

Analyse et évolution des arcs larges préhistoriques en Europe de l'ouest.

Bruno Detienne, archer traditionnel & facteur d'arc, Belgique
Society of Archer-Antiquaries.

L'arc est l'outil complexe le plus ancien créé par l'homme et toujours utilisé de nos jours. Il permet de stocker l'énergie musculaire et de la retransmettre ensuite à la flèche, pour la propulser vers son objectif avec plus de puissance et de précision. Si la combinaison propulseur-javelot est également apparue dans les temps très anciens, on ne peut pas dire que son usage soit toujours aussi répandu.

Si le longbow (selfbow ou lamellé) est actuellement largement répandu en Europe de l'ouest, pour l'archerie traditionnelle et instinctive, aux côtés d'arcs faits de matériaux composites plus modernes, il n'en a pas toujours été de même. Bien sur l'arc en if s'est généralisé dans la majeure partie de l'Europe de l'ouest depuis le néolithique, mais pas toujours de la même forme. Et l'if n'était pas le seul bois utilisé. Tout le monde a entendu parler des arcs en orme de Holmegaard (Danemark).

Certes l'orme est un bois de résistance moyenne (pas aussi faible que le pin, mais pas aussi résistant que le chêne ou l'if), imposant de répartir les forces de tensions (extension / compression) sur une large surface frontale pour éviter la rupture. Certes l'arc de Holmegaard est le plus ancien arc large complet préservé. Mais il n'est pas le plus ancien pour autant, et comparer tous les arcs larges à cet arc là serait une simplification erronée. Il s'agit là d'un modèle d'arc large, bien distinct, mais d'autres modèles ont également existés et tous n'étaient pas en orme, ni Danois...

Cette analyse des arcs ouest-européens, des temps préhistoriques, se fera en deux parties. Il est tout d'abord nécessaire d'établir un référentiel, une base d'analyse, un vocabulaire commun afin de décrire les arcs et les familles. Ensuite on suivra l'évolution chronologique des arcs retrouvés lors de fouilles.

1. Description des arcs

Dans cette première partie, nous allons tenter d'établir une nomenclature commune pouvant servir à analyser les arcs et à les classer par familles afin de suivre leur évolution. On tentera dès lors de décrire leur profil facial, leur profil latéral, la fabrication de la poignée, la section transversale, et les extrémités des branches.

Si nous parlerons en seconde partie, avec les familles d'arcs larges préhistoriques, les types de bois utilisés, il serait intéressant de comparer l'usage de ces bois avec le déplacement climatique des forêts après la dernière glaciation. Mais ce point étant hors sujet, nous ne l'aborderons pas ici.

1.1. Le profil latéral des arcs

Il y a de nombreux profils latéraux d'arcs utilisés de par le monde. Chaque région a ses profils caractéristiques, globalement résumés sur la figure 1. En Europe de l'ouest, il s'agit principalement du format « droit » (P1). Si l'arc débandé n'est visiblement pas totalement « droit », nous devons nous demander si la « courbure » n'est pas due à une déformation ultérieure (conditions de préservation pendant des centaines d'années), ou si celle-ci n'est pas simplement due à la forme du tronc d'arbre ou de la branche, à l'origine. En effet, « droit » veut en réalité dire « qui suit le fil du bois ». Si la branche était courbe à l'origine, un arc « droit » suivra naturellement cette courbe. Bien entendu, l'objectif étant d'avoir un arc réellement droit, un arc en bois naturellement « deflex » ou « decurve » perdra en restitution d'énergie, et sera donc moins efficace, là où des modèles « recurve » ou « reflex » augmenteront autant en puissance qu'en contraintes pour le bois.

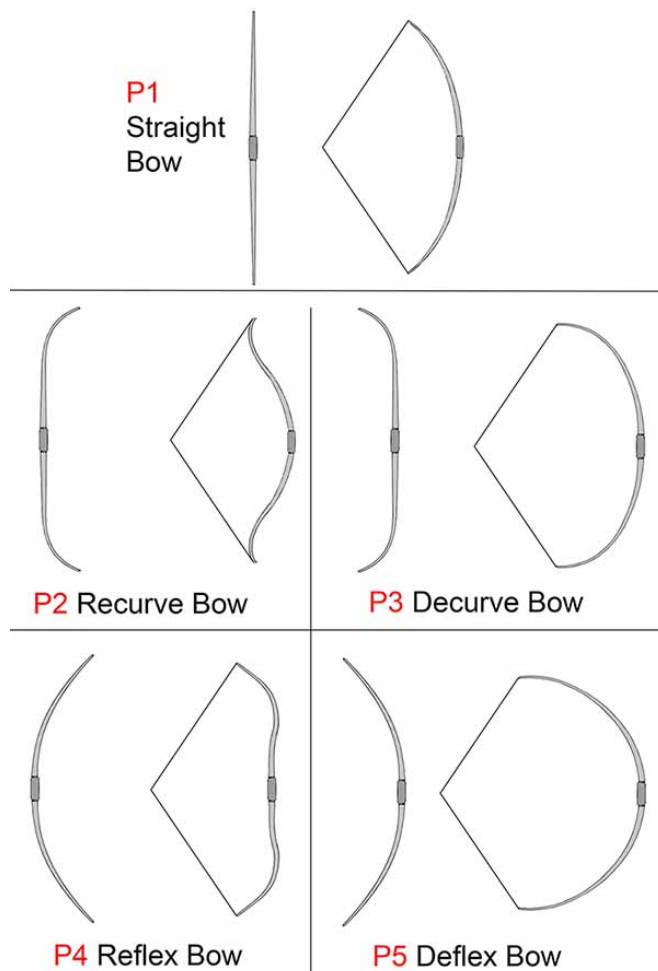


Figure 1 : profil latéral des arcs.

1.2. Profil facial des arcs

La grande majorité des arcs ouest-européens étant des arcs « droits » (profil latéral P1), les différences les plus visibles seront donc dans le profil facial. On peut ici d'ores et déjà effectuer une première division : la poignée est-elle dans la continuité des branches ou discontinue ? Autrement dit, l'arc est-il étroit ? La largeur de l'arc permettant la prise en main. Ou l'arc est-il large ? Trop large que pour permettre la prise en main, et la poignée devant donc être affinée. Vu de face, la distinction est facile à reconnaître. Et dans chacune de ces deux catégories, on peut également faire des distinctions sur la forme des bords des branches de l'arc. (cfr figure 2)

Pour les arcs continus, nous avons globalement deux catégories :

L'arc continu triangulaire (F1) possède sa plus grande largeur au niveau de la poignée et ses branches s'affinent en direction des extrémités. Il est bien entendu le plus connu. La grande majorité des longbows traditionnels actuels font partie de cette catégorie, tout comme ceux du 16^e siècle découvert à bord du *Mary-Rose* (Grande-Bretagne).

L'arc continu parallèle (F2) ne voit pratiquement aucune réduction de sa largeur entre la poignée et ses extrémités. On connaît peu d'exemples de ce type d'arc chez nous, mais on peut citer l'arc de Pineuilh (France).

Pour les arcs discontinus (dont la poignée a été affinée par rapport à la largeur des branches), on peut également distinguer plusieurs formes faciales de branches.

L'arc discontinu pyramidal (F3) est ici aussi le plus connu. Sa plus grande largeur se situe au plus proche de la poignée. La poignée est nettement découpée à la base des branches, au centre de l'arc, là où l'épaisseur a été gardée plus grande également afin d'éviter une rupture. L'arc de Holmegaard (Danemark) fait partie de cette catégorie.

L'arc discontinu hélicoïdal (F4) montre des branches plus arrondies. Le maximum de largeur est plutôt au milieu des branches. Et les branches s'affinent de part et d'autre, vers la poignée autant que vers l'extrémité. Il ne s'agit pas ici de faire l'arc, puis de creuser la poignée, mais bien de prévoir la poignée dès le départ, et de la gérer plus en douceur. La fabrication de ce type d'arc est donc bien différente de l'arc pyramidal. Les arcs de Meare Heath (Grande-Bretagne), et Muldbjerg (Danemark) en sont de bons exemples.

L'arc discontinu parallèle (F5) est en réalité une variante du F4. Si la branche ou le tronc de départ est suffisamment fine, il sera plus aisé de garder la largeur intacte sur la majorité de la longueur des branches, en affinant uniquement les extrémités et la poignée, toujours en douceur, mais sur une moins grande longueur. La distinction entre F4 et F5 sera parfois très fine, donc ces deux groupes seront ici considérés ensemble. On aura ici par exemple l'arc de Ronaes Skov 1 (Danemark)

L'arc discontinu appendiculé (F6) est le plus étrange et distinct. Sa partie centrale est similaire à l'arc hélicoïdal (F4), mais au milieu de ses branches (à 50-65% de distance de la poignée), un épaulement d'une dizaine de centimètres apparaît, affinant la branche et changeant complètement la section de l'arc. La partie externe des branches est donc affinée. On trouvera ces arcs exclusivement dans une zone précise autour du Danemark (Mollegabet, Tybrind Vig Type 1).

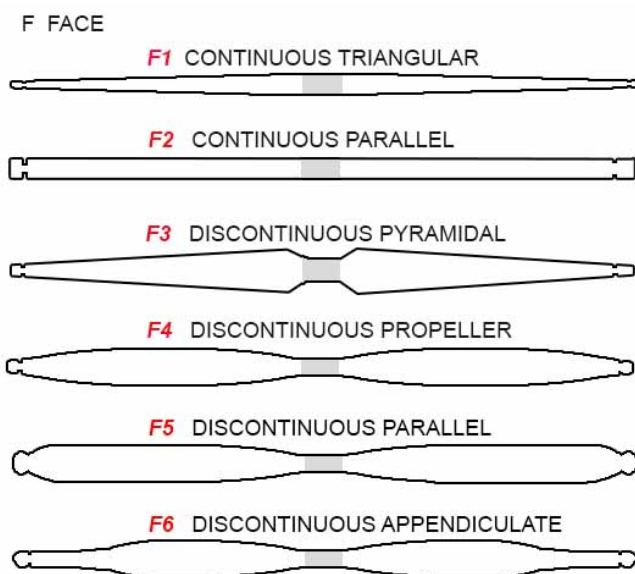


Figure 2 : profils faciaux.

1.3. Fabrication de la poignée

Si on considère strictement la poignée (si elle est préservée), on peut distinguer quatre aspects, dont deux sont maintenant évidents :

La poignée continue (H1) reste dans le prolongement de la largeur des branches (arcs F1/F2).

La poignée amincie (H2) est plus mince que la largeur des branches (arcs F3-F6).

Mais on peut également s'apercevoir que certaines poignées sont en **surépaisseur (H3)** par rapport à l'épaisseur des branches. Dans le cas de poignées amincies, c'est nécessaire afin de ne pas créer de zone de faiblesse au niveau de la poignée par manque de bois, et donc pour éviter la rupture. Mais on peut également trouver des poignées en surépaisseur pour des arcs continus (exemple Pineuilh, France, et Lupfen/Oberflacht, Allemagne). Les poignées de surépaisseur ne sont donc pas strictement liées aux poignées amincies.

