible, composé de trois tuniques (externe, moyenne et interne) composées elles-mêmes de nombreux tissus. Plusieurs études se sont déjà penchées sur les effets d'un impact non-pénétrant (« blunt ») sur les yeux. Ces études réalisées dans des cadres sportifs (tennis, baseball) et ludiques (paintball) (Kennedy *et.al.*, 2006) ont mis en évidence qu'un impact, même à énergie cinétique faible (à partir de 2 joules), génère une déformation de l'organe qui crée des ruptures qui endommageront de façon irrémédiable l'œil (Sponsel *et. al.*, 2011). Dans ces conditions il paraît difficile de rendre le contact entre une flèche de gn et un œil bénin. Deux possibilités existent pourtant, elles constitueront nos conditions de travail.

- Si le diamètre de la tête du projectile est assez large et que l'énergie cinétique d'impact est assez faible pour ne pas suffisamment déformer la tête pour générer un contact entre le projectile et le globe oculaire, aucune déformation ne pourrait traumatiser l'œil.
- Si la matière constituant la tête du projectile est suffisamment souple pour amortir la totalité de l'énergie cinétique à l'impact, le globe oculaire ne devrait subir aucune déformation traumatisante.

MATÉRIEL

ARCS

Nous avons utilisé un panel d'arcs représentant au mieux la variabilité du matériel rencontré habituellement lors des évènements en termes de puissances d'armement, de matières et de morphologies. Les courbes d'armement à allonge croissante de chacun de ces arcs est disponible en annexe de ce rapport (annexe 1). Les mesures d'allonge ont été prises à l'intérieur de la poignée d'arc, les mesures d'allonge maximale varient donc en fonction de l'épaisseur de la poignée.

Dénomination	matière des branches	morphologie	puissance à 26 pouces (livres)	Puissance à allonge max
Cupidon	fibre de verre	recurve	17	21 (28 pouces)
Ragnarok	fibre de verre	droit	19	22 (28 pouces)
Recurve initiation	fibre de verre	recurve	24	25 (26 pouces)
Recurve 30#	fibre de verre	recurve	28	30 (27 pouces)
Long-bow tout bois	if	droit	30,5	33 (28 pouces)



Figure 1 de gauche à droite: Cupidon, Ragnarok, Recurve initiation, Recurve 30, Long bow tout bois

FLÈCHES

Nous avons sélectionné un modèle type pour les morphologies de flèches actuellement les plus répandues et disponible dans le commerce et y avons ajouté une flèche artisanale fabriquée par un des auteurs, afin d'intégrer les fûts bois dans le programme. Les données concernant les flèches sont disponibles en annexe de ce rapport (annexe 2).

Numéro	Dénomination	Morphologie de tête
2	Bois tête plate	Plate, mousse cellule ouverte
3	Idv tête plate	Plate, mousse cellule ouverte
4	Fibre de verre tête plate	Plate, mousse cellule ouverte
5	Idv tête ronde	Convexe, mousse dense
6	Idv tête ronde	Convexe, mousse dense
8	Archery tag	Plate, mousse dense
9	Archery tag	Plate, mousse dense
10	Archery tag	Plate, mousse dense

