

Etude et expérimentations autour de la découverte d'un bâton de jet gaulois sur le site d'Urville-Nacqueville (Manche)

Luc Bordes, Anthony Lefort, François Blondel et Thierry Meinel

Les fouilles archéologiques menées sur le site gaulois d'Urville-Nacqueville ont permis de mettre au jour en 2010 un objet en bois tout à fait original, que la somme des évidences conduit à interpréter comme un bâton de jet¹. Ce type d'objet dont le boomerang² aborigène est le représentant le plus célèbre, a été utilisé dans de nombreuses cultures, à travers le temps, à des fins aussi bien ludiques que cynégétiques ou guerrières. Il s'agit en l'occurrence du premier objet de ce type découvert en Gaule celtique. Préservé de la dégradation naturelle par l'humidité constante du sol depuis son enfouissement entre 120 et 80 av. J.-C., il a été mis au jour dans un fossé d'enclos où il jouxtait un dépôt tout aussi remarquable de côtes de baleine.

Les nombreuses interrogations suscitées par la découverte de cet objet nous ont amené à entreprendre des comparaisons ethnologiques et archéologiques. Confortée par son examen technique, la réalisation de plusieurs répliques s'est montrée, dans un second temps, nécessaire pour valider cette interprétation.

1. Contexte de découverte

1.1 Un port de la fin du II^e siècle avant notre ère

Le site d'Urville-Nacqueville se trouve à une dizaine de kilomètres à l'ouest de Cherbourg. Il s'agit très vraisemblablement d'une agglomération littorale occupée entre 120 et 80 av. J.-C. Pour l'heure, deux secteurs de ce vaste site ont été mis au jour. Il s'agit d'un important cimetière regroupant plus d'une centaine d'individus et d'un quartier artisanal où étaient notamment produits de manière intensive des bracelets en schiste noir importés depuis les côtes du Dorset. La découverte de plusieurs objets rares et précieux (fragments de bijoux et monnaies en or¹ en particulier) ainsi que de nombreux produits importés de régions plus ou moins lointaines attestent de la prospérité de certains habitants et montrent que ce village était intégré à différents courants commerciaux menant de l'Angleterre à la Gaule du centre et bien au-delà (ambre de Baltique, schiste du Dorset, monnaies du nord et du centre-est de la Gaule, vin italien², corail de Méditerranée). Au-delà de la découverte de ces objets précieux et exotiques, les témoins de consommation de vin italien, et les nombreuses pièces de jeux découvertes dans la nécropole confirment le statut privilégié de certains habitants éloignés de toute évidence des tâches serviles du bas peuple.

On interprète ainsi le site comme une escale maritime sur la route de l'île de Bretagne (actuelle Angleterre) dont les côtes ne sont distantes que d'une centaine de kilomètres. Les divers frais et taxes acquittés par les entrepreneurs responsables du fret transmanche assuraient ainsi la prospérité de ceux qui faisaient vivre le port et en exerçaient le contrôle.

1.2 Structure d'enfouissement et modalité de dépôt

Le bâton a été mis au jour au sein du quartier artisanal, dans le comblement d'un fossé d'enclos ceinturant une petite parcelle dans laquelle se trouvaient trois bâtiments circulaires dont le type renvoie à une tradition architecturale britannique (fig. XX). Ce fossé n'excédait pas un mètre de profondeur et n'était pas précédé d'un talus. Le bâton reposait presque à la verticale contre la paroi externe de la branche orientale de la structure. Sa base s'appuyait sur le fond d'une petite rigole creusée alors que la partie inférieure du fossé était déjà comblée (fig. XX). Cette rigole mesurait environ vingt centimètres de large et de profondeur pour une longueur d'environ quatre mètres. Cet aménagement ajouté à la position particulière du bâton donne l'impression d'un dépôt volontaire et soigné plutôt qu'un rejet détritique, auquel cas le bâton aurait été retrouvé probablement brisé et couché sur le fond du fossé. Cette impression est renforcée par le dépôt deux mètres plus au nord de plusieurs fragments de côte de baleine dans des conditions similaires (fig. XX). En l'absence d'étude géomorphologique, il est difficile de se prononcer sur les modalités exactes de l'enfouissement, mais on peut estimer que celui-ci a été rapide sinon immédiat. Dans le cas contraire, le bâton aurait probablement fini par glisser sur le côté et se dégrader sous l'effet des intempéries.

La finalité pratique de ce geste reste obscure et si la thèse du rejet paraît peu probable, on privilégiera volontier la portée symbolique dans le cadre d'un culte privé ou collectif. L'enfouissement de tels dépôts incluant des objets chargés d'une dimension symbolique est loin d'être un phénomène exceptionnel dans le monde celtique où la société est profondément empreinte de mysticisme et de piété³. Il s'exerce dans tous les types de contextes (sanctuaires, habitats, endroits isolés) et peut impliquer des objets aussi divers que des armes, de la monnaie, des outils ou encore de la vaisselle en métal ou en terre (Poux 2006 et 2011 ; Barral 2011 ; Buschsenschutz 2007, p. 170, 180).

1

Dans l'Antiquité, un statère d'or permettait de s'adjoindre les services d'un homme d'armes pour une durée de un à plusieurs mois. On cite souvent l'auteur grec Polyen, qui rapporte qu'Antigone Gonatas aurait payé un statère d'or par homme pour la durée d'une campagne, mais ce dernier ne précise pas pour quelle durée s'appliquait ce tarif alors que les soldats grecs touchaient pour leur part un statère d'or par mois (Kruta 2000, p. 255, 727-728). Certains auteurs avancent cependant que la solde des mercenaires étrangers était peut-être en réalité égale à celle des soldats grecs (Le Rider 1991). Le pouvoir d'achat de ces monnaies était quoi qu'il en soit considérable.

2

Produit de luxe (Poux 2004, p. 213-228).

3

César rapporte que les Gaulois sont très religieux (*Guerre des Gaules*, VI, 16).

2. Boomerangs et autres bâtons de jet: définition, usages et archéologie d'un objet universel

Le bâton de jet est probablement l'arme la plus primitive qui soit. En permettant de terrasser à distance du petit gibier d'ordinaire prompt à la fuite à l'approche des prédateurs, il a très tôt été utilisé par l'ensemble des communautés humaines. En apportant diverses améliorations (forme, courbure, torsions des pales) ces armes «naturelles» (branches de bois dense) sont progressivement devenues des objets dotés de propriétés aérodynamiques, (trajectoires rectiligne, en S, paraboliques) jusqu'à aboutir au bâton de jet retournant plus couramment désigné sous l'appellation de «boomerang», qui représente une branche spécialisée et perfectionnée, très minoritaire, de ces projectiles.

2.1 Boomerang et bâtons de jet : nuances sémantiques et vocabulaire descriptif

Le terme « boomerang » a longtemps été employé par les Occidentaux pour désigner indistinctement toute espèce de bâtons de jet. Cet abus de langage, causé par la fascination exercée par la faculté de l'objet à retourner vers son lanceur, a conduit à occulter l'existence d'une famille beaucoup plus vaste et diverse dont le boomerang ne représente en réalité qu'une infime part (Hess 1975, p. 24). On tend néanmoins aujourd'hui à désigner exclusivement sous ce nom le bâton de jet doué de capacité de retour, respectant ainsi son étymologie aborigène⁴ (Thomas 2000).

L'ensemble des variables de formes, poids, dimensions, torsions et autres aménagements offrent des combinaisons presque infinies si bien qu'il est difficile d'établir des catégories standards afin de classer ces objets (fig. XX). Se basant sur des critères de morphométriques, J. Thomas distingue pour sa part trois grandes catégories parmi lesquelles le boomerang, exclusivement doué de capacité de retour (50-90 cm ; 100-200 g ; rapport masse/envergure : 3 voir exceptionnellement 4), le bâton de jet (200-300 g) et le *killling stick* (300-500 g ; 65-100 cm ; rapport masse/envergure : environ 5,5), mais l'on pourrait tout aussi bien parler pour ces deux catégories de bâtons de jets légers et lourds (le boomerang pouvant rentrer dans une troisième catégorie de bâtons très légers). Une typologie des bâtons de jet détaillée, tenant compte d'un plus grand nombre de paramètres (forme, symétrie, profil, type d'extrémité et masse/surface) a été également proposé récemment par Luc Bordes (Bordes, 2014)

On définit de manière générale le bâton de jet comme une pièce de bois dont la forme varie d'une légère courbe à un angle presque droit, formant une ou plusieurs pales plus ou moins profilées dont la longueur d'un bout à l'autre est comprise entre 40 et 100 cm et qui, lancée en rotation dans les airs, vole en tournoyant sur elle-même autour de son centre de gravité.

2.2 Usages divers

Les bâtons de jet légers et lourds atteignent en moyenne une portée de 150 à 200 m durant laquelle ils peuvent briser la patte d'un grand mammifère. Certaines populations du sud de l'Inde utilisaient encore ce type d'arme au XIX^e siècle pour chasser le lièvre mais parfois aussi le cerf (Hess 1975, p. 60).