Notons enfin que les **poignées de confort (H4)**, c'est-à-dire possédant un aménagement spécifique pour le confort de la main par-dessus le bois (enroulement de cuir ou de tissu par exemple) ne sont apparues que très tardivement (probablement après le XVIIIème siècle, donc hors de cette étude). Et bien sur je ne parlerai pas ici des poignées ergonomiques des arcs modernes.

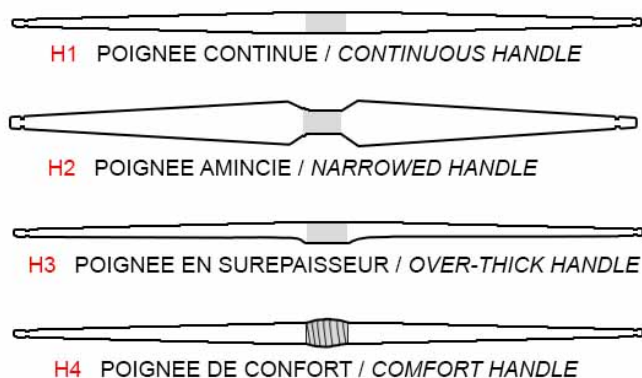


Figure 3 : formats de poignées

1.4. La section des branches et des poignées.

Cet aspect est celui qui montre la plus grande variété, qui nous en apprend le plus sur la technique de fabrication de l'arc et de sa dynamique, mais également la plus difficile à analyser. Pour cela, il faudrait une coupe transversale des branches, mais bien entendu il est hors de question d'endommager des artefacts historiques. On va donc analyser cela de l'extérieur, s'aidant des cassures naturelles des artefacts.

Nous devons ici tout d'abord nous poser quelques questions simples :

Quel était le diamètre d'origine du bois ? Et est ce que le cerne central est présent ou pas ? Donc est-ce que le bois provient d'un tronc large refendu en 2 ou 4 chevrons (large diamètre et cerne central souvent absent), ou d'une fine branche travaillée seule (diamètre moindre et cerne central souvent présent) ?

Et le plus important : est ce que le cerne externe, juste sous l'écorce, a été préservé ? Ce point est en effet crucial. Dans un arc, il y a un côté qui est sujet aux forces d'extension (dos de l'arc, côté externe, face à la cible) et un côté soumis aux forces de compression (ventre de l'arc, côté interne, face à l'archer). Le dos est le côté le plus critique et qui présente le plus de risque de rupture. C'est pourquoi le dos de l'arc doit posséder le cerne externe du bois préservé, sans aucun défaut. Si le cerne externe ne semble pas avoir été utilisé au dos, on peut se demander pour quelles raisons. C'est un cas très peu probable, mais il peut être considéré.

D'autres questions peuvent se poser avant de s'intéresser à la coupe transversale elle-même. Le bois montrait-il des nœuds ? Comment ont-ils été traités ? Les a-t-on retirés proprement en suivant le fil du bois ? Ont-ils été laissés en place (créant un point lourd et non dynamique), du bois ayant été gardé pour entourer le nœud et renforcer l'arc à cet endroit ? Cela peut nous en apprendre beaucoup sur l'habileté et l'expérience du facteur d'arc.

Analysons maintenant les profils possibles, en considérant le cas le plus probable : le cerne externe est préservé et utilisé au dos de l'arc. Si tel n'est pas le cas, on pourra souvent se rapprocher d'une des sections définies ici, sans trop de mal, en précisant que le cerne externe est rompu. La figure 5 montre une grande diversité de sections, pouvant être utilisée pour analyser tous les arcs ouest-européens entre le paléolithique et le XIX^{ème} siècle. Bien sûr toutes ces sections ne se retrouveront pas dans les arcs préhistoriques. Et certaines sections (S2e, S4b, S54g, certaines S5e et S5f) seront principalement des sections utilisées pour les poignées.

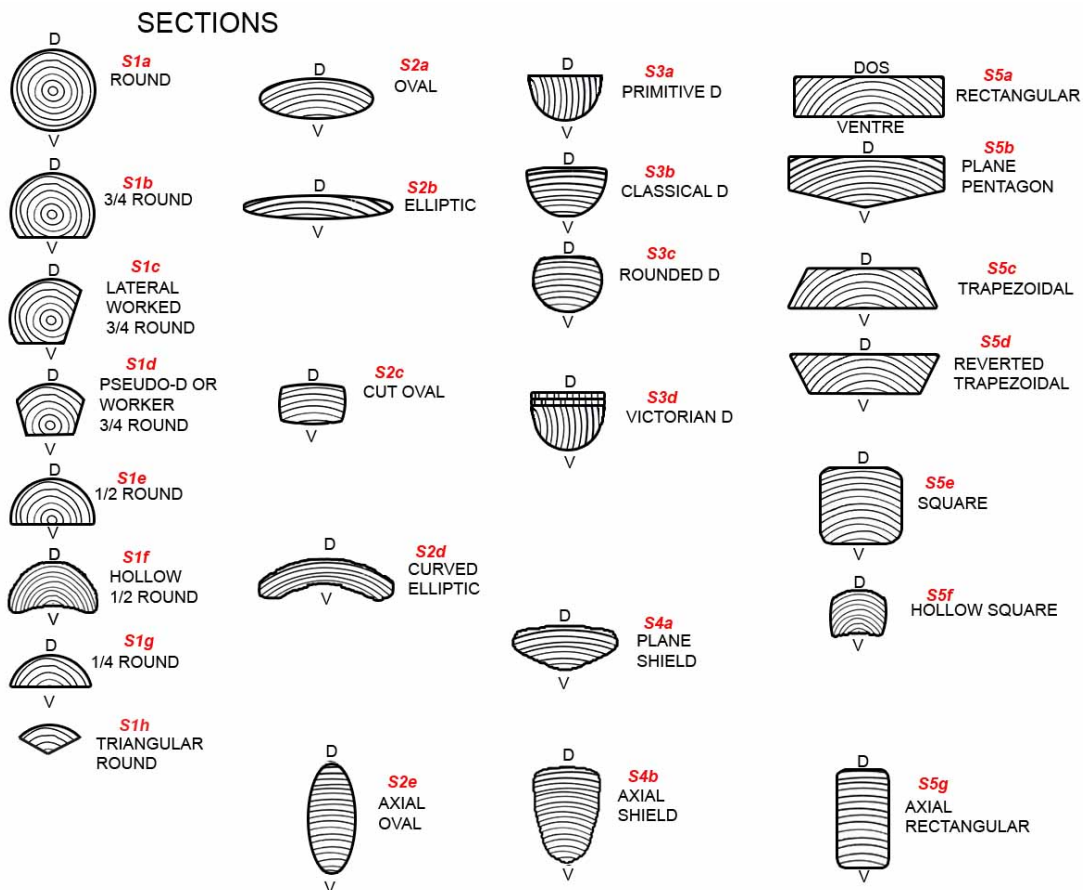


Figure 4 : sections du bois.

Dans la littérature existante, nombre d'écrivains (historiens ou pas) mentionnent souvent la fameuse « section en D ». Mais c'est imprécis. Selon le diamètre original du tronc, le bois sera travaillé différemment et montrera des « sections en D » très différentes. Un tronc de faible diamètre gardera un cerne externe (au dos) fortement arrondi, et sera travaillé à plat sur une faible largeur. On obtiendra ainsi des sections S1. Mais un tronc de grand diamètre, refendu en plusieurs chevrons, conservera lui aussi le cerne externe intègre au dos. Celui-ci sera de plus grand rayon et donc de courbure bien plus plate. Le bois sera donc travaillé au ventre sur une plus grande surface et il sera plus simple de le travailler (au ra cloire, ou à la plane, par exemple) en arrondi, pour diminuer la surface de travail. L'arrondi sera donc ici situé non pas au dos, mais au ventre de l'arc (sections S3). Dans ces deux cas on obtiendra une « section en D » (c'est-à-dire plane d'un côté et arrondie de l'autre), mais d'un fonctionnement dynamique et d'une fabrication totalement opposée.

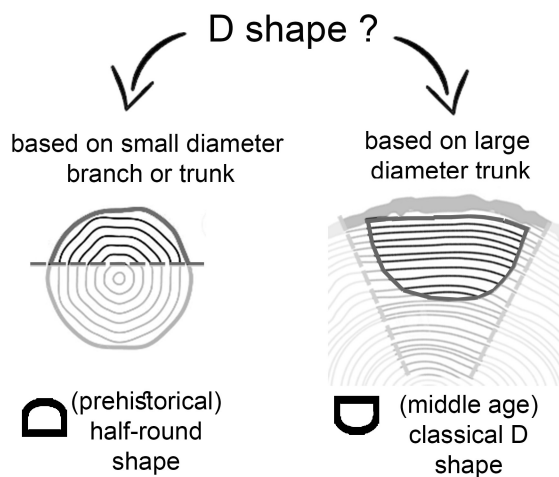


Figure 5 : le problème de la « section en D »

Ce problème de dénomination et cette confusion viennent probablement des écrivains du début du XXe siècle, qui se sont référés aux arcs longbows anglais de loisir actuels (faits à partir de planches, donc d'une fabrication encore complètement différente). Ceux-ci sont composés de deux ou trois couches de bois différents assemblés (voir section S3d), et qui ne peuvent servir de point de comparaison pour des arcs historiques avant le XVIIe siècle. Ici en effet, les cernes sont perpendiculaires à l'axe de l'arc. Le bois provenant de planches, prédécoupées à travers tout, il est impossible de préserver le cerne externe au dos. Dès lors, pour éviter la rupture des branches, une autre manière de travailler a été utilisée, perpendiculairement aux cernes. Mais c'est une manière moderne qui ne peut être considérée ici.

Un mot également à propos de la section S3a « primitive ». Paul Comstock (facteur d'arc américain) a expliqué que les arcs primitifs en pin de Mannheim et Stellmoor (environ 14.000-10.000 BC) ont été faits perpendiculairement aux cernes du bois. Ceci peut être expliqué pour éviter la rupture du bois de pin qui est très faible, mais c'est impossible à vérifier (un des deux artefacts a disparu lors des bombardements de l'Allemagne lors de la seconde guerre mondiale). Bien que n'étant pas impossible, il a probablement basé cette information sur la fabrication des arcs amérindiens, également en bois de pin, mais avec des branches larges et plates, au XIXe siècle. Cette information (et cette section) n'est pas vraiment à considérer, à moins d'autres découvertes d'arcs de pin primitif, certifié et en condition suffisante pour être correctement analysé et déterminer avec précision le dos de l'arc.

1.5. Les facteurs de section (Fs) et de largeur (Fw)

Certains chercheurs ont essayé de définir des groupes d'arcs selon les différentes largeurs trouvées (en considérant des arcs complets). Mais pour un arc pyramidal (par exemple), en considérant que le profil global reste le même, dans les mêmes proportions, il devient évident que si on fabrique un arc de grande longueur, sa largeur sera également augmentée. Cela en fait-il pour autant une fabrication différente ? Pas vraiment, cela pourrait juste être un arc pour un archer de taille différente, par exemple. De même, on peut tenter de faire des familles sur base d'épaisseurs différentes. Mais là aussi, une largeur plus grande va apporter une épaisseur plus grande. Cela peut aussi s'expliquer par une volonté d'obtenir un arc plus ou moins puissant. En effet, si la largeur détermine souvent la solidité de l'arc, son épaisseur détermine la puissance de l'arc. Fabriquer deux arcs de formes identiques mais de puissances (épaisseurs) différentes, n'en fait pas des arcs de familles différentes. Si on veut comparer des mesures d'arcs, ce qui est toujours utile, il faut alors utiliser des ratios. Comparer les proportions, et pas uniquement les mesures. Deux ratios peuvent ici être proposés.