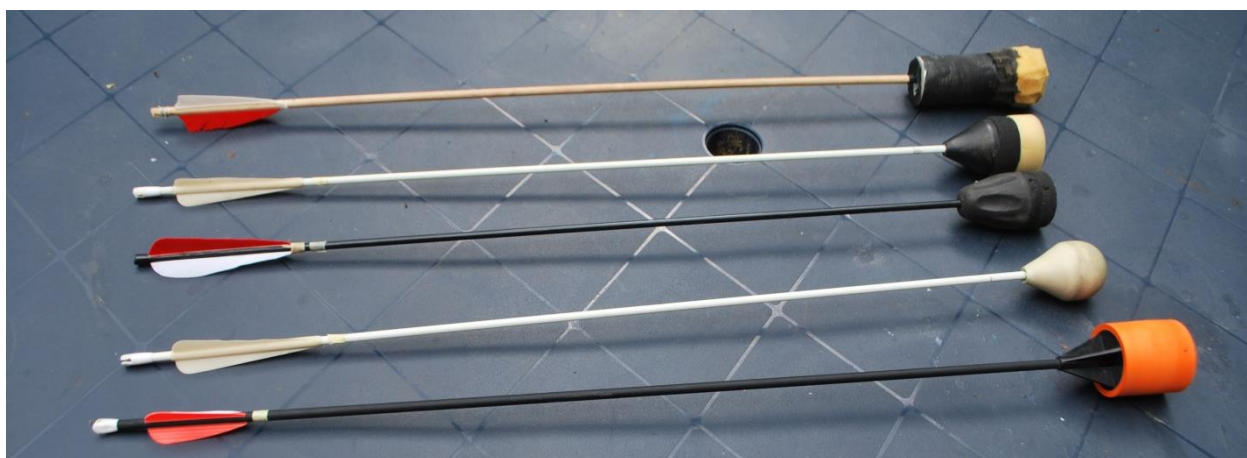


Figure 2: de haut en bas : flèche 2,3,4 , 5- 6, 8-9-10



Figure 3: de gauche à droite : flèche 2,3,4 , 5- 6, 8-9-10

ARBRIER D'EXPÉRIMENTATION

Pour réaliser ces expérimentations dans les meilleures conditions et ne pas abîmer les chronographes lors de la première phase expérimentale. Nous avons utilisé un arbrier permettant la mécanisation du tir à l'arc. Il peut accueillir de nombreux modèles d'arcs et est constitué d'un arbrier porte arc soutenu par un trépied. Le trépied est fixé au sol garantissant une stabilité maximale du système. L'arc est armé grâce à un chariot mobile et la corde est maintenue par un déclencheur mécanique. Lorsque le mécanisme est déclenché, le chariot est guidé dans sa course par un rail et des roulements. L'arc peut être armé à des allonges variables variant de 10 à 39 pouces. L'arbrier possède aussi un système de hausse permettant une adaptation verticale de la visée. Ce système permet une précision et une régularité importante des trajectoires de tirs. Ce qui est essentiel pour passer entre les cellules des chronographes et maximiser les chances de mesures (Lepers, 2016).



Figure 4: Arbrier expérimental

CHRONOGRAPHES

Les chronographes sont des appareils destinés à mesurer la vitesse d'un projectile. Nous avons utilisé deux chronographes de la marque Chrony (type alpha). Ils permettent des prises de mesures allant de 10 à 2134 m/s avec une précision de 99.5%. Ils fonctionnent au moyen de deux capteurs photosensibles qui détectent le passage du projectile (Lepers, 2016).



Figure 5: Chronographes, placés à 5 et 8 m de l'arbrier

CRÂNES

Les crânes utilisés proviennent de SYNSTONE, ils sont faits en résine et présentent des ouvertures orbitales équivalentes aux moyennes masculines européennes (hauteur 35 mm, largeur 40 mm).

PLASTILINE

Pour combler les orbites et simuler le globe oculaire nous avons utilisé de la plastiline (dureté 50). C'est une matière de densité homogène régulièrement utilisée en balistique lésionnelle. Cette matière malléable permet la sculpture fine d'un globe oculaire. Lors d'un impact elle se déforme sous une faible pression et conserve cette déformation. La pression exacte nécessaire pour générer une déformation n'est pas connue mais les tests préliminaires réalisés par les deux auteurs indiquent qu'elle est similaire à celle nécessaire pour déformer un globe oculaire. La gélatine balistique 10% (Fackler et Malinowski, 1985), bien qu'elle aurait constitué un meilleur simulant, ne peut pas être utilisée car elle est trop élastique, elle ne permet pas l'enregistrement d'une déformation.