Il est également connu en Amérique du Nord sous l'appellation éponyme *rabbit stick*, car principalement destiné à la chasse au lapin (Heizer, 1942). Cette arme est aussi connue en Grèce ancienne sous le nom de *lagobolon*. On la retrouve représentée dans la statuaire et sur des vases à figures (fig. XX). L'autre usage le plus répandu est celui de la chasse aux oiseaux. Bien documentée en Australie, cette pratique est également représentée sur des fresques de tombeaux illustrant la vie quotidienne des élites égyptiennes. La scène se déroule généralement dans un marais où le chasseur monté sur une barque est le plus souvent montré brandissant son bâton et accompagné d'une suite de servants (fig. XX). Cette technique consiste à lancer le bâton dans la masse d'un vol d'oiseaux et permet parfois d'atteindre plusieurs volatiles d'un seul coup. En Australie et ailleurs, le bâton de jet était également utilisé en complément du filet pour chasser les oiseaux mais parfois aussi de grands mammifères (Hess 1975, p. 59). Dans le cas de la chasse aux oiseaux, des bâtons de jet à retour étaient envoyés au dessus de la volée pour mimer l'approche d'un rapace et la rabaisser vers des filets disposés au sol (fig. XX). Il s'agit d'ailleurs de la principale utilisation des fameux boomerangs dans un contexte de chasse. Au Sahara plusieurs abris sous roche présentent sur leurs parois des scènes de chasse au filet et au bâton (fig. XX ; Le Quellec, Civrac 2010). Plus proche de nous dans le temps et dans l'espace, la chasse à la palombe pratiquée au Pays basque relève de cette même technique. On rapporte également en Australie quelques cas d'utilisation de bâtons de jet lourds pour la pêche en eaux peu profondes.

Avec une portée d'environ 40 à 50 m, un poids inférieur à 200 g et une trajectoire courbe et fluctuante, le boomerang n'était pas particulièrement adapté à la chasse ou à la guerre pour lesquelles on utilisait plutôt le bâton de jet lourd. Chez les Aborigènes, où son utilisation a été décrite de manière plus ou moins fidèle par de nombreux voyageurs durant le XIX^e siècle, il était principalement réservé à des jeux d'adresse mettant à l'épreuve la dextérité du lanceur ou à des fins cérémonielles⁵. Il a cependant aussi été utilisé conjointement pour la chasse au filet pour rabattre le gibier.

4

Certains auteurs anglo-saxons emploient également les termes *returning boomerang* et *non returning boomerang*.

5

Voir la bibliographie dans Hess 1975.

2.3 Exemples archéologiques d'Europe et d'Egypte ancienne

Le plus ancien bâton de jet connu dans le monde remonte à environ 23 000 ans (Paléolithique supérieur). Il s'agit d'un objet en ivoire de mammoth mis au jour dans la grotte d'Oblazowa à la frontière de la Pologne et de la Slovaquie⁶ (fig. XX, Valde-Nowak 2000, Thomas 2000). Tout au long de son histoire ancienne, l'Europe a produit des armes de ce type. Pour le Mésolithique, un exemplaire daté d'environ 6000 ans avant notre ère, a été mis au jour dans les tourbières de Brabrand au Danemark (Thomsen et Jesse 1902-1907) tandis que la fouille de l'habitat d'Egolzwil 4 appartenant au Néolithique moyen (culture de Cortaillod : 4500-3500 av. J.-C.) a livré trois exemplaires (fig. XX ; Ramseyer 2000). Durant l'âge du Bronze, cette arme est représentée sur plusieurs gravures scandinaves figurant des scènes de guerre ou de chasse (fig. XX). Un exemplaire a par ailleurs été mis au jour à Möringen en Suisse dans un contexte du Bronze final (fig. XX ; Ramseyer 2000). Cette arme a également figuré à la même époque sur les fresques de la tombe thébaine de Nakht en Egypte (TT52, XVIII^e dynastie) représentant une scène de chasse aux oiseaux dans un marais ou sur le Nil (fig. XX ; de Garis Davies 1917, p. 68, pl. XXII-XXIV). Mais la découverte la plus spectaculaire est certainement celle faite dans la tombe de Toutankhamon (XVIII^e dynastie également) où plus d'une vingtaine de bâtons de jet en bois et en ivoire rehaussés pour certains d'or ou d'émail se trouvaient parmi les trésors du jeune pharaon (fig. XX). Les expérimentations menées sur des répliques ont montré que certains étaient dotés de capacité de retour (Thomas 2000).

Les bâtons mis au jour à Elbschottern près de Magdebourg en Allemagne et à Velsen aux Pays-Bas datés respectivement entre 800 et 400 et de 300 av. J.-C. sont à ce jour les seuls exemplaires connus pour l'âge du Fer (fig. XX ; Hess 1975, Thomas 2000). Ils sont tout deux dotés de capacité de retour.

2.4 La *cateia* de Virgile et d'Isidore

La *cateia* est une arme de jet mentionnée à très peu de reprises dans la littérature antique et dont la définition a fait couler beaucoup d'encre. Dans un article de 1843 le poète et philologue irlandais S. Ferguson est l'un des tous premiers à reconnaître l'existence en Europe ancienne du boomerang que l'on croit alors propre à certaines populations australiennes⁷. S'appuyant sur la lecture des auteurs grecs et latins, il propose de lui restituer son nom latin de *cateia* (Ferguson 1838, Hess 1975, p. 74).

Cette arme est mentionnée pour la première fois dans l'Enéide de Virgile (*Enéide*, VII, 740 et III, 274) et on la retrouve également chez Silius Italicus (*Les Guerres puniques*, III, 274) et Valérius Flacus (*Argonautiques*, VI, 83). Chez ces auteurs le mot n'est jamais expliqué mais est systématiquement employé en contexte guerrier et fait appel à un champ lexical tout à fait compatible avec la description d'un bâton de jet. On le retrouve en effet associé par exemple au verbe *torqueo* renvoyant à l'action de lancer un objet en imprimant une rotation⁸ ou encore à l'adjectif *pandus* signifiant courbé⁹. Enfin, dans ses *Etymologies*, rédigées durant le VII^e siècle de notre ère, Isidore de Séville, parle de la *cateia* comme d'une arme de jet gauloise qui peut avoir, selon l'habileté de son lanceur, la propriété de revenir vers lui¹⁰. En synthétisant les indices contenus dans ces textes, Salomon Reinach décrivait l'objet de la manière suivante : « L'arme est lourde, elle brise plutôt qu'elle ne perce ou ne coupe, le manche est fait d'un bois flexible. Il est évidemment court, sans quoi l'arme ne serait pas maniable ; Servius, ad Aen, VII, 741, dit que la *cateia* avait seulement une coudée ou une coudée et demie de long ; on la lançait de près, car, vu son poids, elle ne portait qu'à une petite distance. Si elle était maniée par une main habile, elle pouvait par un mouvement rotatoire revenir dans la direction de celui qui la lançait » (Bertrand, Reinach 1894, p. 192).

D'autres auteurs ont également vu dans la *cateia* divers types d'arme de jet. Ainsi, dans son glossaire des mots d'origine gauloise cités par les auteurs grecs et latins, Lévêque le traduit par « javelot lourd », dont le sens été repris dans la traduction de l'Enéide (Lévêque 1869, *Enéide*, trad. de Guerle). Cette interpénétration est cependant basée sur la description d'une autre arme : l'*aclys*, qui était un javelot muni d'une courroie utilisée pour récupérer l'arme à la manière d'un harpon après l'avoir lancée (Ferguson 1843, Gaffiot 1936, p. 12). Se fondant sur cette même erreur, le professeur Bromans, rejetant les arguments de Ferguson, a quant à lui vu dans la *cateia* des haches de jet fixées à des courroies. Il proposait ainsi de voir la *cateia* dans certaines haches de l'âge du Bronze dotées d'un anneau (fig. XX ; Bromans 1873). D'autres latinistes suivant l'interprétation de S. Reinach l'ont assimilée à la francisque germanique (Reinach 1984, Bertrand, Reinach 1894, p. 192-193 et 199 ; d'Arbois de Jubainville 1899 p. 336 ; Jullian 1909, p. 41). Or la francisque est évoquée chez Isidore de Séville sous la forme *francisca* et non pas *cateia* (*Etym.* XX, 570-636). De plus, cette interprétation de Reinach ignore délibérément la capacité de retour de l'arme rapportée par Isidore et la considère comme une

6

Le plus ancien bâton de jet australien a quant à lui été mis au jour à Wyrie Swamp et daterait d'environ 10000 av. J.-C (Thomas 2000).

7

La reconnaissance du bâton de jet hors de l'Australie n'interviendra qu'à la fin du XIX^e siècle.

8

Teutonico ritu soliti torquere cateias, Virgile, *Enéide*, VII, 740 ; *Et puer e primo torquens temone cateias*, Valérius Flacus, *Argonautiques*, VI, 83.

9

... *panda manus est armata cateia*, Silius Italicus, *Argonautiques*, VI, 83.