Le facteur de section (Fs) se définit comme la largeur divisée par l'épaisseur. Si $F_s > 1.7$, alors on peut considérer qu'on a un arc avec des branches dites « larges ».

Le facteur de largeur (Fw) se définit comme la largeur divisée par la longueur (réelle ou estimée dans le cas d'un fragment d'arc). On remarquera que beaucoup d'arcs larges auront une valeur de Fw comprise entre 2.0 et 2.5%. Parfois pour les arcs larges faits dans des branches fines (par exemple), les valeurs passeront entre 1.7 et 1.9%. Et rares seront les arcs particulièrement larges dont la valeur Fw sera supérieure à 3%.

Bien sûr, ces mesures sont expérimentales, et dépendent beaucoup de l'état de conservation des artefacts. Elles sont donc informelles. Elles ne peuvent que guider dans la détermination des familles d'arcs, ou confirmer une hypothèse. Les profils faciaux et latéraux, ainsi que la fabrication des poignées, seront plus déterminants.

2. Evolution des arcs larges préhistoriques

2.1. Les arcs primitifs en pin

On estime l'apparition de l'arc en Europe pendant la dernière phase de la dernière grande glaciation (48.000BC). Si on a bien retrouvé des pointes de flèches en pierre taillées, aucun arc aussi ancien ne nous est parvenu. Les fragments de bois des arcs supposés de Stellmoor et de Mannheim (Allemagne) datent de 14.000/10.000 BC. Ils sont en pin.

Il est en effet assez logique de considérer que les premiers arcs furent faits d'un bois facile à trouver. Lors du réchauffement des températures à la fin de la Glaciation, les forêts de pin doivent avoir été parmi les premières à être remontées vers le nord à travers le continent.

Quelle forme devaient avoir ces arcs ? S'agissait-il d'arcs larges ? Les fragments de Stellmoor et de Mannheim ne peuvent nous l'apprendre. Le pin est un bois faible et mou. Il était travaillé avec des outils rudimentaires en pierre ou en os. Ces arcs ne devaient probablement pas dépasser 150cm de long, et devaient plutôt être faits de branches travaillées que de troncs refendus. Il est également difficilement concevable de penser que ces arcs puissent avoir été parfaitement équilibrés (autant par la qualité du bois, que par celle des outils, ou par le manque de connaissances). Des arcs courts, mal équilibrés, d'une durée de vie limitée... Impossible d'en dire plus tant que nous n'en aurons pas retrouvé un exemplaire pouvant être complètement analysé. Ce qui est très peu probable.

Cependant, les peintures rupestres espagnoles nous montrent bel et bien ce type d'arc. Si elles ne sont pas fort détaillées, on y voit bien des arcs un peu plus petits que les archers, et dont plusieurs montrent une « charnière », un angle de courbure propre aux arcs mal équilibrés, dont les branches possèdent une zone de faiblesse. Ces peintures rupestres datent de 7000 à 3000 BC. Certaines d'entre elles doivent donc montrer les arcs primitifs (en pin), d'autres déjà les premiers arcs en if.



Figure 6 : peintures rupestres espagnoles (Valtorta & Cueva de la Arana)

2.2. La remontée des forêts

Avec la disparition des glaciers (après 20.000BC), les forêts remontent vers le nord, à des vitesses différentes selon les types de bois. Ainsi, il semble que le noisetier ait suivi le pin. Puis vinrent l'orme, le chêne, le frêne. L'if ne suivi qu'environ 1000 ans plus tard. Cela nécessiterait une étude plus complète, mais considérons que l'orme est arrivé en Scandinavie entre 8000BC et 7000BC. L'if quant à lui a débarqué en Espagne vers 5400BC, a franchi les alpes vers 5000BC, et n'est arrivé en Scandinavie que vers 4500BC.

Du point de vue de la facture d'arc, nous avons alors deux nouveaux points de départ. La fabrication d'arcs en orme dans la zone Baltique sud, et la fabrication d'arcs en if en Espagne. Est-ce que cela veut dire que l'orme n'a pas été utilisé en Europe avant cela ? Si on considère le temps de remontée des forêts, l'orme serait apparu en Europe vers 9000BC environ. Le domaine des hypothèses est vaste, mais en absence d'artefacts de fouilles, il est impossible de se prononcer avec certitude.

Toujours est il que selon les pièces de fouilles, nous avons deux points de départ. Les arcs en if, qui se propageront en Europe pendant le néolithique, semblent apparaissent en 5400BC en Espagne (Banyoles). Nous aborderons peu ici ces arcs. Et les arcs en orme, de section large caractéristique, au sud de la Baltique, vers 7700BC. Le plus connu d'entre eux est l'arc Holmegaard, mais il est loin d'être le seul. Et ce modèle est également loin d'être unique.

2.3. Les arcs pyramidaux

L'orme est un bois de consistance moyenne. Il est donc normal que sa fabrication ait nécessité de répartir les forces d'extension et de compression sur une large surface. Cette connaissance était peut-être héritée des arcs en pin (encore plus faibles), mais sans certitude. Nous avons donc l'apparition (supposée) des arcs à branches larges sur la fin du Paléolithique. Tellement larges à leur base, que le centre de l'arc est trop large que pour être tenu en main. Il est donc nécessaire de creuser la poignée latéralement. Et donc de renforcer l'épaisseur au centre, pour éviter que le manque de bois ne rompe l'arc à la poignée.

L'arc en orme de Holmegaard (Danemark) est un magnifique exemple de l'arc pyramidal. Il est daté de 6500BD. Mais il est évident, quand on l'observe, que cet arc n'est pas un essai. C'est un arc bien fini, bien travaillé, dont la poignée était d'avance prévue en surépaisseur. Il montre une grande habileté et un grand soin de fabrication. Il n'y a aucun doute que cet arc est déjà l'héritier d'un certain savoir faire.

Cela se confirme par la découverte récente de deux arcs pyramidaux en orme à Bolkow (B/2010 et B/2016, Pologne, cote Baltique). Datés de 7700/7000 BC, ils prouvent que ce type d'arc existait déjà depuis au moins 1000 ans avant Holmegaard. Ils sont de sections ovales aux branches et le B/2016 est quasi carrés à la poignée. Ils sont accompagnés de 3 fragments trop petits que pour en déduire la forme de l'arc, bien que le format d'arc large soit à peu près certain. Un de ces fragments est en orme, les deux autres en frêne. Un autre arc en orme a également été retrouvé, mais demande plus de précautions dans son analyse. En effet, s'il s'agit bien d'un arc large, la poignée n'est pas différenciée dans la largeur de l'arc. Mais elle est bien en surépaisseur. Il s'agit en fait d'un arc fait dans une branche assez fine. Trop fine que pour arriver à une largeur importante ayant nécessité de retravailler la poignée. Cet arc est de section en demi-rond aux branches et ronde à la poignée (branche pratiquement intacte à cet endroit).

Les arcs de Ulkestrup Lyng II et de Blak (Danemark) sont également des exemplaires d'arcs pyramidaux, datant de 7000 à 5000BC.

Table 1 : arcs pyramidaux (voir en annexe)

Pyramidal bows



Figure 7 : Carte des arcs pyramidaux

Figure 8 : photo de l'arc Holmegaard, Musée National Danois (photo B.Detienne)

2.4. Evolution des arcs pendant la culture Ertebolle danoise

Quelle a été l'ampleur géographique de l'utilisation de l'arc pyramidal ? Sur quelle période a-t-il été utilisé ? C'est très difficile à dire sans autres témoins du passé. Mais on peut constater une double évolution de ce modèle vers 5300 BC. À cette période, la culture Ertebolle (5300/3900BC) apparaît au Danemark et se répandra petit à petit le long de la Baltique, en Allemagne du nord. L'apparition de cette culture coïncide avec l'apparition de deux nouveaux modèles d'arcs, toujours majoritairement en orme, dans cette région : les arcs hélicoïdaux et appendiculés. Ces deux types d'arcs apparaîtront à la même période, les plus anciens (des deux modèles) sont découverts à Mollegabet, et datés de 5400BC, mais le modèle hélicoïdal aura une durée de vie et une diffusion beaucoup plus large.

Bien sur, au sein de ces deux familles d'arcs (hélicoïdaux et appendiculés), on peut définir des sous-familles, sur base des sections des arcs qui montrent de légères différences. La face interne de l'arc (ventre) semble avoir été travaillée légèrement différemment pour certains arcs (concave, convexe, plane), mais il est également possible que ce travail ait simplement été un choix du facteur d'arc selon le matériau de départ et les outils dont il disposait. Je n'entrerais pas dans le détail des sous-familles ici pour rester à une vue globale de la situation.

2.5. Les arcs hélicoïdaux « ertebolle »

Le plus ancien arc hélicoïdal retrouvé est probablement l'arc pour enfant de Mollegabet, en cornouiller. Il date des tout débuts de la culture Ertebolle. Mais les deux arcs d'Agerod V (Suède), en orme et en sorbier pourraient également revendiquer cette ancienneté.

Sur les sites danois, on peut encore lister les arcs et fragments en orme de Ringkloster 1 (5400/4700BC), de Tybrind Vig (deux arcs de type 2 et de type 4, ainsi probablement que 7 fragments moins identifiables, 5300/4000BC), de Smakkerup Huse (4800/3900BC), de Ronaes Skov (3 arcs, 4300/4100BC), et l'arc potentiel en frêne de Brabrand (4600/3200BC). On peut y ajouter les deux arcs en orme de Timmendorf-Nordmole 1 (4500/4100BC) en Allemagne du nord

Les arcs de Neustadt (orme, 5100/4100BC, Allemagne du nord), Timmendorf-Nordmole III (frêne, 4500/4100BC, Allemagne du nord), Agernaes (orme, 4300/4100BC, Danemark), et Rosenhof (orme, 4050/3150, Norvège), font probablement également partie de cette série. Ce qui montre la diffusion de cet arc autour de la péninsule danoise.

Cet arc restera en utilisation sur la péninsule danoise bien après la disparition de la culture ertebolle (3900BC), comme en témoignent l'arc en if de Forstermoor Sartrup (3000/2750, Allemagne du nord) et celui en orme de Muldbjerg (2900/2700, Danemark). Comme on le verra un peu plus loin, les arcs hélicoïdaux connaîtront également une large diffusion en Europe.