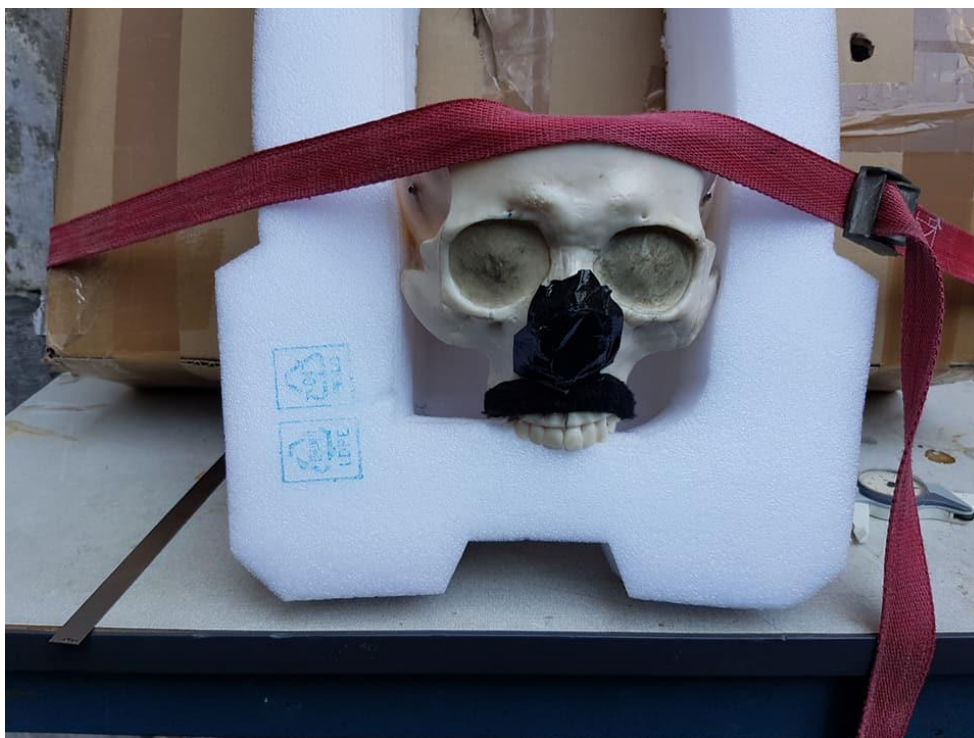


Figure 6: Cible expérimentale

PROTOCOLE 1^E PHASE EXPÉRIMENTALE

La première phase expérimentale avait pour but de déterminer le niveau d'énergie cinétique de chaque modèle d'arc pour chacune des flèches. Quand cela a été possible nous avons testé plusieurs flèches d'un même modèle (Idv tête ronde, Archerie Tag) afin de se faire une idée de la variabilité des produits proposés. Chaque flèche a été tirée un minimum de 5 fois pour chaque arc, à l'aide de l'arbrier d'expérimentation. Les mesures de vitesses ont été prises grâce à deux chronographes placés à 5 et 8 m de l'arbrier. La présence des deux chronographes nous permet de calculer la perte d'énergie cinétique en fonction de la distance parcourue. Les tirs ont été réalisés avec une allonge de 26 pouces, pour tous les modèles d'arc. La morphologie variable des poignées d'arc couplée avec la morphologie de l'arbrier (conçu à l'origine pour des flèches à pointes métalliques) et le diamètre des têtes des flèches de gn, ne nous permettait pas d'augmenter plus l'allonge.

PROTOCOLE 2^E PHASE EXPÉRIMENTALE

Le but de cette seconde phase expérimentale était de déterminer quel est le niveau d'énergie cinétique maximum auquel chaque morphologie de tête de flèche réponde à l'un ou l'autre des deux conditions posées en début de ce travail et ce, afin de qualifier la dangerosité de chaque modèle de tête de flèche en association avec chacun des modèles d'arcs testés. Chacune des flèche sera tirée 10 fois dans une cible constituée d'un crâne SYN BONE dont les orbites sont remplies de plastiline, avec laquelle un globe oculaire a été simulé. Un espace de 3 mm a été ménagé entre le point le plus convexe du globe oculaire et le bord de l'orbite. Cet espace correspond à l'épaisseur de la paupière. Après chaque impact une mesure de la déformation de la plastiline est réalisée avec un pied à coulisse gradué au dixième de millimètre.

RÉSULTATS

PREMIÈRE PHASE EXPÉRIMENTALE

Résultats des énergies cinétiques moyennes en joules. Les arcs sont ordonnés par ordre de puissance d'armement. L'énergie cinétique ($E_c = m \cdot v^2 / 2$) dépend de la masse du projectile et de la vitesse à laquelle celui-ci est propulsé par l'arc. De façon attendue, les flèches les plus énergétiques sont les projectiles les plus lourds (flèches industrielles) quel que soit le modèle d'arc. La morphologie de la tête semble aussi avoir une influence puisque toutes les têtes plates (2,8,9,10) présentent des énergies plus faibles.

	CUPIDON	LONG-BOW TOUT BOIS	RAGNAROK	RECURVE INITIATION	RECURVE 30#
2	13.51686	17.21312	19.73836	21.79943	24.43284
3	13.40759	18.63465	21.08137	22.24147	29.20666
4	14.53814	18.5943	21.67333	23.27643	26.09162
5	15.13031	19.44244	23.97151	26.6567	29.05906
6	15.41597	20.32465	23.67252	25.9694	25.37954
8	13.55164	18.94485	20.70186	22.72635	26.22614
9	13.64036	18.8536	21.06678	22.70126	26.12614
10	13.58124	18.88108	20.44171	22.53445	26.18584