10

Clava est qualis fuit Herculis, dicta quod sit clavis ferreis invicem religata, et est cubito semis facta in longitudine. Haec et Cateia, quam Horatius Caiam dicit. Est genus Gallici teli ex materia quam maxime lenta ; quae, jactu quidem, non longe, propter gravitatem, evolat, sed ubi pervenit vi nimia perfringit. Quod si ab artifice mittatur, rursum redit ad eum qui misit. Hujus meminit Virgilius dicens – Teutonico ritu soliti torquere cateias – Unde et eas Hispani teutones vocant, Isidore de Séville, *Etymologies*, XVIII, 7.

invention poétique d'Isidore pour symboliser le marteau de Thor qui revenait au dieu après chacun de ses lancers (Reinach 1894, Bertrand, Reinach 1894, p. 199). On favorisera pour notre part l'interprétation faite par Ferguson, laquelle ne nécessite aucune contorsion pour correspondre aux descriptions antiques. C'est par ailleurs cette définition que semble retenir le dictionnaire latin-français Gaffiot¹¹ plutôt que celle des javelots ou des haches de combats pour lesquelles les auteurs latins auraient employé les termes équivalents *jaculum* ou *securis* (Gaffiot 1936, p. 100). En fait, il est fort possible que le terme *cateia* ait désigné à la fois par confusion des bâtons de jet lourds à vol droit et des objets de type boomerang à vol retour, à l'instar de ce qui s'est produit pour le terme désignant les projectiles des Aborigènes australiens. Cela expliquerait aussi l'apparente contradiction dans les témoignages liés à ces objets dans les textes anciens.

3 Etude de l'objet

3.1 Description générale du bâton d'Urville Nacqueville

L'objet se présente comme une pièce de bois de forme cintrée, arrondie à son coude et de 54 cm d'envergure pour environ 1 cm d'épaisseur. L'analyse xylologique montre qu'il a été fabriqué d'un seul tenant dans une branche de pomoïdé (*Pomoideae sp.*) sélectionnée pour sa courbure. D'une très belle facture, le bâton de Nacqueville a été façonné avec soin, puis poli de manière à régulariser sa surface et effacer les traces d'outils. Trois petites cannelures parallèles, centrées dans la largeur et épousant la courbure de l'objet, ont été réalisées à la gouge creusées sur ses deux faces. Quatre ou cinq lamelles de fer sont enroulées autour des extrémités, du coude et du milieu d'une ou des deux pales. Les deux extrémités de la tôle se chevauchent et sont fixées sur l'objet par un petit clou en fer. Lors de la découverte (fig 1 et 2), l'une des deux pales était dépourvue d'applique centrale. Elle présentait en revanche un petit trou qui pourrait sans certitude avoir été laissé par un clou maintenant l'applique manquante.



Fig1 & 2: Photos de l'objet lors de sa découverte sur la paroi du fossé d'enclos

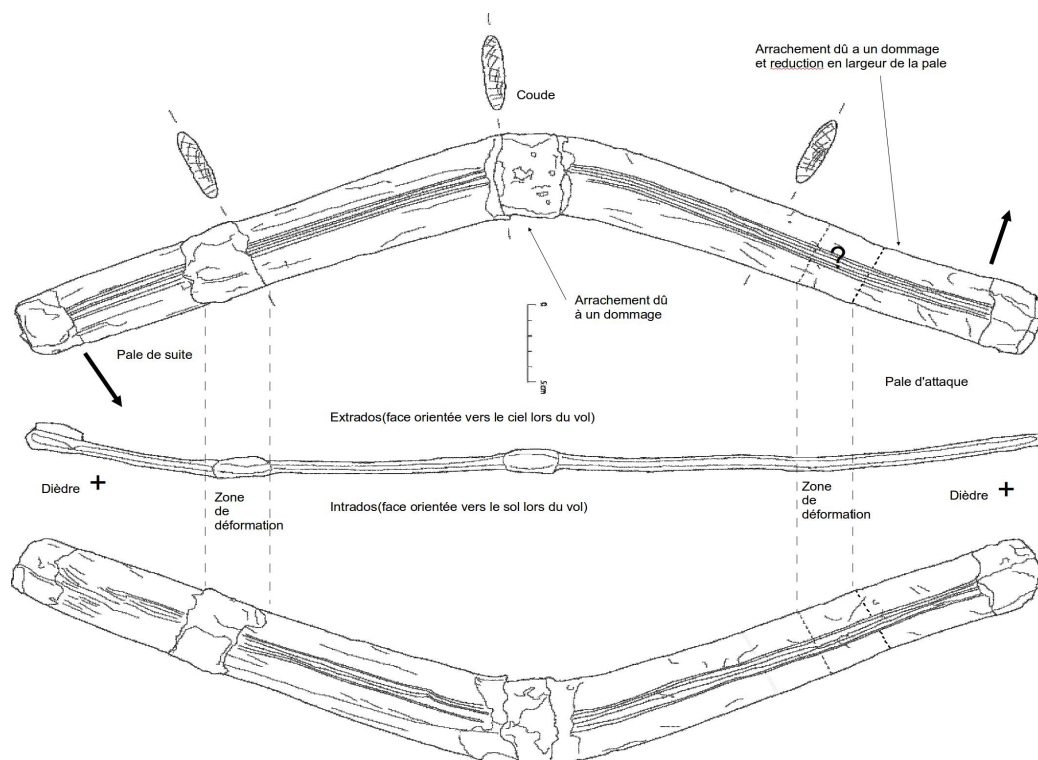


Fig 3: Lecture de l'objet d'après le dessin de François Blondel. L'arrachement et la réduction de la largeur de pale constituerait une préhension. L'objet fonctionnerait en droitier. Flèches indiquant le sens de rotation avec cette latéralité.

Typologie:

Le type de forme de l'objet d'Urville Nacqueville, se range dans la classe des formes cintrées symétriques à extrémités tronquées, avec un profil mixte biconvexe/rectangulaire arrondi (Bordes, 2014).

La largeur des pales:

La largeur est maximum au niveau du coude avec 5,3 cm. On note un arrachement de bois à l'intérieur du coude qui pourrait permettre de restituer cette largeur autour de 5,6 cm à la construction de l'objet. Elle va diminuant vers l'extrémité des pales pour atteindre 3,8 cm pour la pale de gauche.

Pour la pale de droite, on observe le même rétrécissement, mais l'extrémité est plus large, soit 4,2 cm. Cependant, à 10 cm de l'extrémité de celle-ci, un rétrécissement soudain pourrait avoir été dû à un dommage sur le bord d'attaque de cette pale, lors d'un choc, puis à un réaménagement de celle-ci. Cette partie de l'objet remaniée a très probablement servi de poignée pour améliorer la préhension, ce qui amène à déterminer la latéralité de l'objet, si l'on prend en compte l'orientation des dièdres. L'objet a donc très probablement fonctionné en droitier et l'on peut ainsi associer la pale de droite à la pale d'attaque⁴ et celle de gauche à la pale de suite en fonction de ce sens de rotation.

Le rapport hauteur/envergure:

Le rapport hauteur sur envergure est de 0,33. La hauteur étant mesurée du sommet extérieur du coude jusqu'à la ligne d'envergure passant en dessous des deux extrémités de l'objet. Plus ce rapport augmente, plus l'objet est courbe, et possède de stabilité en rotation dans les airs. Pour le type d'objet considéré, on peut estimer qu'un rapport de 0,2 est suffisant pour assurer cette stabilité.

Le profil:

Le profil est symétrique entre la face inférieure (intrados)³ et supérieure (extrados)³. Par contre, celui-ci varie entre un type rectangulaire à bords arrondis et un profil biconvexe, en fonction de la pale considérée. Sur la pale de gauche ou pale de suite, l'extrados³ et l'intrados sont laissés plats et seul les bords des pales sont légèrement profilés et arrondies donnant un profil de type rectangulaire arrondi. Concernant la pale de droite, son profil comporte deux faces un peu plus bombées, qui forme deux convexités aux sommets plus ou moins aplaties, ce qui le rapproche davantage d'un profil biconvexe. Le coude possède lui un profil intermédiaire. L'objet possède donc un profil mixte, de type biconvexe en pale de droite (pale d'attaque) et de type rectangulaire arrondi en pale de gauche (pale de suite). En effet, si l'on compare la circonférence des profils mesurés avec la mesure de contour d'un rectangle correspondant, on trouve que la circonférence du profil de la pale de gauche est égale à 89% du contour du rectangle correspondant, à 83 % au niveau du coude, et à seulement 78 % de ce contour pour la pale de droite.

Cette différence de profil, tout en gardant une épaisseur identique, implique que la pale d'attaque est par conséquent un peu plus légère que celle de suite et que sa portance va être accentuée par rapport à celle-ci (et le centre de gravité décalé vers la pale de suite), ce qui est souvent le cas des bâtons de jet dont on veut délibérément accentuer la trajectoire en virage. En effet, la pale d'attaque est déjà intrinsèquement la pale la plus portante, puisque c'est celle-ci qui balaye le plus grand angle dans le sillage de l'autre. Cette différence de profil accentue encore ce déséquilibre de poussé, qui va être un facteur principal de la trajectoire en virage.