Table 2 : arcs hélicoïdaux « ertebolle » (voir en annexe)

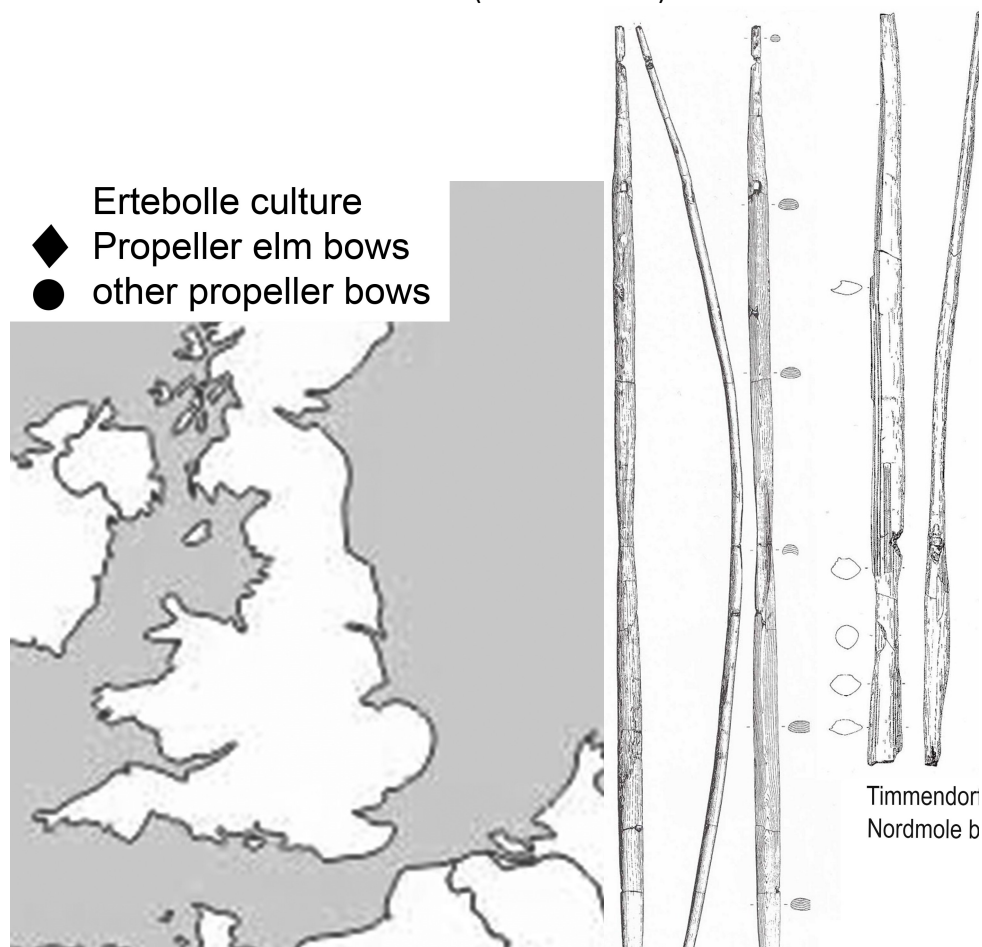


Figure 9 : carte des arcs hélicoïdaux Ertebolle.

Figure 10 : croquis des arcs de Ringkloster + Timmendorf-Nordmole (Andersen S., H.: Tybrind Vig. Submerged Mesolithic settlements in Denmark. Højbjerg 2013, 145-146)

2.6. Les arcs appendiculés « ertebolle »

Les arcs appendiculés sont apparus approximativement à la même période que les arcs hélicoïdaux, et dans la même région. A première vue, on pourrait croire qu'il s'agit d'une évolution de l'arc hélicoïdal, d'un essai pour rendre l'arc large plus aérodynamique. En effet, affiner le dernier tiers des branches d'arc (moins de largeur et un peu plus d'épaisseur pour éviter la casse) permet d'offrir une moindre résistance à l'air, une inertie moindre et une sortie de flèche plus élevée. Et peut être que cela a été le cas. Mais ils n'ont pas supplanté les arcs hélicoïdaux. Bien au contraire, on retrouve les deux types d'arcs sur les mêmes sites ertebolles.

Le premier et le plus connu est l'arc en orme de 115cm de Mollegabet (5400BC), mais il n'est pas le seul. On a retrouvé de ces arcs en orme également à Tybrind Vig (types 1 et 3, 11 arcs, 5300/4000BC), à Ringkloster (4800/4550BC), Timmendorf Nordmole II/2 (5100/4500 Allemagne du nord), et Maglemosegaard (4300/4100). On peut y ajouter l'arc de Horsens Fjord (4700BC) qui est en frêne.

Bien que plus rares que les arcs hélicoïdaux, ces arcs n'en sont pas moins suffisamment nombreux pour prouver qu'il s'agissait bien d'une famille d'arcs distincts, et non d'essais occasionnels. Par contre, ces arcs ne se diffuseront pas hors de la zone d'influence Ertebølle, et disparaîtront avec celle-ci.

Table 3 : arcs appendiculés « ertebolle » (voir en annexe)



Figure 11 : carte des arcs appendiculés Ertebølle



Figure 12 : croquis des arcs de Tybrind Vig type 1. (Andersen S., H.: Tybrind Vig. Submerged Mesolithic settlements in Denmark. Højbjerg 2013, 145-146)

Figure 13 : photo des arcs Maglemosegaard. Musée de Vedbaekfundene, Holte, Denmark (photo B.Detienne)

2.7. Diffusion des arcs hélicoïdaux « européens tardifs »

Cette diffusion vers le sud commence assez tôt puis que vers 5100/4900BC on retrouve un arc en orme à Kuckhoven (ouest de l'Allemagne) et un en if à Hardinxverld (Hollande). C'est à peine 400 ans après les arcs de Mollegabet. On remarquera ici un des premiers arcs en ifs retrouvé en Europe (bien que pas le premier, comme on le verra plus loin), et probablement une tentative de mixer le bois d'if utilisé pour des arcs à section plus fine, plus au sud de l'Europe, et les arcs « ertebolles » à section large. Il faudra ensuite attendre la fin de la culture Ertebolle (4000BC) pour avoir d'autres exemples de cet arc, ailleurs en Europe. Il se diffusera dans 3 zones distinctes : les îles britanniques, la Hollande, et la Suisse. À part deux exceptions, tous ces arcs seront maintenant en if.

Nous avons tout d'abord l'arc de Rotten Bottom (4040/3540BC, Angleterre), puis une série d'arcs hélicoïdaux apparaissent en suisse (et régions proche) sur les sites des cités lacustres qui nous ont livrés bien des arcs en ifs néolithiques (de section moins large et plus « classique » donc). Il s'agit des arcs de Bodman (4000/3000, Allemagne), Zurich Seefeld 1 (3179/3158BC), Horgen Scheller (3100BC), Zurich Mozartstrasse (3126/3058BC), Chalain 1836 (4000/2000BC, France), Robenhausen (2800/2500).

L'arc de Meare Heath (2810/2570BC) en Angleterre fait également partie de cette série hélicoïdale, mais on doit noter que celui-ci était ligaturé sur les branches, ce que n'étaient pas les autres arcs.

On retrouve à nouveau quelques arcs en Hollande et Allemagne proche, près de 2000 ans après les arcs de Kuckhoven et Hardinxverld. Il s'agit des arcs de Vrees (3000/2500, Allemagne), Ochsenmoor (deux arcs, 2500/2300BC, Allemagne), De Zilk (2000/1700BC, Hollande). La série des arcs hélicoïdaux se terminera avec les arcs de Ledro et Fiavré Carera (1600/1400BC, Italie). Notons que Fiavré nous donne un arc en cornouiller. A partir de ce moment, les arcs larges vont disparaître d'Europe, laissant la place aux arcs en if néolithique, avec lesquels ils ont coexisté un long moment. Les prochains arcs qui seront trouvés au Danemark seront les arcs en if, du même style que les arcs du reste de l'Europe, à la fin de la période romaine, à Vimose et Nydam.

Table 4 : arcs hélicoïdaux « tardifs » (voir en annexe)

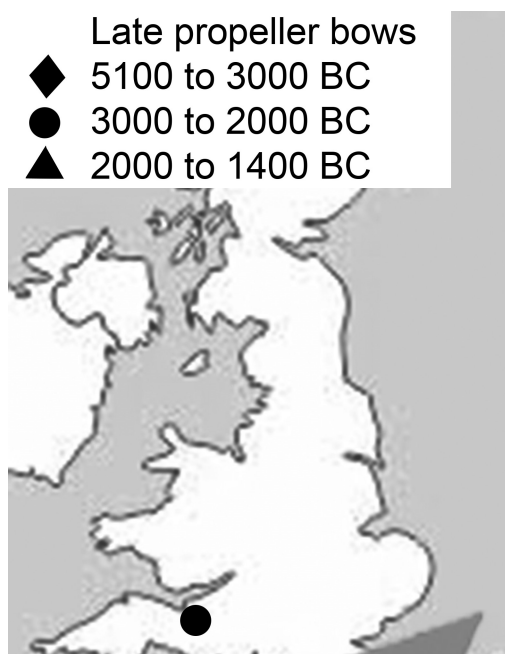


Figure 14 : carte des arcs hélicoïdaux européens tardifs

2.8. Longueur des arcs larges préhistoriques

La longueur d'un arc est une mesure importante. Elle est souvent comparée à la taille de l'archer qui l'utilise, ce qui ne rend pas les choses faciles pour l'interprétation historique (on a rarement retrouvé un arc avec son archer à côté de lui, même si certains cas existent comme Otzi). Comparer les tailles doit se faire avec précaution, car si la taille est souvent proportionnelle à l'allonge de l'archer, le tir à pleine allonge n'a pas nécessairement été la norme depuis l'aube des temps. Bien au contraire en fait si on regarde les peuplades dites « primitives » actuelles tirer à l'arc, on se rendra compte que la technique de tir n'est absolument pas « à pleine allonge ».

Néanmoins, comparer les tailles pourra donner une idée globale de l'utilisation des arcs. On pourra donc considérer qu'un arc plus long que la taille moyenne humaine (1.65m à 1.75m) sera dit « arc long », et qu'un arc plus petit (inférieur à 1.60m) sera un « petit arc » ou un arc pour enfant ou adolescent.

Malheureusement, peu nous sont parvenus complets (et encore moins « intacts »). Mais certains peuvent être estimés avec une marge d'erreur raisonnable (comme l'arc de Meare Heath dont on a retrouvé une moitié « complète »).

On remarque que les arcs pyramidaux sont déjà assez grands. Ils mesurent entre 1m55 et 1m75 de long, la majorité étant estimée dans les environs du 1m60, soit équivalent ou juste en dessous de la taille humaine. Pour les arcs hélicoïdaux, l'arc de Mollegabet en cornouiller est complet, mais mesurant 86cm il ne peut qu'être un arc pour enfant. La longueur réelle des 3 arcs hélicoïdaux ertebolles complets que nous avons va de 154 à 170cm. Les longueurs estimées des fragments interprétables oscillent entre 115 et 160cm de long. On est donc ici aussi dans des tailles similaires ou juste inférieures aux tailles humaines, en tenant compte des erreurs d'extrapolation, et des variations de la taille humaine d'un individu à l'autre. Les arcs appendiculés sont plus compliqués à analyser puisque ce sont tous des fragments. Néanmoins les arcs de Maglemosegaard (par exemple) sont des fragments majoritaires et peu de matière est manquante. Les extrapolations nous mènent ici aussi à des longueurs, oscillant entre 150 et 190cm, soit une taille humaine.