Figure 7: Synthèse des énergies cinétiques moyennes à 5 m

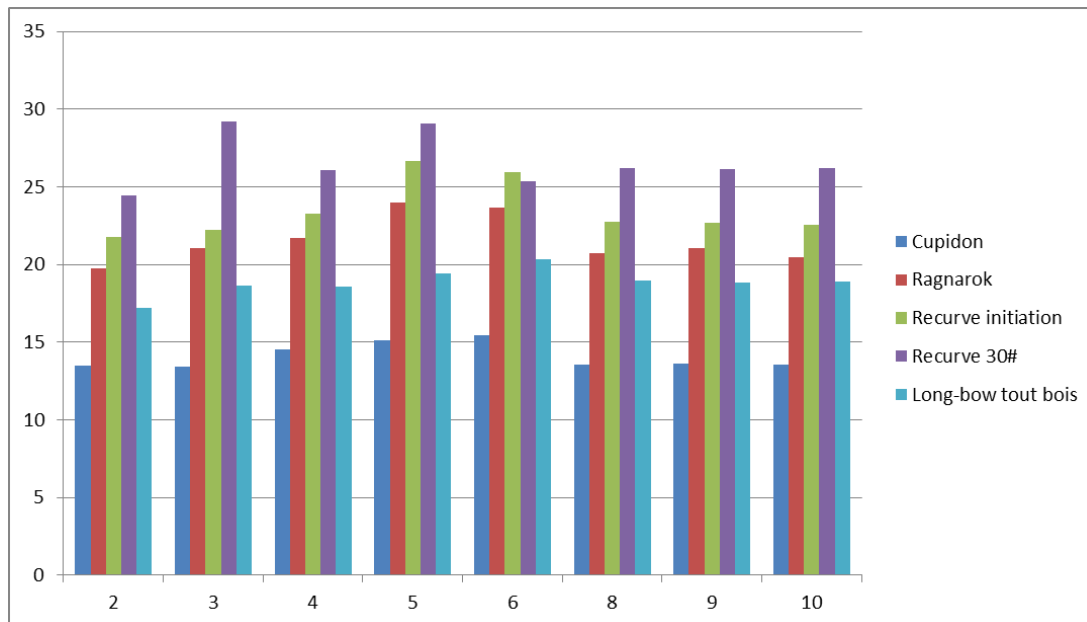


Figure 8: Energie cinétique par ordre croissant de puissance d'armement

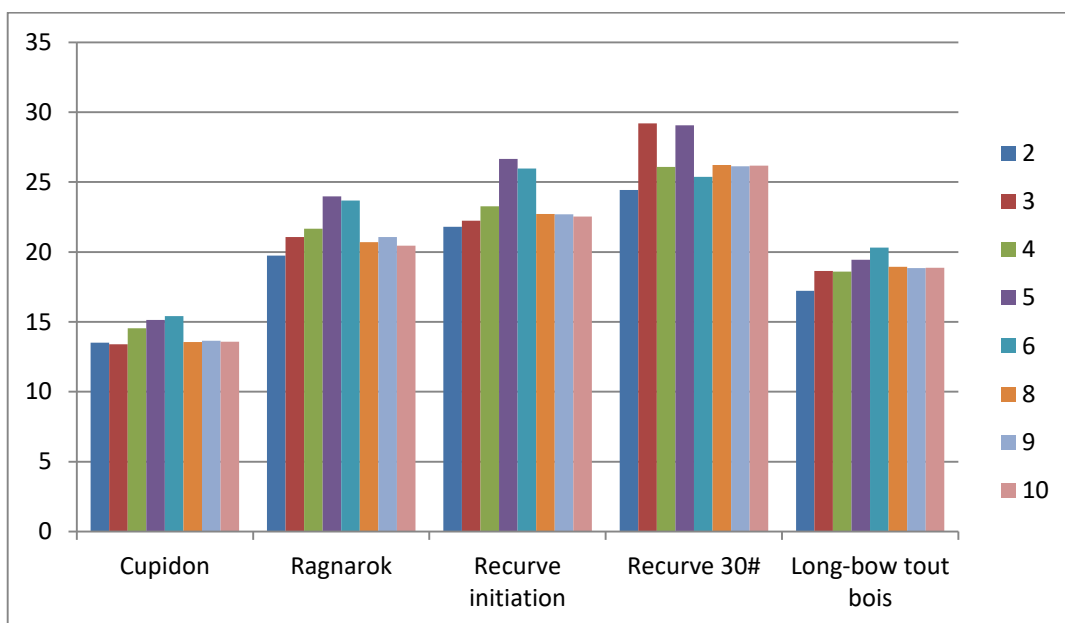


Figure 9: Energie cinétique par ordre croissant de puissance d'armement

L'énergie cinétique n'augmente pas de façon linéaire en fonction de la puissance d'armement. La morphologie de l'arc et sa matière de conception jouent un rôle prédominant. L'arc droit tout bois est celui qui présente la puissance d'armement la plus importante (32 livres à 26 pouces). Il présente pourtant des niveaux d'énergies plus faibles que l'arc droit en fibre de verre (19 livres à 26 pouces).

Dépendant de la morphologie des têtes, nous assistons à une perte plus ou moins importante d'énergie cinétique entre la mesure prise à 5 m et celle prise à 8. Les flèches à tête plate perdent en moyenne entre 20 et 30 pourcents d'énergie entre 5 et 8 m tandis que les modèles 5 et 6 (Idv têtes rondes) sont toujours les modèles qui en perdent le moins (entre 5 et 22%) (annexe 3).

DEUXIÈME PHASE EXPÉRIMENTALE

Pour cette phase nous considérons que dès que la plastiline présente 0,1 mm de déformation, le projectile représente un danger potentiel pour un orbite. Tous les modèles de flèches ont présenté un problème lors de l'expérimentation. Le recurve fibre de verre 30 livres a pour chaque modèle de flèche généré une déformation allant de 0,1 pour la flèche 3 jusqu'à 2 mm pour la flèche 10. Quelques tirs ont même résulté dans le bris de matériel. Seules deux flèches à tête plate n'ont pas généré de déformation à la suite des tirs réalisés avec l'arc cupidon et l'arc recurve initiation. Malgré l'énergie atteinte, la tête en mousse à cellule ouverte, bien qu'elle englobe l'orbite lors du contact, semble disperser l'entièreté de l'énergie cinétique du projectile dans sa déformation. La flèche idv tête ronde, quel que soit le modèle d'arc, a généré une déformation. La flèche 3 à tête plate, une fois mouillée (mousse jaune gorgée d'eau et essorée) génère une déformation semblable à la flèche 6 à tête ronde.