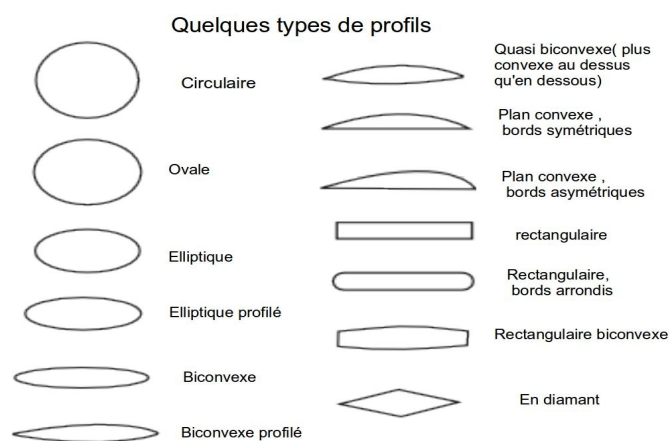


Fig 4: Principales sections observées pour des bâtons de jet

Les dièdres ou angles dièdres:

On observe deux dièdres⁵ très marqués donnant un écart de 1,5 - 2 cm en bout de pales par rapport au plan de l'objet. Ces deux torsions longitudinales sont particulièrement symétriques, localisées à 13 cm environ de l'extrémité des pales, et ne sont pas dues à l'enfouissement. Ces torsions n'ont pas pu advenir non plus durant une phase d'abandon de l'objet dans le fossé, puisque celui semble avoir été recouvert rapidement après le dépôt, et que le bois se serait rapidement dégradé dans le cas contraire.

On note cependant que ces torsions longitudinales se produisent juste au niveau des appliques en fer mise en place au milieu des pales. Elles sont donc probablement la conséquence de l'oxydation du fer en milieu humide qui a fait augmenter le volume des appliques comprimant la section du bois, et entraînant ces déformations localisées de l'objet. Ces torsions dièdres pourraient être donc, à l'époque d'utilisation de l'objet, beaucoup moins accentués et plus proche de ce que l'on observe en général sur les bâtons de jet: Une déviation en extrémités de pale inférieure à un centimètre. Cette hypothèse s'est confirmée lors des expérimentations(7).

Torsions d'incidence:

On n'observe pas de torsions d'incidence⁵ très marquées sur l'objet, mais faute de relevé précis de ce paramètre lors de la découverte, cette observation d'après photos n'exclut pas que l'objet ait possédé de légères torsions de réglages dans la direction transversale aux pales.

Extrémités:

L'objet est monobloc, taillé dans une branche, et les extrémités sont travaillées. Elles ont une forme rectangulaire avec des angles arrondis, ce qui indique qu'il ne s'agit pas d'une pièce de bois plus importante brisée, mais bien d'un objet fini, conservé entier.

Les rainures:

Trois rainures longitudinales centrées ont été gravées sur chaque face à la gouge. Elles mesurent 1 mm de largeur et de profondeur. Elles sont espacées entre elles d'un millimètre en moyenne. La rainure centrale est légèrement plus profonde. Elles jouent uniquement un rôle décoratif.

Les appliques:

On observe quatre appliques ou traces d'appliques en feuille de fer centrées sur le coude, en extrémités de la pièce, ainsi qu'au centre de la pale de gauche (pale de suite). Ces appliques étaient fixées par un clou. Elles font 2,5 cm de largeur en moyenne. L'épaisseur de tôle observée est d'environ 0,5 mm. La présence d'une cinquième applique est certaine en considérant que la déformation en dièdre positif en extrémité de l'objet s'est produite de façon symétrique sur ses deux branches et l'observation d'un trou de clou à la position correspondante sur la face intrados de l'objet.

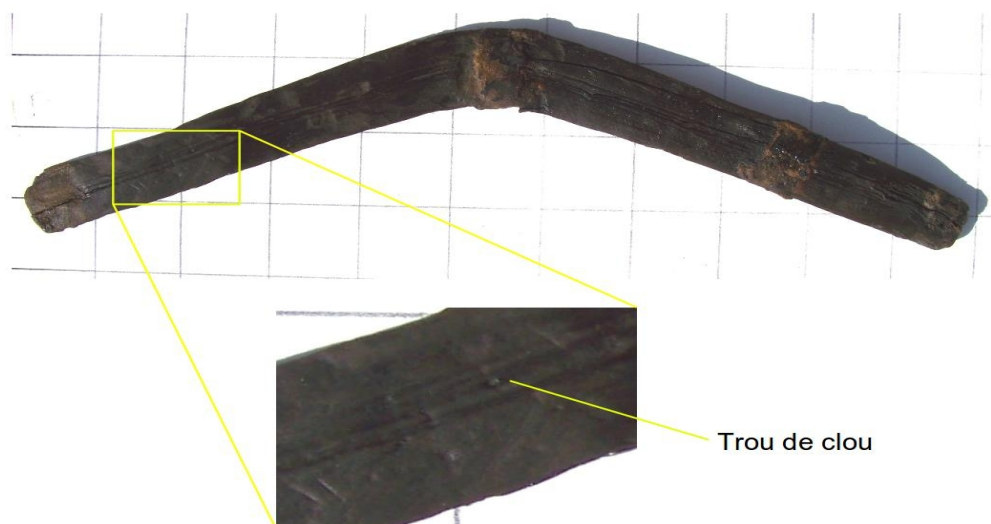


Fig 5: Vue de l'extrados: détail de la trace de clou de fixation d'une cinquième applique

3.2 Distinction entre différents états de l'objet lié à l'ajout ou perte des appliques

La séquence de pose des appliques en fer, fait considérer quatre états minimums successifs de fonctionnement de l'objet:

- Un premier état initial de l'objet sans applique en fer, orné des rainures décoratives, sans dièdre.(état 1)
- Un deuxième état après la mise en place d'une applique en fer au coude, sans dièdres.(état 2)

On observe que la mise en place de l'applique centrale s'est faite après creusement du bois au coude qui a coupé le rainurage décoratif. Par conséquent, dans un premier état, l'objet a été construit sans les appliques de fer, seulement décoré de rainures.

La pose de cette applique n'était donc probablement pas planifiée lors de la construction de l'objet, et a dû intervenir dans un second temps comme une consolidation. En effet, le coude est le secteur critique des bâtons de jet et des boomerangs où se produit naturellement le plus souvent une rupture.

Cette applique constitue sans doute une réparation qui intervient certainement après un choc au coude, dont un arrachement de bois à l'intérieur du coude semble témoigner.

-Un troisième état comportant 5 appliques en fer, sans dièdres ou dièdres faibles(état 3)

Pour renforcer l'objet et prévenir de futures ruptures, on ajoute quatre appliques en fer à l'objet, deux à chaque extrémité et deux sur les pales respectivement à 13 cm des extrémités.

Ces appliques sont fixées au dessus des rainures à l'aide de clous, mais sans creusement du bois préalable, ce qui semble indiquer leur caractère de renfort préventif.

A partir de là, l'objet se déforme quelque peu sous l'effet de l'humidité, peut-être suite à un début d'oxydation des appliques en métal, ce phénomène donnant naissance à des dièdres marqués ou accentuant des dièdres déjà existant. L'orientation vers le haut de ces dièdres pourrait indiquer que l'objet était alors posé lors de cette période sur une surface plane lors de ce processus de déformation.

L'objet est sans doute moins fonctionnel ou volontairement moins utilisé dans cet état.

-Un quatrième état comportant 4 appliques, avec dièdres accentués(état 4)

Plus tard, l'objet semble avoir à nouveau être ponctuellement lancé comme projectile et peut être endommagé à cette occasion, entraînant la perte de l'applique centrale de la pale de droite(pale d'attaque)

L'objet est à ce stade ensuite déposé dans le fossé, le métal des appliques restantes sur l'objet continuant de s'oxyder jusqu'à l'état archéologique.

3.3 Évaluation de la masse de l'objet et résumé des caractéristiques

L'évaluation s'est faite à partir du relevé précis de l'objet. Si l'on tient compte du profilage moyen qui fait perdre environ 16% de volume en section par rapport à une section rectangulaire, on trouve un volume de 210 cm³. Si l'on prend la fourchette de densité moyenne donnée pour le bois de pommier 0,657g/cm³ – 0,833g/cm³, on trouve une masse située entre 138 g- 175 g pour l'objet sans l'adjonction des appliques en métal.

Évaluation de la masse des appliques:

Au niveau des appliques, même si elles ne sont pas toutes exactement identiques, l'estimation peut se faire si l'on prend une largeur de 2,5 cm par la circonférence moyenne de l'objet. On trouve un lest de 8,5 grammes par applique en utilisant la densité du fer (7,8) et de l'épaisseur (0,5 mm). Si l'on suppose les quatre appliques identiques, on trouve par conséquent une fourchette de masse entre 172 g - 209 g en fonction de la densité du bois.