Quand aux arcs hélicoïdaux tardifs, lors de la diffusion en Europe et de l'adaptation de ce modèle à l'if, on tombe pour beaucoup sur des longueurs (réelles ou estimées) de l'ordre de 100 à 150cm. Pourtant l'arc de Vrees fait 172cm et l'arc de Meare Heath devait en faire 190cm. On a donc ici une bien plus grande variation de longueur. Cette variation de longueur correspond à la grande variabilité des longueurs des arcs en ifs durant le néolithique, il n'y a donc ici rien de vraiment surprenant.

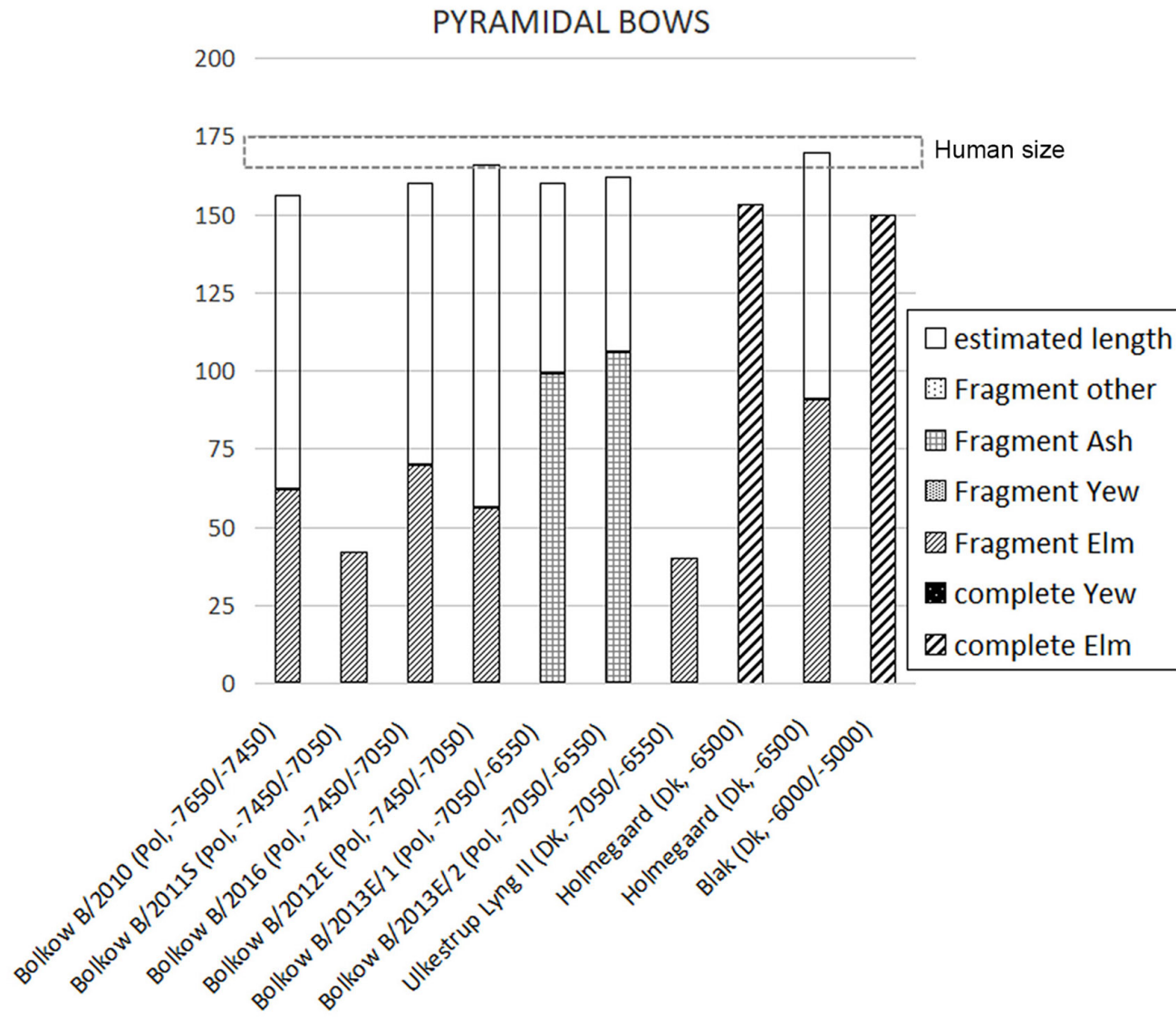


Figure 15: Longueur des arcs pyramidaux

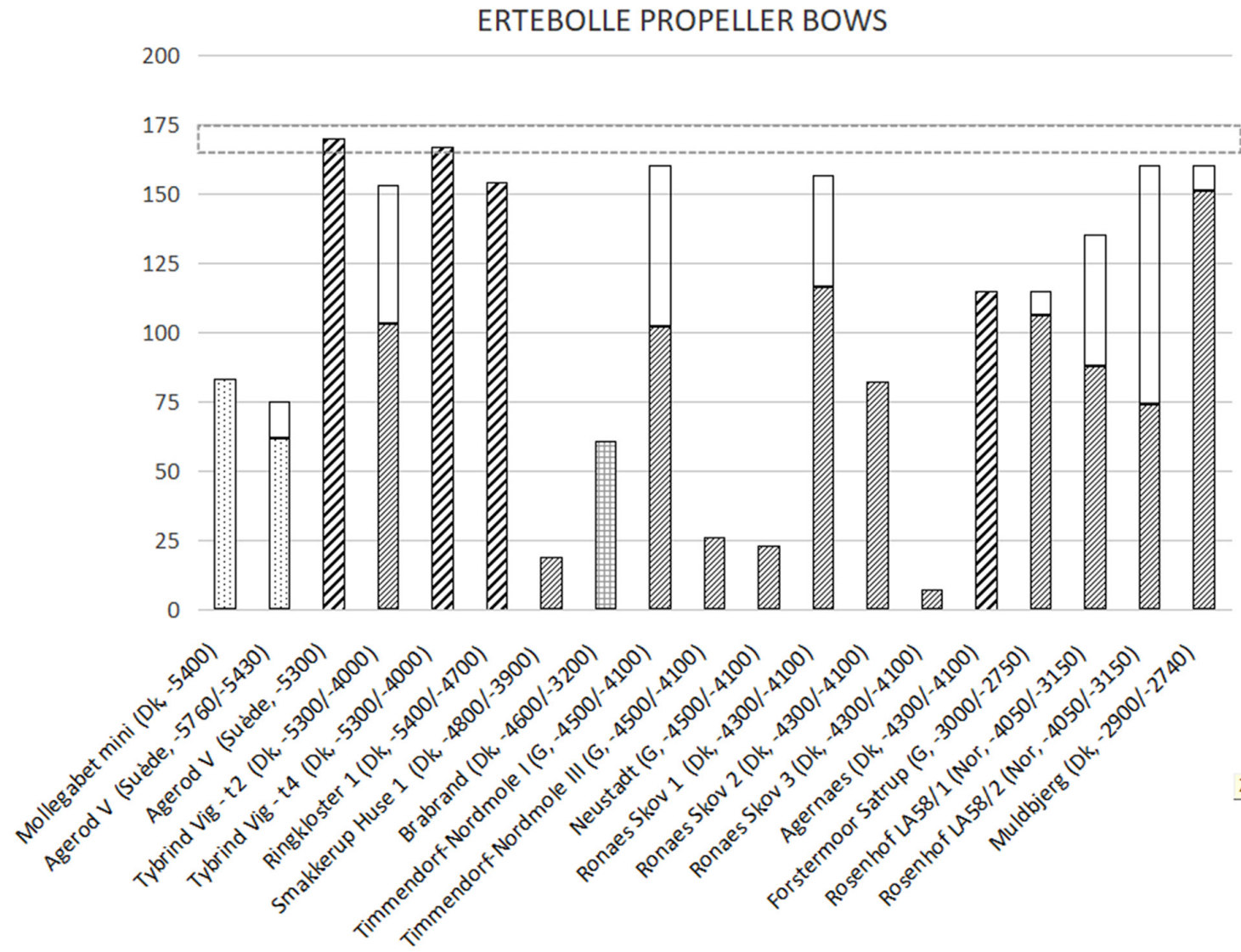


Figure 16: Longueur des arcs ertebolle hélicoïdaux

ERTEBOLLE APPENDICULATES BOWS

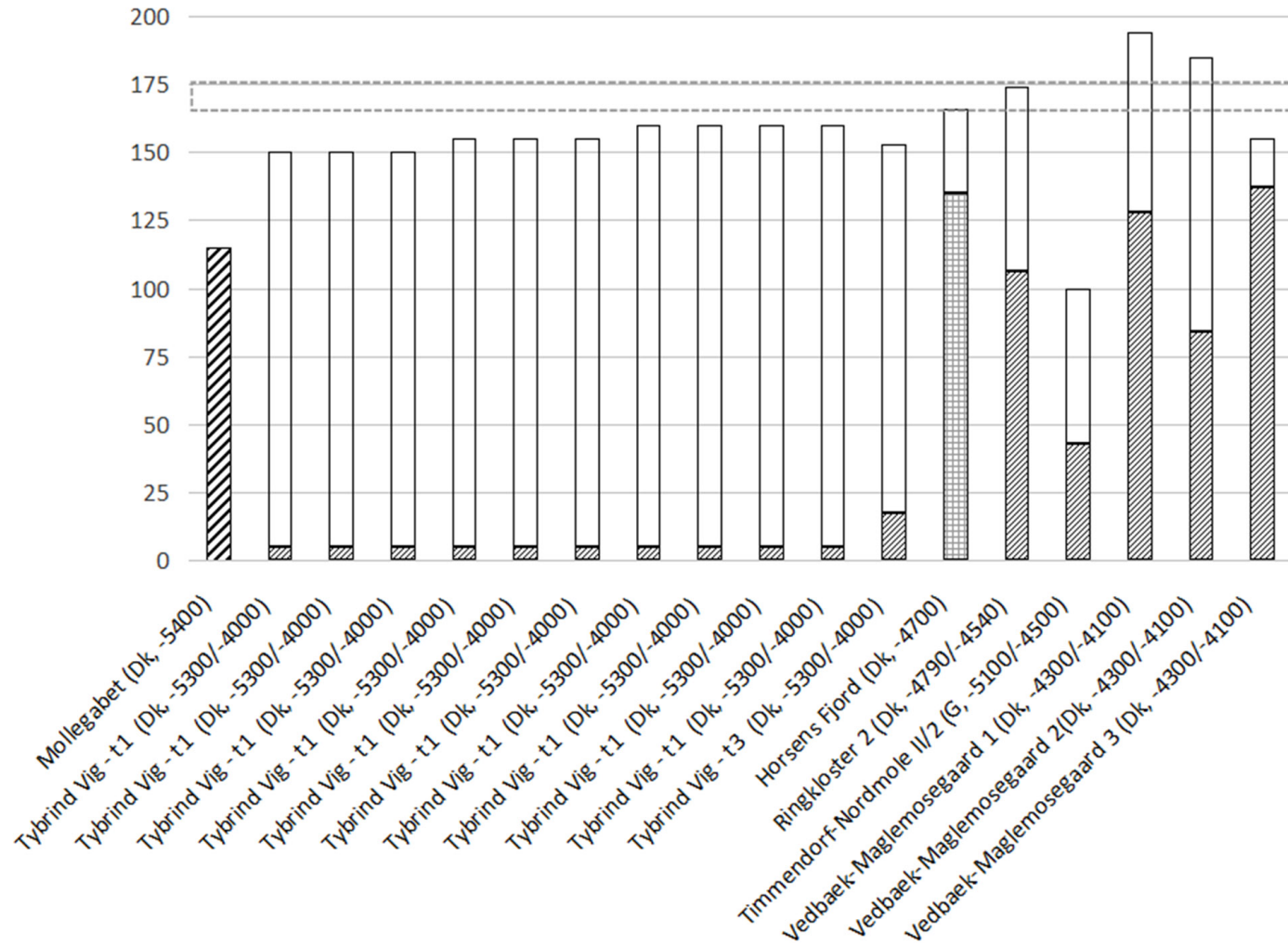


Figure 17: Longueur des arcs ertebolle appendiculés

LATE PROPELLER BOWS

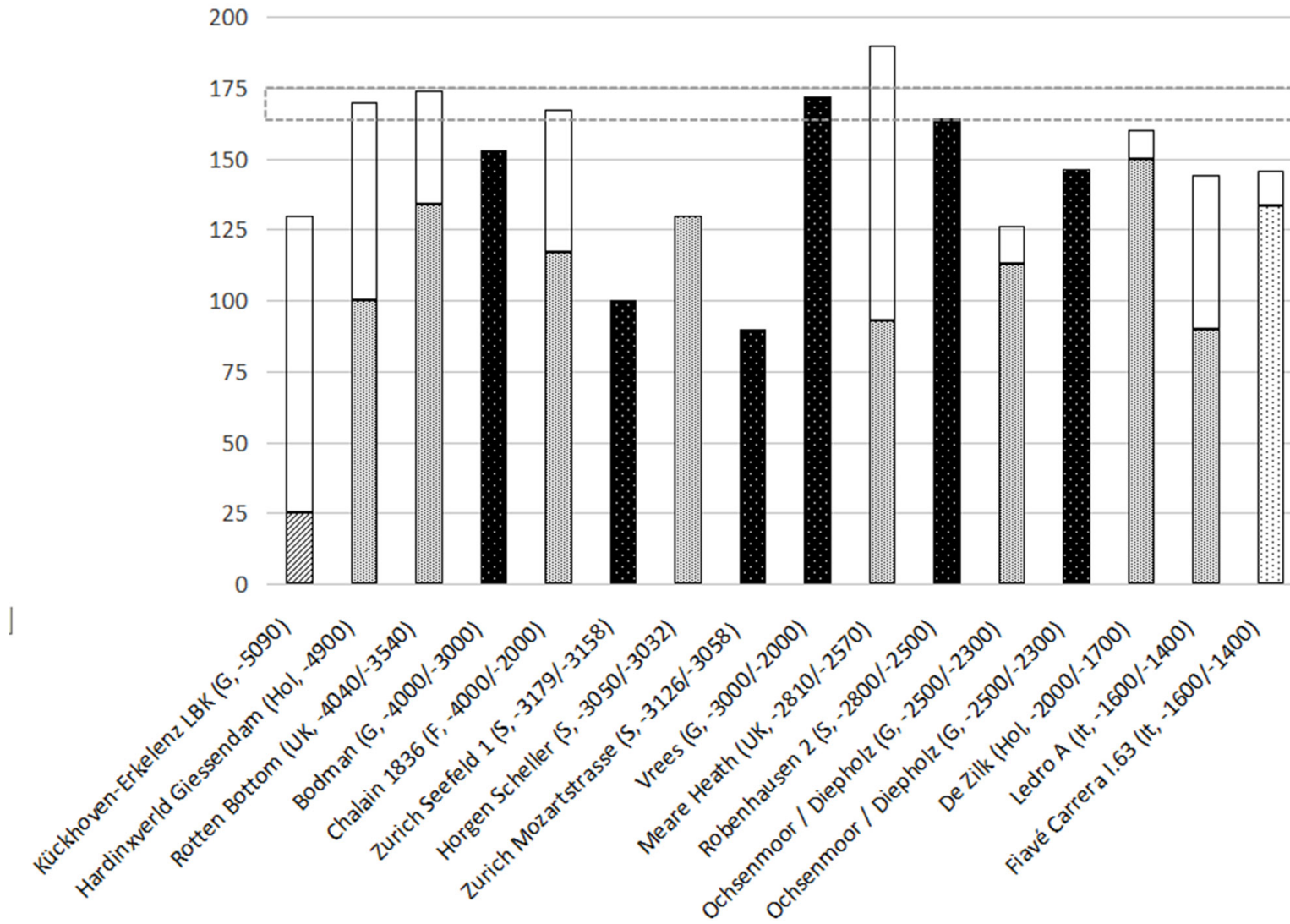


Figure 18: Longueur des arcs hélicoïdaux européens tardifs

2.9. L'apparition des arcs en ifs

Bien sur, l'apparition des arcs en if ne date ni de la période romaine (200/400AD, Vimose), ni des arcs hélicoïdaux de Hardinxveld (4900BC). Ils sont apparus bien auparavant, avec l'arrivée de l'if dans le sud de l'Europe. Le but de cet article n'étant pas de détailler ces arcs là, je citerai juste ici quelques éléments clefs.

On remarquera tout d'abord les 3 arcs de Banyoles (5400/5200BC, lac La Draga, Espagne), les seuls que l'on ait retrouvé en Espagne à ce jour. Puis les forêts d'if remontent vers le nord et on trouve un arc à Paris-Bercy (4400BC) à peu près à la même période que l'énorme quantité d'arcs des cités lacustres suisses (répartis de 4000 à 2500BC). L'if continuera à conquérir l'Europe amenant ces arcs en Allemagne et Grande-Bretagne, poursuivant l'histoire des arcs en Europe de l'ouest jusqu'à la guerre de Cent Ans, aux arcs du Mary-Rose, et jusqu'à nos jours.

3. Evolution des extrémités d'arcs

Pour que cette explication, concernant l'analyse des caractéristiques des arcs, soit complète, il reste à aborder un sujet : la manière dont les arcs sont préparés à accueillir la corde. Les extrémités d'arcs peuvent en effet être travaillées de différentes manières (dont les plus connues sont les encoches et les cornettes). Mais d'autres systèmes ont coexisté ou se sont succédé au fil du temps. Bien sur, ces techniques d'accrochage des cordes ne définissent pas des familles d'arcs, et ne sont certainement pas spécifique à la préhistoire. Donc ce dernier chapitre débordera (dans le temps) un peu les limites de cette étude. Mais cela vaut la peine de s'y intéresser dans le prolongement des descriptions, abordées au début de cette étude.