CUPIDON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	COMMENTS
2	0p	0p	0	0	0	0p	0	0	0	0	
4											Bris après première phase expérimentale
6	0.6	0.5	0p	0p	0.4	0.5	0p	0.3p	0.5p	0.6	
3 wet	0.5p	0.3	0p	0.5p							Déchirement partiel de la tête en mousse à cellules ouvertes après le 4 ^e tir de cette séquence
3	0	0p	0	0p	0	0	0	0	0p	0	
10	0	0	0.2p	0	0l	0	0	0p	0.3p	0	
Recurve initiation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2	0p	0	0p	0	0	0	0	0p	0p	0p	
3	0	0	0p	0p	0	0p	0	0	0	0p	
6											Non tiré (information non-nécessaire)
10											Non tiré (information non-nécessaire)
Recurve fverre30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2											Déchirement de la tête en mousse à cellules ouvertes après le 1 ^{er} tir de cette séquence
6	0.7p	1.7	1.1p	1.2	0.8p	1.5	1p	1.4	1.6	0.9p	
3	0p	0.3p	0	0.2p	0.2p	0	0.1p	0.2	0p	0p	
10	2p										Séparation de la tête en mousse et du fût au deuxième tir de cette séquence

Figure 10: Mesures des déformations post impact. Les mesures sont indiquées en millimètres. La présence d'un p à côté d'une mesure indique un impact partiel (partie de l'orbite recouverte par la tête du projectile).

RECOMMANDATION DE SÉCURITÉ À L'ATTENTION DE LA BWAT

Au vu des résultats obtenus, nous conseillons à la Bwat d'autoriser uniquement les flèches à têtes plates d'un diamètre de plus de 50 mm présentant une épaisseur de mousse à cellules ouvertes d'au moins 2,5 cm d'épaisseur. Dès qu'une flèche est humide nous déconseillons fortement son utilisation. En ce qui concerne les arcs, nous conseillons de ne pas dépasser les 25 livres à 29 pouces d'allonge pour les arcs en fibre de verre, les arcs recurve, les arcs lamellé-collés et les 30 livres à 29 pouces d'allonge pour les arcs droits en bois. Nous recommandons 5 m de distance minimum.

BIBLIOGRAPHIE :

Sponsel, W.E., Gray, W., Scribbick, F.W., Stern, A.R., Weiss, C.E., Groth, S.L. and Walker, J.D., 2011. Blunt eye trauma: empirical histopathologic paintball impact thresholds in fresh mounted porcine eyes. *Investigative ophthalmology & visual science*, 52(8), pp.5157-5166.

Lepers, C., 2016, Peut-on « faire flèche de tout bois » sous prétexte d'expérimentation balistique ?, Bulletin des Chercheurs de la Wallonie, LII, 79-103.

Fackler M.L., Malinowski J.A. The Wound Profile: A Visual Method for Quantifying Gunshot Wound Components. J Trauma. 1985; 25:522-529.

Kennedy, E.A., Ng, T.P., McNally, C., Stitzel, J.D. and Duma, S.M., 2006. Risk functions for human and porcine eye rupture based on projectile characteristics of blunt objects (No. 2006-22-0026). SAE Technical Paper.

ANNEXE 1 :

Arcs allonge (") band (")	PESON MÉCANIQUE				
	Cupidon	Ragnarok	recurve initiation	recurve 30	Long-bow tout bois
	force en livres (#)	force en livres (#)	force en livres (#)	force en livres (#)	force en livres (#)
band (")	< 5	< 5	7,5	8	6
6					
8					
10					
12					
14					
16				17	16
18			15	19	18
20			15	21	20,5
22			18	23	24
24			20	25	27
26	17	19	24	28	30,5
Max	21 (28pcs)	22 (28pcs)	25 (27pcs)	30 (27 pcs)	33 (28 pcs)