Calcul du ratio masse surface:

C'est un paramètre fondamental pour les bâtons de jet. Comme pour les avions, ce ratio va exprimer la répartition de masse de l'objet sur sa surface d'aile portante. Un bâton avec un ratio masse/surface peu élevé va intrinsèquement subir plus de poussée aérodynamique et, si celle-ci l'emporte sur son poids, être entraîné dans une trajectoire courbe. A l'opposé, un bâton de jet possédant un ratio plus élevé va être entraîné par son poids dans une trajectoire plus rectiligne. En fonction d'une banque de données expérimentale, il a été possible d'établir des limites qui définissent différentes classes d'objet par rapport à ce paramètre(Bordes, 2009). Par exemple la classe des objets retournant ou boomerangs se restreint à un ratio inférieur à 0,7 g/cm² environ. Au delà de cette valeur, on a la plupart du temps à faire à des bâtons de jet léger dotés d'une courbure moins accentuée, classés entre 0,7 et 0,9 g/cm².

Résumé des caractéristiques morphologiques de l'objet

Typologie: Forme cintrée symétrique, extrémités tronquées, profil biconvexe

Envergure: 54 cm

Hauteur: 15 cm

Épaisseur moyenne: 10 mm

Profil: biconvexe/rectangulaire arrondi

Surface: 250 cm²

Volume : 210 cm³

Masse théorique sans appliques: 138 - 175 g

Masse théorique avec quatre appliques: 172 - 209 g

Masse théorique avec cinq appliques: 180 - 217 g

Masse avec quatre appliques restantes après traitement de conservation: 135 g

Largeur comprise entre: 3,8 et 5,3 cm

Rapport hauteur/envergure: 0,27

Rapport masse/surface sans appliques: 0,55 à 0,7 g/cm²

Rapport masse/surface avec appliques: 0,69 à 1,03 g/cm²

Profil de la pale d'attaque: biconvexe

Profil de la pale de suite: rectangulaire arrondie à biconvexe

Dièdre en pale attaque/dièdre en pale de suite +16 mm/+18 mm

Incidence pale attaque/incidence pale de suite 0 / 0

3.4 Etude des traces d'impact sur l'objet:

On peut observer un ensemble de petits arrachements du bois et traces de chocs sur la tranche de l'objet d'Urville Nacqueville qui pourrait correspondre à des impacts subis avec le sol ou des obstacles durs(fig 6a et 6b).

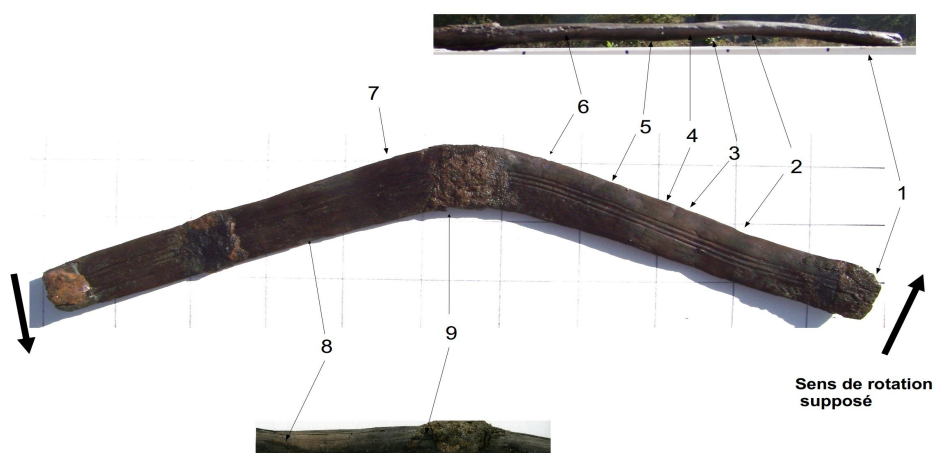


Fig 6a: Traces de chocs visibles sur la tranche de l'objet. Vue de l'extrados(dessus)

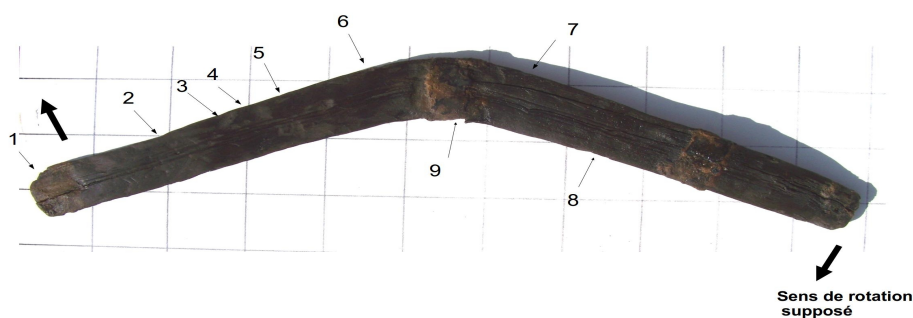


Fig 6b: Traces de chocs visibles sur la tranche de l'objet juste après sa découverte. Vue de l'intrados(dessous)

A l'exception de l'arrachement 1 et 9, les dommages au niveau des bords correspondant à l'oxydation des appliques n'ont pas été pris en compte. En effet, ces arrachements pourraient avoir été simplement le résultat d'une perte de fragment de fer oxydé ayant entraîné des portions de bois. Cependant, la cassure d'angle n°1 est assez importante pour être notée. L'arrachement n°9 est sans doute lié au choc important qu'a subi le coude de l'objet et qui a nécessité l'aménagement de la première applique de renfort.

L'arrachement n°2 semble avoir été réparé et régularisé en diminuant la largeur de la pale pour aménager la préhension de l'objet. C'est ce dommage important qui est sans doute à l'origine de la perte de la cinquième applique.

Les chocs 3-7, plus petits, se localisent le long du bord d'attaque supposé de l'objet et sont comparable aux impacts que l'on peut observer sur des modèles de bâtons de jet ou boomerang ethnologiques(fig 7). Ils pourraient confirmer le sens de rotation du projectile et l'attribution de ce bord avec le bord d'attaque de la pale de préhension(pale d'attaque) qui encours généralement plus de choc avec le sol et les obstacles. On remarquera également que la majorité de ces dommages se situe à l'extérieur de la courbure de l'objet ce que l'on constate aussi généralement sur des modèles ethnologiques usagés(fig 7)

L'arrachement n°8, assez conséquent, se situe à l'intérieur de la courbure mais également sur le bord d'attaque de la pale de fuite, ce qui converge vers la même conclusion.



Fig 7: Exemple de localisation de dommage sur un boomerang d'Australie du sud: On constate qu'ils sont majoritaires à l'extérieur de la courbure et sur les bords d'attaque(South Australian Museum)

Si l'on compare les deux faces de l'objet d'Urville Nacqueville, on peut aussi constater que la face proposée comme face supérieure de l'objet(extrados) comporte beaucoup moins de dommage que la face attribuée à la face inférieure de l'objet(intrados). En effet un bâton de jet lancé correctement garde sa face supérieure toujours orienté vers le haut et sa face inférieure orienté vers le sol, y compris lors de son contact ultime avec le sol en fin de vol . Par conséquent c'est la face inférieure qui sera probablement la plus endommagée dans le cadre d'une telle utilisation.

4 Comparaison archéologiques avec les bâtons de jet type "boomerang" de Velsen et de Magdebourg

Deux autres objets de ce type, peu éloignés dans l'espace et le temps peuvent éclairer cette découverte:

Un parallèle intéressant peut être fait avec l'objet de type "boomerang" trouvé à Velsen(Hess, 1975), doué de capacité de retour vers lanceur. Cet objet date également de la Tène autour de 300 av J-C.



Fig 8: Photo du bâton de jet de type boomerang trouvé a Velsen au Pays bas, et conservé au musée de Leyden.

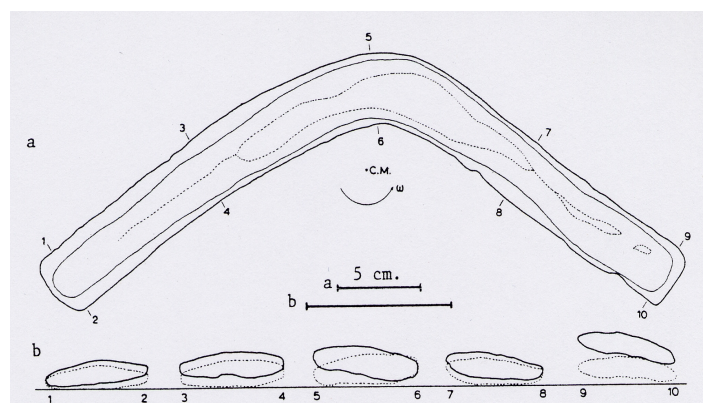


Fig 9: Relevé du bâton de jet de type boomerang trouvé a Velsen au Pays bas(Hess, 1975)

L'envergure de l'objet est de 39 cm et son ratio hauteur sur envergure 0,35, sa largeur moyenne de 3,5 cm et son épaisseur varie de 6 mm(en extrémité) à 8 mm(au coude). L'évaluation de sa masse donne 72 g et un rapport de masse/surface de 0,47 g/cm². Il est construit en chêne. Ce bois de densité moyenne, résistant, est très propice à la construction de bâtons de jet légers et de boomerangs. Sa forme cintré sans élargissement au coude est de même type que l'objet d'Urville Nacqueville. La typologie de ses extrémités taillées de façon rectangulaire rappelle aussi celle de l'objet qui nous intéresse. Son ratio hauteur sur envergure est un peu plus grand que celui de l'objet trouvé à Urville Nacqueville, et il s'agit par contre d'un objet plus léger. L'objet de Velsen est aussi moins épais. De par ses caractéristiques, il se classe indéniablement dans le groupe des bâtons très léger(<0.7 g/cm²). Grâce à la conservation de la torsion positive d'incidence sur chacune de ses pales on peut prédire de façon sûre sa capacité de retour, et déterminer également qu'il s'agit d'un objet lancé en droitier.