On peut ainsi définir quelques familles, pour les extrémités d'arcs, également. Il y a tout d'abord les arcs sans aucun aménagement (T1) pour la corde, que ce soit pour une branche d'arc ou pour les deux. On trouvera aussi des extrémités dites « ovoïdes » (T2), c'est-à-dire qui s'étranglent légèrement, soit sous l'effet d'un ponçage, soit sous la pression du nœud de la corde (avec le temps il est parfois dur de faire la distinction).

On verra aussi apparaître, pendant quelques milliers d'années, des épaulements (T3) travaillés aux extrémités des arcs. On peut définir ceux-ci comme l'interruption nette de la largeur de l'arc, pour obtenir un étranglement prononcé, puis une fin de branche, soit de même largeur, soit plus ou moins large, et de formes diverses.

Bien sur les rainures (T4) existent mais pas depuis aussi longtemps que ce système, pourtant simple, pourrait le laisser supposer.

Certains arcs montrent des perforations (T5), rarement seules, plutôt couplées avec une rainure. Et bien sûr les cornettes, en corne de vache ou en bois de cerf, sont apparues à la fin du moyen âge.

Bien sur, il est évident qu'un même arc, ayant deux branches donc deux fixations de cordes, peut posséder des extrémités de deux familles différentes, ou deux extrémités différentes d'une même famille. Et bien que cette analyse ne soit valable que pour les arcs dont l'état de préservation des extrémités est suffisant pour permettre cette analyse, on peut tirer globalement quelques conclusions des observations actuellement possibles.

Concernant les arcs préhistoriques larges, on retrouvera majoritairement des arcs sans aucun aménagement des extrémités. Les cordes devant donc être nouées aux extrémités des deux branches, ce qui implique un nœud à une des deux branches alors que l'arc est sous tension.

On commencera également à voir apparaître les arcs avec des épaulements de diverses formes. Les épaulements apparaîtront en effet dès le début du néolithique. Ils coexisteront avec les arcs sans aménagements et se maintiendront en usage jusqu'à l'Age des Métaux, et ce quel que soit le type

d'arc (large ou pas). Les extrémités ovoïdes existent mais restent assez rares, se trouvant principalement sur les arcs en if, à la fin du néolithique et au début de la période campaniforme.

Les rainures et perforations n'apparaîtront vraiment qu'au milieu de l'Age des Métaux, malgré quelques exceptions notables. Elles remplaceront les épaulements, et seront utilisées jusqu'à la fin du Moyen Age. Quand aux cornettes, elles ne se diffuseront en Europe de l'ouest qu'à partir de la toute fin du XVI^e siècle, probablement depuis l'Allemagne. Mais cela sort du cadre de cette étude et devra donc faire l'objet d'une étude plus spécifique, couvrant une période plus large.