n° réf	essence du fût	forme du fût	diamètre du fût encoche (pce)	spine fût brut à 90° des cernes (/1000e de pces)	masse flèche terminée (g)	type empennage	longueur fût (pcs)	L totale fût + pointe (cm)	L embout (cm)	diamètre embout (mm)	point d'equilibre de la flèche terminée (cm depuis la pointe)	FOC de la flèche terminée	Epaisseur de mousse cellule ouverte (cm)	Epaisseur des combinaison de mousse (cm)		
												FOC ((L/2-Lgrav)/L)*100				
GN 1	bois	cylindrique	5/16	0,812	45,79	nat 4" shield	29	88	11,50	65,00	24,5	22,16	5			
GN 2	bois	cylindrique	5/16	0,814	47,81	nat 4" shield	29	88,5	13,00	65,00	23,5	23,45	5			
GN 3	synthétique	cylindrique	6,5	0,562	64,79	triple sur tube para 4,5"	29	83,5	90,00	55,70	29	15,27	2,5	5		
GN 4	synthétique	cylindrique	6,8	0,578	67,57	nat parabolique 5"	29	82	8,50	51,00	25	19,51	2,5	3		
GN 5	synthétique	cylindrique	6,5	0,569	63,85	triple sur tube para 4,5"	29	81,8	7,50	51,00	27,5	16,38				
GN 6	synthétique	cylindrique	6,5	0,567	68,49	triple sur tube para 4,5"	29	82,0	7,50	51,00	25,8	18,54				
GN 7	synthétique	cylindrique	6,5	0,587	61,45	triple sur tube para 4,5"	29	82,0	7,50	51,00	28	15,85				
GN 8	synthétique	cylindrique	8	0,53	62,55	synthétique 3"	29	85,0	10,50	58,00	25,5	20,00				
GN 9	synthétique	cylindrique	8	0,534	63,19	synthétique 3"	29	85	10,50	58,00	26	19,41				
GN 10	synthétique	cylindrique	8	0,495	63,22	synthétique 3"	29	85	10,50	58,00	25,6	19,88				
GN 12																
GN 13																

Annexe 2

ANNEXE 3

date flèche n° masse projectile (g) arc : allonge : force/allonge : band :	09-06-18 2 47,81 47,81 Cupidon 26 "			09-06-18 6 68,49 68,49 Cupidon 26 "			09-06-18 4 67,57 67,57 Cupidon 26 "			09-06-18 5 63,85 63,85 Cupidon 26 "			09-06-18 3 64,79 64,79 Cupidon 26 "			09-06-18 8 62,55 62,55 Cupidon 26 "			09-06-18 9 63,19 63,19 Cupidon 26 "			09-06-18 10 63,22 63,22 Cupidon 26 "		
	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem
1	23,90	21,35		21,27	/		20,82	19,41		21,74	20,72		20,38	18,32		20,72	18,86		20,89	19,04		20,93	18,96	
2	23,89	21,05		21,26	20,27		20,78	19,42		21,77	/		20,42	18,38		20,96	18,99		20,80	18,78		20,72	18,73	
3	23,92	21,25		21,12	20,40		20,76	19,43		21,82	20,73		20,41	18,25		20,75	18,83		20,68	18,68		20,67	18,68	
4	23,69	21,23		21,21	20,35		20,66	19,29		21,78	20,72		20,22	18,13		20,80	18,94		20,77	18,75		20,71	18,86	
5	23,76	21,22		21,27	20,32		20,70	19,36		21,74	20,97		20,29	18,14		20,85	18,88		20,75	18,76		20,61	18,65	
6	23,95	21,37		21,17	20,15																			
7	23,55	20,90		21,22	20,32																			
8	23,22	21,26																						
9	24,01	21,28																						
10	23,90	21,26																						
Moyenne :	23,78	21,22		21,22	20,30		20,74	19,38		21,77	20,79		20,34	18,24		20,82	18,90		20,78	18,80		20,73	18,78	
Ecart type	0,24	0,14		0,06	0,09		0,06	0,06		0,03	0,12		0,09	0,11		0,09	0,06		0,08	0,14		0,12	0,13	
Nbre de valeurs retenues	10	10		7	6		5	5		5	4		5	5		5	5		5	5		5	5	
Nbre de valeurs mesurées	10	10		7	6		5	5		5	5		5	5		5	5		5	5		5	5	
Nbre de tirs	10	10		7	6		5	5		5	5		5	5		5	5		5	5		5	5	
énergie cinétique (J)	13,52	10,76		15,42	14,11		14,54	12,69		15,13	13,79		13,41	10,78		13,55	11,17		13,64	11,17		13,58	11,14	
perte d'énergie (J)		2,76			1,30			1,85			1,34			2,63			2,38			2,47			2,44	
perte d'énergie (%)		20,39			8,44			12,70			8,84			19,58			17,56			18,12			17,95	