Le "boomerang" de Magdebourg

Un autre objet, datant du premier âge du fer, nettement plus ancien, a été trouvé à Elbschottern près de Magdebourg en Allemagne(Evers, 1994). Sa datation est donnée entre 800 et 400 Av JC. Le bois utilisé est le frêne. La longueur de la pale conservée est de 22,7 cm, son épaisseur située entre 0,7-1 cm, la largeur des pales entre 4,25 et 4,4 cm et celle du coude autour de 7,35 cm. Le ratio hauteur/envergure est de 0,67. Son envergure restituée est de 37 centimètres. A partir du dessin, on peut tenter une restitution de sa surface portante 182,6 cm² et d'en déduire grâce à la densité moyenne du frêne(0,6) une estimation grossière de sa masse située entre 76 et 109 g. Son rapport masse/surface situé entre 0,4 et 0,6 g/cm² le place dans la classe des bâtons de jet très légers et laisse présager que cet objet est de type "boomerang".

L'expérimentation d'une réplique a pu déterminer qu'il s'agit d'un objet type « boomerang » gaucher, avec capacité de retour.

Par rapport à l'objet d'Urville, il s'agit donc d'un objet de taille plus réduite, plus léger. De façon similaire aux boomerangs australiens, il possède un coude élargie par rapport à ses pales, alors que l'objet d'Urville Nacqueville possède une largeur plus homogène d'une extrémité à l'autre. Son profil rectangulaire arrondi est d'un type proche de celui de l'objet d'Urville Nacqueville bien qu'il présente une concavité inédite sur l'intrados de pale d'attaque. Ce dispositif, utilisé également dans ce but par les boomerangs modernes, contribue à provoquer une surpoussée sur cette pale et accentuer le virage de l'objet pour un lancer gaucher.

Ce dispositif renvoie à la construction mixte des profils du bâton d'Urville Nacqueville qui recherche le même effet aérodynamique, c'est à dire une surpoussée de la pale de préhension ou pale d'attaque.

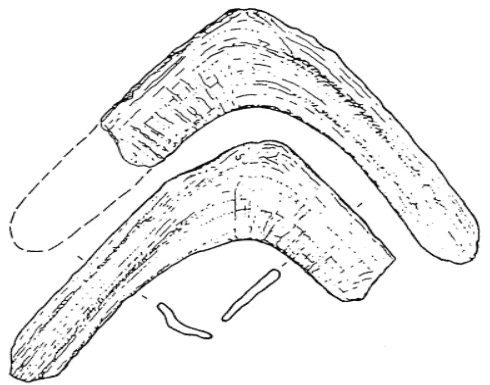


Fig 10: Bâton de jet type « boomerang » trouvé Elbschottern près de Magdebourg en Allemagne. Daté C14 entre 800 et 400 Av JC(Evers, 1994).

5 Comparaison avec les bâtons ethnologiques de jet nord-américains et australiens

5.1 Comparaison ethnologiques avec le système de rainurage des «Rabbitsticks» américains

L'objet d'Urville Nacqueville possède quelques points communs avec les fameux « rabbitstick », bâtons de jet des cultures Pueblos(Heizer, 1942), utilisés dans le sud ouest américain. Ils existent des exemplaires archéologiques, et ces objets continuent d'être fabriqués et utilisés jusqu'au XX siècle.

En effet ces bâtons de jet spécialisés dans la chasse au lapin possèdent des courbures marquées et des formes cintrés et sont taillés également fréquemment avec des profils rectangulaires. Cependant, ces objets sont plus asymétriques et possèdent une poignée caractéristique.

Ces types de profil rectangulaires sont bien adaptés pour palier à des bois de moyenne densité afin de diminuer la rotation de ces objets, en offrant plus de résistance à l'air, et tempérer une trop forte poussée aérodynamique qui pourrait dévier leur trajectoire et entraîner un manque de précision. Néanmoins, dédiés à la chasse terrestre, ces bâtons de jet sont plus épais(au dessus de 1 cm d'épaisseur), de plus grande envergure(50-60 cm) et un peu plus lourds(autour de 200 g) que l'objet d'Urville Nacqueville. Cette comparaison permet de penser que le bâton d'Urville était un peu trop fragile pour la chasse au petit gibier comme le lapin et que son usage serait plutôt destiné à la chasse aux oiseaux.

Mais le point commun le plus remarquable de l'objet d'Urville Nacqueville avec les bâtons Anazasi reste la présence de 3 ou 4 rainures centrées fréquentes sur les rabbitstick Anazasi(fig 11)



Fig 11: Exemple de rabbitstick Pueblos archéologique daté entre 500 Av JC et 500 Ap JC. Grand Gulch Utah. National Muséum of American indians, New York. On peut noter l'interruption dans les rainures pour un emplacement de cordage disparu qui renforçait le bâton de jet.

En effet, les bâtons du sud ouest américain sont issus d'une tradition meso américaine ancienne de bâton de jet et servaient en particulier aux Maya comme bâton de combat et déflecteur de sagaie(Heizer, 1942).

Ceux ci présentent des rainurages très proches de ceux de l'objet d'Urville Nacqueville, puisque ils présentent de façon similaire fréquemment un quadruple ou triple rainurage centré sur les deux faces. Détail supplémentaire, ces rainurages sont parfois interrompus pour la mise en place de renforts à base de tendons ou de corde en fibre végétale. Cela rappelle singulièrement le dispositif trouvé sur le bâton d'Urville Nacqueville où le rainurage sur les deux faces se trouve également interrompu par des renforts, mais en fer cette fois.

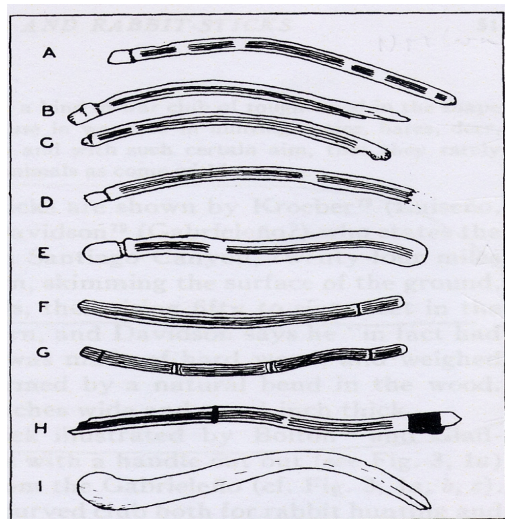


Fig 12: Série de bâton de jet rainurés en simple et double courbure trouvé dans le sud ouest américain au Texas, Nouveau Mexique et Utah. Tiré de (Heizer, 1942)

5.2 Comparaison ethnologiques avec le profilage des boomerangs de la région du lac Alexandrina

Il existe également des bâtons de jet légers australiens très adaptés à la chasse aux oiseaux, par exemple ceux d'Australie du Sud Est qui possèdent un profil biconvexe et n'en sont pas moins parfaitement capable de retour .

Cela montre que contrairement aux idées reçues, les boomerangs ne possèdent pas obligatoirement un profil plan convexe et que le profil n'est qu'une des caractéristiques à considérer parmi d'autres pour apprécier leur vol.

Les objets de cette région d'Australie arborent des extrémités de pales rectangulaires arrondies et une épaisseur proche de l'objet d'Urville Nacqueville à savoir entre 6-10 mm. Le bois utilisé, le sheoak(*casuarina stricta*) est plus dense que le pommier et le coude est élargi pour plus de résistance.

Cela permet de mieux comprendre pourquoi le bâton d'Urville Nacqueville ne possédant qu'une zone faiblement élargie au coude s'est sans doute brisé à cet endroit, et pourquoi des renforts sous forme d'appliques de fer ont été utilisés.



Fig 13: Exemple de bâton de chasse aux oiseaux de la région du lac Alexandrina, débouché du fleuve Murray en Australie du sud(musée quai Branly). Cet exemplaire n'est pas un objet de type «boomerang» en raison de sa masse trop importante, 260 g, et pourrait se rapprocher en termes d'utilisation et de vol de l'objet d'Urville. Envergure 57 cm.

5.3 Comparaison ethnologiques avec le système d'appliques en fer des «Valari» indiens Tamoul

Les Valari du sud de l'Inde(Tamil Nadu) sont un exemple rare de bâtons de jet sur lesquels ont été utilisés des appliques en métal soit comme renfort décoratif soit comme moyen de réparation. Ils sont donc un parallèle intéressant pour l'étude de l'objet trouvé à Urville-Nacqueville.