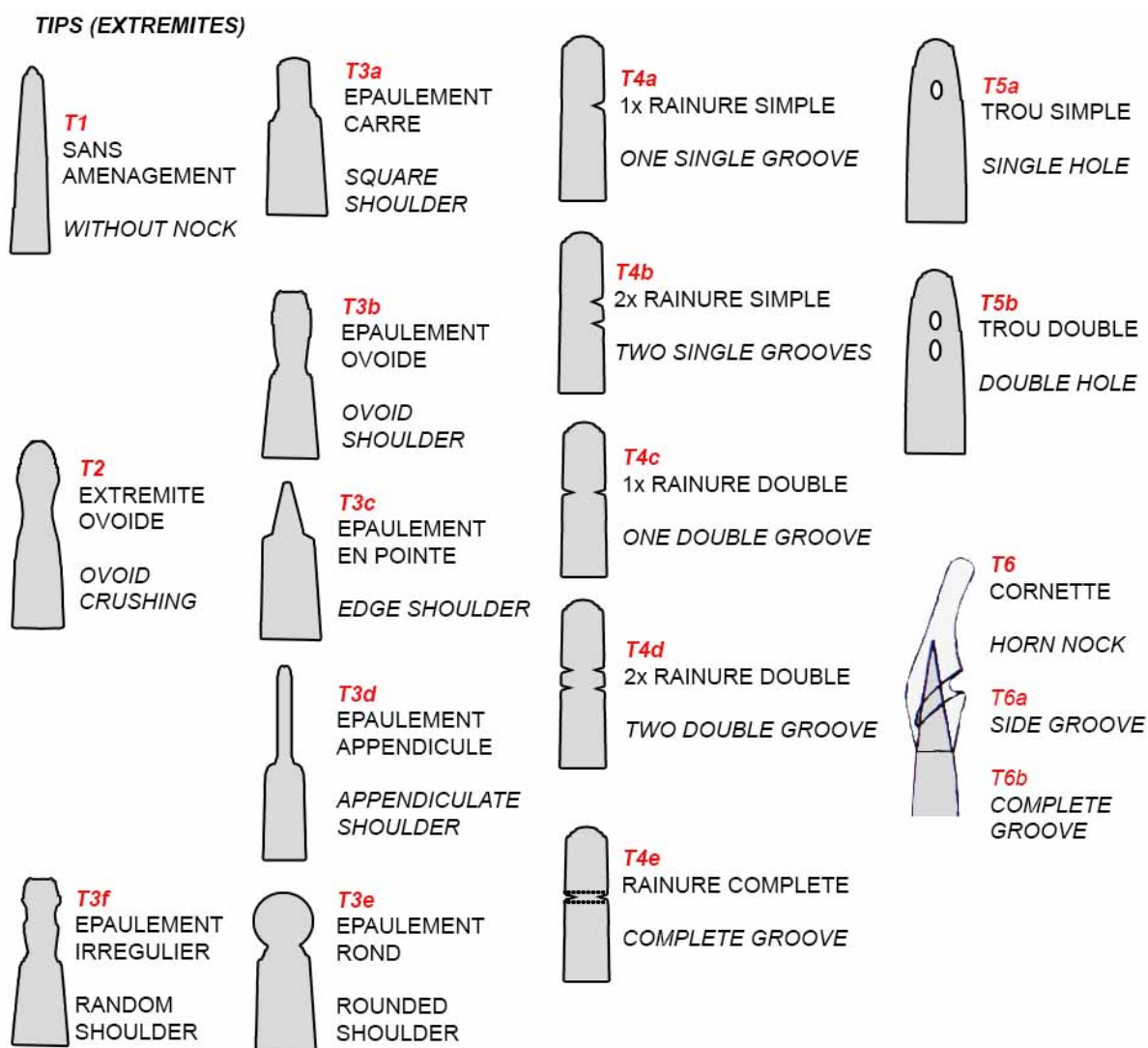


Figure 19 : familles d'extrémités d'arcs

Table 5 : extrémités des arcs larges préhistoriques (voir en annexe)

4. Tables des arcs

Table 1 : arcs pyramidaux

Bow (Location, date)	Info	wood	Real length	Estimated length	width	depth	Fs	Fw	Profile	Face	Handle	handle section	limbs section	End of limbs section	Outer ring preserved
Bolkow B/2010 (Pol, -7650/-7450)	Fragment	Elm	62	156	4,2	1,7	2,5	2,7%	P1	F3	/	/	S1g	S1g	Yes
Bolkow B/2016 (Pol, -7450/-7050)	Fragment	Elm	70	160	4,5	1,8	2,5	2,8%	P1	F3	H2/H3	S5e	S2a	S2a	?
Bolkow B/2012E (Pol, -7450/-7050)	Fragment	Elm	56	166	3,1	1,6	1,9	1,9%	P1	F4 ?	H3	S1b	S1e	S1g	Yes
Bolkow B/2011S (Pol, -7450/-7050)	Fragment	Elm	42	/	2,8	1,6	1,8	?	P1	?	/	/	S1e	S1g	?
Bolkow B/2013E/1 (Pol, -7050/-6550)	Fragment	Ash	99	160	4	2,2	1,8	2,5%	P1	?	/	/	S2a	S2a	/
Bolkow B/2013E/2 (Pol, -7050/-6550)	Fragment	Ash	106	162	3,5	2,5	1,4	2,2%	P1	?	/	/	S1e	S1e	/
Ulkestrup Lyng II (DK, -7050/-6550)	Complete	Elm	40	?	?	?	?	?	P1	F3	H2/H3	?	S2b	S2b	?
Holmegaard (Dk, -6500)	Complete	Elm	153	/	4,4	2,2	2,0	2,9%	P1	F3	H2/H3	S5e	S1g	S1g	Yes
Holmegaard (Dk, -6500)	Complete	Elm	90,5	168-178	6	2,1	2,9	3,4%	P1	F3	H2/H3	S5e	S1g	S1g	Yes
Blak (Dk, -6000/-5000)	Complete	Elm	?	150	?	?	?	?	P1	F3	H2/H3	S5e	S1g	S1g	?

Note sur les localisations: Dk = Denmark, G = Germany, Hol = Holland, It = Italy, Nor = Norge, Pol = Poland, S= Switzerland, Sw = Sweden, UK = United Kingdom

Table 2 : arcs helicoidaux « ertebolle »

Bow (Location, date)	Info	wood	Real length	Estimated length	width	depth	Fs	Fw	Profile	Face	Handle	handle section	limbs section	End of limbs section	Outer ring preserved
Mollegabet mini (Dk, -5400)	Fragment	Dogwood	83	86	?	?	?	?	P1	F4	H2/H3	?	?	?	Yes
Agerod V (Sw, -5760/-5430)	Fragment	Mountain ash	61,5	75	1,3	1	1,3	1,7%	P1	F4	?	S5g	S1e	?	?
Agerod V (Sw, -5300)	Complete	Elm	170	/	3,2	1,9	1,7	1,9%	P1	F4	?	?	S1e	?	?
Ringkloster 1 (Dk, -5400/-4700)	Complete	Elm	154	/	3,4	1,65	2,1	2,2%	P1	F4	H2/H3	S1a	S2a	S2a	?
Tybrind Vig - Type II (Dk, -5300/-4000)	Fragment	Elm	103	153	3,5	2	1,8	2,3%	P1	F4	H2/H3	S5e	S1e	?	Yes
Tybrind Vig - Type IV (Dk, -5300/-4000)	Complete	Elm	167	/	3,8	2	1,9	2,3%	P1	F4	H2/H3	S5e	S1e	S1g	Yes
Smakkerup Huse 1 (Dk, -4800/-3900)	Fragment	Elm	19	/	4,5	2,1	2,1	?	P1?	F4?	/	/	/	S2a	/
Ronaes Skov 1 (Dk, -4300/-4100)	Fragment	Elm	116,2	156,5	3,6	2	1,8	2,3%	P1	F5?	H2/H3	S2a	S1g	S1g	No
Ronaes Skov 2 (Dk, -4300/-4100)	Fragment	Elm	82	/	3,8	2,2	1,7	4,6%	P1	F4	H2/H3	S3e	S1g	/	No
Ronaes Skov 3 (Dk, -4300/-4100)	Fragment	Elm	7,3	/	2,6	1,5	1,7	?	P1	F4	/	/	S1g	/	No
Brabrand (Dk, -4600/-3200)	Fragment	Ash	60,5	/	3,5	1,8	1,9	?	P1	F4	H2/H3	?	S1g	S1g	?
Timmendorf-Nordmole I (G, -4500/-4100)	Fragment	Elm	102	160	3,8	1,6	2,4	2,4%	P1	F4	H2/H3	S3e	S1g	/	?
Neustadt LA156 (G, -4500/-4100)	Fragment	Elm	23	/	3,3	2,2	1,5	?	P1	F4	H2/H3	/	/	/	?
Timmendorf-Nordmole III (G, -4500/-4100)	Fragment	Ash	26	/	4,6	1,4	3,3	?	P1	F4	?	?	S2b	?	?
Agernaes (Dk, -4300/-4100)	Complete	Elm	/	111-117	?	?	?	?	P1	F4	?	?	?	?	?
Rosenhof LA58/1 (Nor, -4050/-3150)	Fragment	Elm	88	135	3,3	1,7	1,9	2,4%	P1	F4	?	?	S1g	?	?
Rosenhof LA58/2 (Nor, -4050/-3150)	Fragment	Elm	74	160	3,1	1,9	1,6	1,9%	P1	F4	?	?	S1g	?	?
Rosenhof LA58/3 (Nor, -4050/-3150)	Fragment	Elm	?	/	1,8	2	0,9	?	P1	F4	?	?	?	?	?
Forstermoor Satrup (G, -3000/-2750)	Fragment	Elm	106	115	2,7	1,8	1,5	2,3%	P1	F4	H2/H3	S5e	S1d	S1d	?
Muldbjerg (Dk, -2900/-2740)	Fragment	Elm	151	155-160	3,7	1,5	2,5	2,5%	P1	F4	H2/H3	S1a	S1g	S1g	Mostly

Table 3 : arcs appendiculés « ertebolle »

Bow (Location, date)	Info	wood	Real length	Estimated length	width	depth	Fs	Fw	Profile	Face	Handle	handle section	limbs section	End of limbs section	Outer ring preserved
Mollegabet (Dk, -5400)	Fragment	Elm	115	/	3,6	1,5	2,4	3,1%	P1	F6	H2/H3	S5e	S1g	S3b	Yes
Tybrind Vig - t1 (Dk, -5300/-4000)	Fragment	Elm	?	150-160	3	1,5	2,0	2-2,5%	P1	F6	H2/H3	S5e	S1g	S1a	Yes
Tybrind Vig - t1 (Dk, -5300/-4000)	Fragment	Elm	?	150-160	3,1	1,6	1,9	2-2,5%	P1	F6	H2/H3	S5e	S1g	S1a	Yes
Tybrind Vig - t1 (Dk, -5300/-4000)	Fragment	Elm	?	150-160	3,2	1,7	1,9	2-2,5%	P1	F6	H2/H3	S5e	S1g	S1a	Yes
Tybrind Vig - t1 (Dk, -5300/-4000)	Fragment	Elm	?	150-160	3,3	1,8	1,8	2-2,5%	P1	F6	H2/H3	S5e	S1g	S1a	Yes
Tybrind Vig - t1 (Dk, -5300/-4000)	Fragment	Elm	?	150-160	3,4	1,9	1,8	2-2,5%	P1	F6	H2/H3	S5e	S1g	S1a	Yes
Tybrind Vig - t1 (Dk, -5300/-4000)	Fragment	Elm	?	150-160	3,5	2	1,8	2-2,5%	P1	F6	H2/H3	S5e	S1g	S1a	Yes
Tybrind Vig - t1 (Dk, -5300/-4000)	Fragment	Elm	?	150-160	3,6	2,1	1,7	2-2,5%	P1	F6	H2/H3	S5e	S1g	S1a	Yes
Tybrind Vig - t1 (Dk, -5300/-4000)	Fragment	Elm	?	150-160	3,7	2,2	1,7	2-2,5%	P1	F6	H2/H3	S5e	S1g	S1a	Yes
Tybrind Vig - t1 (Dk, -5300/-4000)	Fragment	Elm	?	150-160	3,8	2,3	1,7	2-2,5%	P1	F6	H2/H3	S5e	S1g	S1a	Yes
Tybrind Vig - t1 (Dk, -5300/-4000)	Fragment	Elm	?	150-160	3,8	2,3	1,7	2-2,5%	P1	F6	H2/H3	S5e	S1g	S1a	Yes
Tybrind Vig - t3 (Dk, -5300/-4000)	Fragment	Elm	17,6	/	2,5	1,4	1,8	/	P1	F6	H2/H3	S5e	S1g	?	Yes
Ringkloster 2 (Dk, -4790/-4540)	Fragment	Elm	106	174	/	/	/	/	P1	F6	H2/H3	?	?	S1a	?
Timmendorf-Nordmole II/2 (G, -5100/-4500)	Fragment	Elm	?	100	5	2,5	2,0	5,0%	P1	F6	/	/	S1g	S2e	Yes
Maglemosegard 1 (Dk, -4300/-4100)	Fragment	Elm	128	194	3,9	2,1	1,9	2,0%	P1	F6	H2/H3	S5e	S2a	S1a	Yes
Maglemosegard 2 (Dk, -4300/-4100)	Fragment	Elm	85	185	3,5	1,5	2,3	1,9%	P1	F6	H2/H3	S5e	S1g	S1a	?
Maglemosegard 3 (Dk, -4300/-4100)	Fragment	Elm	140	155	3	2,5	1,2	1,9%	P1	F6	H2/H3	/	/	/	?
Horsens Fjord (Dk, -4700)	Fragment	Ash	135	166	5,5	/	/	3,3%	P1	F6	H2/H3	S2e	S1g	S1g	?