date flèche n° masse projectile (g) arc : allonge : force/allonge : band :	09-06-18 2 47,81 47,81 Ragnarok 26 "			09-06-18 6 68,49 68,49 Ragnarok 26 "			09-06-18 4 67,57 67,57 Ragnarok 26 "			09-06-18 5 63,85 63,85 Ragnarok 26 "			09-06-18 3 64,79 64,79 Ragnarok 26 "			09-06-18 8 62,55 62,55 Ragnarok 26 "			09-06-18 9 63,19 63,19 Ragnarok 26 "			09-06-18 10 63,22 63,22 Ragnarok 26 "		
	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem
1	25,97	23,67		25,63	22,65		25,50	/		26,81	23,29		25,50	20,54		25,98	23,31		25,55	20,94		25,19	20,85	
2	29,02	20,85		26,77	23,55		25,07	22,01		27,64	23,82		25,35	20,81		25,29	21,58		26,30	21,59		26,00	21,52	
3	29,23	24,32		26,64	23,44		25,83	22,15		27,44	23,84		25,60	20,87		26,41	21,87		25,29	21,47		25,65	21,34	
4	28,42	24,25		26,67	23,20		25,05	22,09		27,68	23,82		25,66	20,82		25,43	21,52		25,96	21,22		24,62	20,84	
5	28,27	24,01		25,75	23,05		25,19	22,80		27,44	23,57		25,44	20,67		25,53	/		26,01	21,04		25,69	21,16	
Moyenne :	28,74	24,06		26,29	23,18		25,33	22,26		27,40	23,67		25,51	20,74		25,73	22,07		25,82	21,25		25,43	21,14	
Ecart type	0,46	0,29		0,55	0,35		0,33	0,36		0,35	0,24		0,12	0,14		0,46	0,84		0,40	0,28		0,54	0,30	
Nbre de valeurs retenues	4	4		5	5		5	4		5	5		5	5		5	4		5	5		5	5	
Nbre de valeurs mesurées	5	5		5	5		5	5		5	5		5	5		5	5		5	5		5	5	
Nbre de tirs	5	5		5	5		5	5		5	5		5	5		5	5		5	5		5	5	
énergie cinétique (J)	19,74	13,84		23,67	18,40		21,67	16,74		23,97	17,88		21,08	13,94		20,70	15,23		21,07	14,27		20,44	14,13	
perte d'énergie (J)		5,90			5,28			4,93			6,09			7,14			5,47			6,80			6,31	
perte d'énergie (%)		29,88			22,29			22,74			25,40			33,89			26,41			32,26			30,88	

date flèche n° masse projectile (g) arc : allonge : force/allonge : band :	09-06-18 2 47,81 47,81 Recurve initiation 26 "			09-06-18 6 68,49 68,49 Recurve initiation 26 "			09-06-18 4 67,57 67,57 Recurve initiation 26 "			09-06-18 5 63,85 63,85 Recurve initiation 26 "			09-06-18 3 64,79 64,79 Recurve initiation 26 "			09-06-18 8 62,55 62,55 Recurve initiation 26 "			09-06-18 9 63,19 63,19 Recurve initiation 26 "			09-06-18 10 63,22 63,22 Recurve initiation 26 "		
	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem
1	32,41	26,40		29,82	26,40		26,60	23,05		28,70	25,33		26,28	22,10		26,29	22,84		26,75	22,44		26,76	22,58	
2	30,57	22,58		27,24	24,14		26,14	22,71		28,75	25,02		26,41	21,97		27,98	22,64		26,94	22,56		26,70	22,41	
3	29,72	25,32		27,30	24,27		25,54	22,75		28,82	25,17		25,58	21,85		26,15	23,65		26,20	22,72		26,05	23,40	
4	30,14	25,43		27,67	24,28		26,14	22,46		29,11	25,41		26,54	22,02		27,00	22,67		26,90	22,46		27,03	23,05	
5	30,05	23,05		27,76	24,53		26,82	/		29,10	25,23		29,10	25,23		27,12	22,59		26,90	22,50		26,96	22,59	
6	30,51	25,52	film d'impact	27,72	e2	film d'impact										27,20	22,67		27,14	22,49	film d'impact			
Moyenne :	30,20	25,42		27,54	24,31		26,25	22,74		28,90	25,23		26,20	21,99		26,96	22,84		26,81	22,53		26,70	22,81	
Ecart type	0,35	0,10		0,25	0,16		0,49	0,24		0,20	0,15		0,43	0,10		0,67	0,40		0,32	0,10		0,39	0,41	
Nbre de valeurs retenues																								
Nbre de valeurs mesurées																								
Nbre de tirs																								
énergie cinétique (J)	21,80	15,45		25,97	20,23		23,28	17,47		26,66	20,33		22,24	15,66		22,73	16,32		22,70	16,04		22,53	16,44	
perte d'énergie (J)		6,35			5,74			5,80			6,33			6,58			6,41			6,67			6,09	
perte d'énergie (%)		29,12			22,10			24,93			23,75			29,60			28,19			29,36			27,04	