On trouve ainsi des appliques en extrémités de leur pale de suite(pale distale) destiné à la fois comme renfort, et comme élément décoratif rehaussant le prestige de ces objets fabriqués à la fin du XIX et début du XX siècle. Si l'on considère que la tradition du bâton de jet est très ancrée dans cette région d'Inde ou cet objet a une grande importance symbolique et même mythologique, il n'est pas interdit de penser que l'usage du fer sur ces objets pourrait remonter à une période plus ancienne.

Ce premier type d'applique semble être prévu dès la construction de l'objet puisque l'extrémité est aménagée en épaisseur pour recevoir cette applique(voir fig11a et 11b) et la bloquer. Ces Valari munis d'appliques ont été utilisés comme objets votifs dans les temples comme en atteste des traces de pâte de bois de santal encore visible sur leur faces. Les dimensions de ces appliques d'extrémités sont comparables à celle trouvées sur l'objet d'Urville Nacqueville, c'est à dire environ 25 mm de largeur et plus épaisse, environ 1 mm d'épaisseur. Elle semble par contre soudée plutôt que fixée avec un clou.



Fig 14a et 14b: Valari avec une finition très soignée et muni d'une applique en extrémité de pale de suite. Largeur de l'applique 24 mm, épaisseur 1 mm. (Pitt river muséum, Oxford UK). On peut distinguer encore une frise décorative gravée sur l'applique.

Un autre exemplaire(fig 15a et 15b) montre un autre type d'applique plus étroite, d'environ 8-9 mm de large et 0.5-1 mm d'épaisseur utilisé cette fois comme réparation. Celles-ci sont fixées à l'aide d'un petit anneau qui vient fermer l'applique au niveau de la tranche à l'intérieur de la courbure de l'objet. En effet ce type d'applique n'est présent que sur des zones fendues ou endommagées des trois objets étudiés.



Fig 15a et 15b: Valari montrant les deux types d'appliques rencontrées: Une applique large de renfort décoratif d'extrémité(ici disparue) et des appliques étroites de réparation.(Pitt river muséum, Oxford UK)

6 Bilan général des éléments en faveur de l'hypothèse d'un bâton de jet :

-Ses dimensions sont compatibles avec un bâton de jet

Si l'on compare l'envergure, l'épaisseur et la largeur de pale avec des exemplaires ethnologiques, par exemples des bâtons de jet et boomerang australiens, ces dimensions sont tout à fait compatibles avec un bâton de jet.

Son profil rectangulaire arrondi existe fréquemment parmi les bâtons de jet et il est utilisé par exemple pour les fameux « rabbitstick » en Arizona ou des bâtons de jet et boomerangs du sud est australien. Le profil biconvexe est l'un des plus courant sur les bâtons de jet à travers le monde. Il n'est pas rare de voir plusieurs profils différents appliqués chacune des pales de ces objets, constituant un profil aérodynamique « mixte ».

-L'objet est monobloc et possède des extrémités travaillées et arrondies qui montre qu'il ne s'agit pas d'une pièce cassée provenant d'un autre outil ou dispositif.

-Il est stable en vol. Son rapport hauteur/envergure de 0,26 donne un objet stable en vol, sans risque de vrillage en vol.

- Le bois utilisé, de la famille du pommier, résistant, et de densité moyenne, est très compatible avec la fabrication de bâtons de jet légers. Le pommier est assez souvent encore utilisé de nos jours pour les boomerangs modernes en bois brut en raison de ces qualités. Des bois de densité moyenne sont souvent utilisés à travers le monde pour la catégorie d'objet auquel se rapproche l'objet(bâton de jet léger ou boomerang) ex bâton de chasse au lapin en chêne d'Arizona, boomerang en *casuarina* d'Australie du sud.

- Les rainures sont fréquentes sur les bâtons de jet, comme les « kyliès », bâtons de jet en crosse rainurés de la région centrale de l'Australie, qui présentent des rainures sur une seule face et qui couvre l'ensemble de la surface de l'objet(Jones 1996). Cette caractéristique est aussi présente sur les bâtons de jet des culture Pueblos dans le sud ouest américain(voir 5.1)

-La creusement du coude pour la mise en place d'une applique de renfort peut trouver un parallèle dans l'aménagement d'encoche de réparation que l'on peut trouver chez les bâtons de jet des Aborigènes australiens, et qui servent à bloquer efficacement la ligature en tendon ou fibre végétale.

- Les appliques en métal comme renfort et éléments de décoration sont dans une disposition que l'on trouve sur certains bâtons de jet, par exemple les Valari du sud de l'Inde ou les bâtons de jet égyptiens antiques de prestige (tombe de toutankhamon par exemple) plaqué de métaux précieux. Un tel dispositif en métal sur un bâton destiné à la chasse dénote un certain prestige accordé à l'objet. Les dimensions et l'épaisseur des appliques utilisées sur l'objet d'Urville Nacquerville sont tout à fait compatibles avec ce que l'on peut trouver sur les bâtons de jet indiens tamouls.

7 Volet expérimental

La réalisation de réplique par des méthodes manuelles est un choix délibéré visant à encadrer les caractéristiques de l'objet original et à évaluer l'usage de l'objet en tant que projectile par des essais de lancer. Cette technique a l'inconvénient de ne pas aboutir à une réplique « exacte » de l'original, mais a l'avantage de rester proche des propriétés de surface du bois et de ses irrégularités naturelles qui influent sur son vol. Cet inconvénient est compensé par la création de trois répliques A, B, C qui permet une moyenne des résultats qui sont présentés et discutés ci dessous:

7.1 Réalisation d'une réplique «A» d'après dessin

Une première réplique A(Luc Bordes)a été réalisée, en utilisant du bois de pommier, en respectant les dimensions, épaisseur, profil et parties manquantes. Le dégrossissage a été effectué avec un outil coupant(machette). Le profil a ensuite été travaillé par raclage(gros éclat de silex) et la finition de polissage faite à l'aide d'une pierre de grès. Les rainures ont été faites à la gouge, sans maillet.

La masse de cette première réplique est de 121 g et se situe en dessous la fourchette de l'évaluation théorique(110 g -140 g sans appliques) en considérant la densité du pommier.

Ses caractéristiques sont les suivantes:

Envergure: 52 cm

Hauteur: 15 cm

Épaisseur moyenne: 8 mm

Profil: Rectangulaire arrondie

Surface: 236 cm²

Volume : 158 cm³

Masse sans appliques: 135 g

Masse avec appliques: 169 g

Largeur comprise entre: 3,8 et 5,3 cm

Rapport hauteur/envergure: 0,27

Rapport masse/surface sans appliques: 0,57 g/cm²

Rapport masse/surface avec appliques: 0,72 g/cm²

Profil de la pale d'attaque: rectangulaire arrondie à biconvexe

Profil de la pale de suite: rectangulaire arrondie à biconvexe

Dièdre en pale attaque/dièdre en pale de suite +16 mm/+18 mm

Incidence pale attaque/incidence pale de suite 0 / 0

Cette réplique est donc plus mince et plus légère que l'original, mais les essais ont donnés des premiers résultats intéressants qu'il est possible de comparer avec ceux des répliques suivantes et garde donc tout son intérêt expérimental.

Les dièdres des deux pales de l'objet ont été réglés ensuite à la vapeur, mais sans travailler les deux incidences, torsions transversales, laissé proche du plan du coude.



Fig16a: Réplique «A». Vue de l'extrados Fig16b: «Réplique A». Vue de l'extrados. Restitution des deux dièdres aux extrémités.

7.2 Test de la réplique, sans appliques(état 1)

Les essais de lancer ont effectué avec les deux sens de l'objet, dièdres pointant vers le haut ou vers le bas. Le projectile a été testé également à chaque essai dans les deux directions par rapport au vent relatif, à savoir contre le vent et vent dans le dos.

7.3 Orientation extrados/intrados: Sens des dièdres

L'objet avec les dièdres pointant vers le bas(dièdre négatif) et lancé verticalement donne une trajectoire très peu contrôlable, décrivant une courbe à droite marquée en fin de trajectoire en raison de la précession gyroscopique. Lancé horizontalement, la trajectoire est beaucoup plus droite mais reste difficile à reproduire et souffre d'instabilité.

Comme attendu, la trajectoire avec les dièdres vers le haut(dièdre positif) est beaucoup plus stable, et plane mieux, mais au vu de la rotation atteinte par l'objet en raison de sa petite envergure, de son angle assez fermé et de sa masse qui en fait un bâton de jet très léger, sa trajectoire décrit souvent un « S ».

Suite à cette première série d'essai, l'extrados peut donc être confirmé comme correspondant à la face vers laquelle sont orienté les dièdres, c'est à dire l'objet fonctionnant avec des dièdres positifs.

7.4 Recherche de l'inclinaison:

Avec cette orientation des faces de l'objet, différentes solutions d'inclinaison de lancer ont également été testées en lançant l'objet en position plus verticale(lancer typique d'un objet type boomerang) ou plus horizontal(lancer typique d'un bâton de jet lourd) ou encore position intermédiaire(bâton incliné à 45 ° par rapport à la verticale).