Table 4 : arcs hélicoïdaux « tardifs »

Bow (Location, date)	Info	wood	Real length	Estimated length	width	depth	Fs	Fw	Profile	Face	Handle	handle section	limbs section	End of limbs section	Outer ring preserved
Kückhoven-Erkelenz LBK (G, -5090)	Complete	Elm	?	120-140	?	?	?	?	P1	F4	H2/H3	?	S2a	?	?
Hardinxverld Giessendam (Hol, -4900)	Fragment	Yew	100	170	5	2,2	2,3	2,9%	P1	F4	H2/H3	?	?	?	?
Rotten Bottom (UK, -4040/-3540)	Complete	Yew	136	174	?	?	?	?	P1	F4	H2/H3	S2e	S1g	S3e	?
Bodman (G, -4000/-3000)	Complete	Yew	153	/	3,7	?	?	2,4%	P1	F4	H2/H3	S2e	S1e/S36B	S1e/ S36B	?
Chalain 1836 (F, -4000/-2000)	Fragment	Yew	117	167	3,37	?	?	2,0%	P1	F4	H2/H3	?	?	?	?
Zurich Seefeld 1 (S, -3179/-3158)	Complete	Yew	100	/	3,7	?	?	3,7%	P1	F4	H2	S5f	S2a	S2a	?
Horgen Scheller (S, -3050/-3032)	Fragment	Yew	130	/	?	?	?	?	P1	F4	H2/H3	S2e	S1f	S1f	?
Zurich Mozartstrasse (S, -3126/-3058)	Complete	Yew	?	80-100	?	?	?	?	P1	F4	H2/H3	S2e	S1g	S1g	?
Robenhausen 2 (S, -2800/-2500)	Complete	Yew	164	/	2,9	2,1	1,4	1,8%	P1	F4	H2/H3	S2e	S1f	S3e	?
Meare Heath (UK, -2810/-2570)	Fragment	Yew	93	190	6,85	1,75	3,9	3,6%	P1	F4	H2/H3	S2e	S1g	S1g	?
Vrees (G, -3000/-2000)	Complete	Yew	172	/	5			2,9%	P1	F4	H2/H3	?	?	?	?
Ochsenmoor / Diepholz (G, -2500/-2300)	Fragment	Yew	113	126	3,3	1,65	2,0	2,6%	P1	F4	H2/H3	S2e	S1g	S1g	?
Ochsenmoor / Diepholz (G, -2500/-2300)	Complete	Yew	146	/	3			2,1%	P1	F4	H2/H3	S2e	S1g	S1g	?
De Zilk (Hol, -2000/-1700)	Fragment	Yew	150	160	5,2	1,85	2,8	3,3%	P1	F4	H2/H3	S5g	S1g	S1g	?
Ledro A (It, -1600/-1400)	Fragment	Yew	90	144	?	?	?	?	P2 ?	F4	H2/H3	S2e	S2a	S2a	?
Ledro B (It, -1600/-1400)	Fragment	Yew	?	/	?	?	?	?	P1	F4	H2/H3	S2e	S2a	S2a	?
Fiavé Carrera I.63 (It, -1600/-1400)	Fragment	Mountain ash	133,2	145,6	?	?	?	?	P1	F4	H2/H3	S2e	S1g	S1g	Yes

Table 5 : extrémités des arcs larges préhistoriques

Bows (Location, date)	Tip 1	Tip 2 (if exist)
Mannheim (G, -15.000)	(T2)	/
Holmegaard (Dk, -6500) *2pc	T1	T1
Mollegabet mini (Dk, -5400)	T3b	T1
Ringkloster 1 (Dk, -5400/-4700)	T1	T1
Banyoles (Sp, -5400/-5200) *3pc	T1, T3a, T3e	T3a
Tybrind Vig (Dk, -5300/-4000) *12pc	T1, T3a, T3e	T3b
Timmendorf-Nordmole II/2 (G, -5100/-4500)	T1	/
Grube-Rosenhof (G, -5100/-4500)	T1	/
Ringkloster 2 (Dk, -4790/-4540)	T1	/
Horsens Fjord (Dk, -4700)	T1	/
Smakkerup Huse 1 (Dk, -4800/-3900)	T1	/
Brabrand (Dk, -4600/-3200)	T1	/
Maglemosegard 1 (Dk, -4300/-4100)	T4c	/
Ronaes Skov (Dk, -4300/-4100)	T3a	/
Forstermoor Satrup (G, -3000/-2750)	T1	/
Rotten Bottom (UK, -4040/-3540)	T1	/
Bodman (G, -4000/-3000)	T1	T1
Zurich Seefeld 1 (S, -3179/-3158) *4pc	T1, T3c	T3a, T3c
Horgen Scheller (S, -3100)	T1	/
Zurich Mozartstrasse (S, -3126/-3058) *4pc	T1, T3a	T1, T3b
Muldbjerg (Dk, -2900/-2740)	T3a	/
Meare Heath (UK, -2810/-2570)	T3a	/
Robenhausen 2 (S, -2800/-2500)	T3b	T3b
Ashcott Heath (UK, -2665)	T3b	/
Ochsenmoor / Diepholz (G, -2500/-2300) *2pc	T3a	/
Ledro (It, -1600/-1400) * 5pc	T1, T2, T4a	T1
Fiavé Carrera I.63 (It, -1600/-1400)	T1	/

5. Bibliographie

- ANDERSEN, S. H.: Tybrind Vig. Submerged Mesolithic settlements in Denmark. Højbjerg 2013, 139-220
- ANDERSEN, S.H. (2009). Ronaes Skov. Marinarkæologiske undersøgelser af kystboplads fra ertebolletid. Jysk arkæologisk selskab. Nationalmuseet Moesgaard Museum. Denmark
- BAILEY, G. B. The Denny Bow. Falkirk Local History Society
- BALINT, C. (2013). The bow from Holmegaard settlement and some remarks on the Mesolithic bows. Periodekursus 2 (Forhistorisk Arkæologi), University of Copenhagen, 2013-2014-2
- BELLINTANI, P.; BENINI, S.; GONZALEZ, O.M. (2006). L'arco e le frecce dell'abita&to palafittico di Fiavé. Indagine sperimentale su aspetti ricostruttivi e funzionali. In Incontro di archeologia sperimentale, Catene operative dell'arco preistorico. Trento. Italy. pp167-200.
- BEMMAN, G.; BEMMAN, J. (1998) Der Opferplatz von Nydam. Die funde aus den alteren Grabungen : Nydam-I und Nydam-II. Band 2 katalog und tafeln. Wachholtz Verlag. Archäologisches landesmuseum der christian-albrechts-universitat. Schleswig.
- BENINI, S. (2007.) L'arceria nel periodo celtico. Da Sapere, pp 54-57
- BOSCOVICH, E. S. (1988). Las pinturas rupestres de Cova Remigia (Ares del Maestre, Castellón). Universidad de Barcelona
- CIONCI, A. (2013). Arcieri preistorici. In Arcieri, Federazione italiana tiro con l'arco. pp32-35.
- DIAS-MEIRINHO, M.-H. (2011). Des armes et des hommes : l'archerie à la transition néolithique-âge du bronze en Europe occidentale. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II.
- DOUGLAS PRICE, T.; GEBAUER, A.B. (2003). Smakkerup Huse. A late mesolithic coastal site in northwest Zealand Denmark. Aarhus University Press. Denmark
- GALINSKI, T. (2019) "The early mesolithic bows from Bolkow in the western Pomerania". Archeologia Polski, LXIV. pp 73-123
- GREENLAND, H. (n.d.). The Meare Heath Bow and the land of the summer people & HARDY, R. (1976, reprinted 2010) Longbow, a social and military history. Haynes Publishing, England
- HARDY, R. (1976, reprinted 2010) Longbow, a social and military history. Haynes Publishing, England.
- INSULANDER, R. (1999). The bow from Stellmoor - the oldest in the world ? Journal of the Society of Archer-Antiquaries 42, p. 78
- JUNKMANN, J. ; KLUGL, G. ; SCHOCH, W. ; DI PIETRO, G.; HAFNER, A. (2019). Neolithic and bronze age archery equipment from alpine ice-patches : a review on components, construction techniques and functionality. Journal of Neolithic archaeology, 10, pp. 283-314
- KRISTENSEN, P. (1979). Vedbaekprojektet. Ny og gammel forskning. Herning, Denmark
- PAULI JENSEN, X. (2010). North germanic archery. The practical approach - results and perspectives. National Museum of Copenhagen.
- PAULI JENSEN, X. (2021). The Vimose find – the early weapon deposits. Nordiske Fortidsminder Copenhagen.

PETERSEN, P.V. (1979). Trae til jaegernes redskaber. In Vedbaekprojektet. Særtryk Sollerodbogen, Historisk topografisk Selskab, Sollerod Kommune. Denmark. pp72-77

PETERSEN, P.V. (1987). Nydam III et vabenoffer fra aeldre germansk jernalder. Særtryk Aarbøger Nord. Oldk. Hist. pp105-137

PIQUE, R.; PALOMO, A. ; TERRADAS, X. ;TARRUS, J. ; BUXO, R. ;BOSCH, A. ;CHINCHILLA, J. ; BOGDANOVIC, I. ; LOPEZ, O. ; SANA, M. (2015). Characterizing prehistoric archery : technical and functional analyses of the neolithic bows from La Draga (NE Iberian Peninsula). Journal of Archaeological Science 55, pp. 166-173

PIQUE, R.; PALOMO, A. ; TERRADAS, X. ;TARRUS, J. ; BUXO, R. ;BOSCH, A. ;CHINCHILLA, J. ; BOGDANOVIC, I. ; LOPEZ, O. ; SANA, M. (2015). Characterizing prehistoric archery : technical and functional analyses of the neolithic bows from La Draga (NE Iberian Peninsula). Journal of Archaeological Science 55, pp. 166-173

RAUSING, G. (1967). The bow, some notes on its origin and development. Simon Archery Foundation, Suède

ROSENDAHL, G. K.-W. B. (2006). "Le plus vieil arc du monde ? Une pièce intéressante en provenance de Mannheim, Allemagne". (Elsevier, Ed.) L'anthropologie 110, 371–382

SKAARUP, J.; GRON, O. (2004). Mollegabet II. A submerged Mesolithic settlement in southern Denmark. Langelands Museum, Archaeopress, Oxford, England

SOAR, Hugh D.H. (2004). The crooked stick. A history of the longbow. Yardley (USA), Westholme Publishing