date flèche n° masse projectile (g) arc : allonge : force/allonge : band :	09-06-18 2 47,81 47,81 Recurve 30# 26 "			09-06-18 6 68,49 68,49 Recurve 30# 26 "			09-06-18 4 67,57 67,57 Recurve 30# 26 "			09-06-18 5 63,85 63,85 Recurve 30# 26 "			09-06-18 3 64,79 64,79 Recurve 30# 26 "			09-06-18 8 62,55 62,55 Recurve 30# 26 "			09-06-18 9 63,19 63,19 Recurve 30# 26 "			09-06-18 10 63,22 63,22 Recurve 30# 26 "		
	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem
1	34,75	29,65		31,85	/		31,85	26,35		32,90	/		30,84	25,42		31,19	26,14		30,97	25,91		/	26,25	
2	31,99	28,98		28,69	/		27,31	/		30,42	29,01		28,01	25,67		29,23	26,63		29,00	26,64		29,08	26,53	
3	31,74	28,96		29,00	28,54		27,94	26,53		30,09	29,44		27,86	25,55		28,99	26,57		28,74	26,25		28,74	26,51	
4	31,71	29,12		29,90	28,38		28,05	26,46		30,10	29,46		27,93	25,80		28,88	26,61		28,77	26,27		28,66	26,41	
5	32,33	29,36		29,28	28,58		28,24	26,34		30,13	29,31		28,41	25,71		29,10	26,36		28,66	26,10		28,68	26,53	
6	32,08	29,38		29,15	28,67		27,41	25,77		30,11	29,59		27,74	25,39		28,59	26,20		28,61	26,07		28,75	26,45	
Moyenne :	31,97	29,24		29,20	28,54		27,79	26,29		30,17	29,36		27,99	25,59		28,96	26,42		28,76	26,21		28,78	26,45	
Ecart type	0,26	0,27		1,15	0,12		0,41	0,30		0,14	0,22		0,25	0,16		0,24	0,22		0,15	0,25		0,17	0,11	
Nbre de valeurs retenues	6	6		5	4		5	5		5	5		5	6		5	6		5	6		5	6	
Nbre de valeurs mesurées	6	6		6	4		6	5		6	5		6	6		6	6		6	6		6	6	
Nbre de tirs	6	6		6	6		6	6		6	6		6	6		6	6		6	6		6	6	
énergie cinétique (J)	24,43	20,44		29,21	27,90		26,09	23,35		29,06	27,52		25,38	21,21		26,23	21,83		26,13	21,70		26,19	22,11	
perte d'énergie (J)		3,99			1,31			2,74			1,54			4,17			4,40			4,43			4,08	
perte d'énergie (%)		16,34			4,48			10,50			5,28			16,41			16,77			16,94			15,57	

date flèche n° masse projectile (g) arc : allonge : force/allonge : band :	09-06-18 2 47,81 47,81 Long-bow tout bois 26 "			09-06-18 6 68,49 68,49 Long-bow tout bois 26 "			09-06-18 4 67,57 67,57 Long-bow tout bois 26 "			09-06-18 5 63,85 63,85 Long-bow tout bois 26 "			09-06-18 3 64,79 64,79 Long-bow tout bois 26 "			09-06-18 8 62,55 62,55 Long-bow tout bois 26 "			09-06-18 9 63,19 63,19 Long-bow tout bois 26 "			09-06-18 10 63,22 63,22 Long-bow tout bois 26 "		
	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem	chrono 5m (m/s)	chrono 10m (m/s)	rem
1	26,79	24,43		24,49	23,86		23,46	22,30	encoche cassée	24,85	22,30		24,09	/		24,62	22,51		24,47	/		24,66	22,83	
2	27,12	24,92		24,22	23,52					24,65	23,58		24,02	21,86		24,67	22,48		24,37	22,35		24,28	22,10	
3	26,83	24,41		24,33	23,55					24,54	23,55		23,71	/		24,44	22,20		24,27	22,27		24,52	22,30	
4	26,99	24,56		24,39	23,58					24,69	23,84		24,25	21,85		24,87	22,86		24,64	22,45		24,55	22,40	
5	26,44	24,15		24,38	23,83					24,66	/		23,85	/		24,46	22,32		24,39	/		24,19	22,25	
Moyenne :	26,83	24,49		24,36	23,67		23,46	22,30		24,68	23,32		23,98	21,86		24,61	22,47		24,43	22,36		24,44	22,38	
Ecart type	0,26	0,28		0,10	0,16		#DIV/0!	#DIV/0!		0,11	0,69		0,21	0,01		0,18	0,25		0,14	0,09		0,20	0,28	
Nbre de valeurs retenues	5	5		5	5		1	1		5	4		5	2		5	5		5	3		5	5	
Nbre de valeurs mesurées	5	5		5	5		1	1		5	4		5	2		5	5		5	3		5	5	
Nbre de tirs	5	5		5	5		1	1		5	5		5	5		5	5		5	5		5	5	
énergie cinétique (J)	17,21	14,34		20,32	19,18		18,59	16,80		19,44	17,36		18,63	15,47		18,94	15,80		18,85	15,79		18,88	15,83	
perte d'énergie (J)		2,87			1,14			1,79			2,08			3,16			3,15			3,06			3,05	
perte d'énergie (%)		16,68			5,62			9,64			10,72			16,97			16,62			16,24			16,18	

/ : absence de détection

x : absence de chrono

e1, e2 : absence de détection cellule 1, cellule 2