Les lancers à plat ou proche de l'horizontale accentuent l'effet de trajectoire en S, imprécise et inefficace(fig 17). Ceci est logique puisque l'on a faire à un objet symétrique et léger qui subit très rapidement en rotation l'effet de précession gyroscopique, avec un basculement du plan de rotation provoquant un virage à droite systématique en fin de trajectoire.

Les lancers avec des inclinaisons de 45 ° à vertical ont donné les trajectoires les plus intéressantes pour un bâton de jet, retardant l'effet gyroscopique et permettant des trajectoires plus droites, bien que restant assez basse et imprécises.

7.5 Recherche du réglage en torsion de l'objet, et amélioration du vol par incidence positive sur la pale d'attaque:

On sait que pour un bâton de jet ou un objet de type boomerang les réglages en incidences sont déterminant. Or, hormis les dièdres positifs très marqués sur cet objet, d'éventuelle torsions transversales non pas été relevées ou sont difficilement observable avec certitude sur un objet datant de plus de 2000 ans.

Cet objet se situant dans une catégorie de bâton de jet très léger proche en rapport masse/surface des boomerangs Aborigènes australien, il a été donc intéressant d'appliquer un réglage similaire en appliquant une incidence positive à la pale d'attaque(Bordes, 2011).

De plus, vu l'épaisseur, la taille et la masse de cet objet, il aurait été très peu adapté à une chasse d'animaux terrestre, subissant très vite des chocs avec le sol ou des obstacles qui le briserait. Utilisé comme bâton de chasse, il n'a pu servir probablement que pour la chasse aux oiseaux.

Les trajectoires obtenues en appliquant une légère torsion positive, obtenues par torsions à chaud, sont beaucoup plus satisfaisantes, Montrant plus de plané et de distance, et une trajectoire plus stable, en légère courbe(fig 17).

Celle ci peut être maintenu basse avec un lancer à la verticale permettant de viser des oiseaux lors de leur envol, ou plus montante en inclinant l'objet jusqu'à 45 °. La fin de la trajectoire amorce un léger retour si l'objet est lancé avec beaucoup de rotation, plus ou moins marqué en fonction de la force du vent.

La distance atteinte est de 35 m pour les trajectoires montantes plus courtes, jusqu'à 45 m pour les trajectoires basses, plus longues(fig 17).

Même si l'objet n'a pas de capacité entière de retour, l'amorce de ce phénomène en fin de trajectoire possède l'avantage énorme de ne pas faire perdre l'objet au loin après un lancer, et de balayer en un court virage la «zone» visée pour augmenter la chance d'impact avec un ou plusieurs volatiles.

Autre point important, ce vol montant permet à l'objet de se mettre en position horizontale lors de ce virage serré et de tomber à plat sans se briser, ce qui est le risque principal des autres types de trajectoires observées précédentes (sans réglage ou avec un lancer trop vertical).

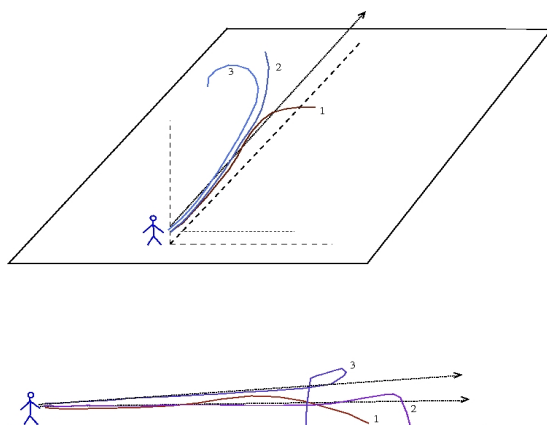


Fig 17: Trajectoire typiques observées lors des essais: (1) trajectoire en S trop imprécise obtenue avec de lancer de l'objet horizontal, sans incidence ou dièdre vers le bas. (2) trajectoire optimale basse avec un lancé de l'objet proche de la verticale (3) trajectoire optimale haute de objet avec un lancé incliné à 45° de la verticale.

Du point de vue de la courbure de la trajectoire, dans les conditions standard de vent faible, celle-ci se produit trop loin du lanceur pour que l'objet ait une quelconque chance de revenir complètement, même sans les lests. Bien sûr, par vent très fort, il est possible de faire revenir l'objet davantage vers le lanceur, mais il ne semble pas que ce fut son but, puisque dans ses états ultérieurs, l'objet a été alourdi au contraire avec des lests, diminuant encore les chances de le voir revenir comme un projectile de type boomerang.

7.6 Essais avec adjonction de lest équivalents aux appliques, en présence de dièdres:

Pour les lests, du plomb de 1 millimètre d'épaisseur a été utilisé fixé avec de l'adhésif. Ce mode de fixation temporaire était plus pratique pour les essais, pour pouvoir être enlevé puis remis en place à loisir. Trois essais ont été effectués avec 1, 4 et 5 lests de 8 grammes.

Avec un seul lest de 8 g au coude, l'objet voit sa trajectoire légèrement raccourcie et plus montante. Cet effet est prévisible et fréquemment observé sur les boomerangs modernes lestés au coude (décalage centre de gravité vers le coude).

Le projectile dans l'état 2 gagne en stabilité, en distance, et en montée, restant efficace pour la chasse aux oiseaux (trajectoire type 3).

Avec 4 lests de 8 g, la distance est allongée de 10 mètres amenant la portée maximum entre 45 et 55 m. La sur épaisseur apportée par les appliques tend à freiner la rotation de l'engin ce qui diminue la portance aérodynamique et l'effet de précession.

L'ajout de trois lests supplémentaires change drastiquement le vol de l'objet. La poussée aérodynamique générée par l'objet en rotation n'est plus capable de contrebalancer cette masse accrue et l'objet prend une trajectoire droite, basse, en S allongé, imprécise et qui bascule l'objet sur la tranche vers la droite par effet de précession (trajectoire type 1).

7.7 Essais avec adjonction de lest équivalents aux appliques, sans dièdres:

Si l'on diminue cette fois les dièdres ou bien si on les annule après remise de l'objet à plat, on retrouve avec l'objet équipé de lest la trajectoire de type 2 (voir fig 11) favorable. En effet, sans ces dièdres qui freinent la vitesse de rotation puisqu'il se trouve en dehors du plan de rotation, l'objet tourne alors plus vite dans les airs, augmentant considérablement sa poussée aérodynamique.



Fig 18: Objet lesté avec du plomb fixé avec de l'adhésif (essai avec 4 appliques)

7.8 Réalisation de deux autres répliques «B» et «C» après observation directe de l'objet

Deux autres répliques ont été réalisées pour se rapprocher encore davantage des caractéristiques de l'objet archéologiques, notamment en termes d'épaisseur et de masse. Elles ont été réalisées simultanément avec des techniques différentes par Luc Bordes et François Blondel.

5.1 Caractéristiques des répliques

Caractéristique de la réplique B par François Blondel:

Profil: Quasi biconvexe inversé/rectangulaire arrondi

Envergure : 54 cm

Hauteur : 15 cm

Épaisseur moyenne : 10 mm

Surface : 244 cm²

Volume : 216 cm³

Masse : 165 g

Masse avec 4 appliques : 199 g

Largeur comprise entre : 3,8 et 5,3 cm

Rapport hauteur/envergure : 0,27

Rapport masse/surface sans appliques : 0,68

Rapport masse/surface avec appliques : 0,83

Profil de la pale d'attaque: biconvexe à quasi biconvexe inversé (profil légèrement moins bombé à l'extrados qu'à l'intrados)

Profil de la pale de suite: rectangulaire arrondie à quasi biconvexe inversé

Dièdre en pale attaque/dièdre en pale de suite +16 mm/+18 mm

Incidence pale attaque/incidence pale de suite 0 / 0



Fig 19

Cette réplique a été réalisée par des techniques d'ébénisterie (ciseau à bois, râpe papier de verre) sur une planche coudée déjà à demi-sèche de pommier issu du cœur d'une branche. Cette réplique s'écarte un peu de l'original par son profilage nettement plus convexe sur l'intrados que sur l'extrados (profil quasi biconvexe inversé).

Caractéristique de la réplique C par Luc Bordes

Profil: Biconvexe/rectangulaire arrondi

Envergure : 52 cm

Hauteur : 15 cm

Épaisseur moyenne : 10 mm

Surface : 248 cm²

Volume : 208 cm³

Masse sans appliques : g

Masse avec 4 appliques : 182 g

Largeur comprise entre : 3,8 et 5,3 cm

Rapport hauteur/envergure : 0,27

Rapport masse/surface sans appliques : g/cm²

Rapport masse/surface avec appliques : 0.73 g/cm²

Profil de la pale d'attaque: rectangulaire arrondie à biconvexe

Profil de la pale de suite: rectangulaire arrondie à biconvexe

Dièdre en pale attaque/dièdre en pale de suite +16 mm/+18 mm

Incidence pale attaque/incidence pale de suite 0 / 0



Fig 20

Cette réplique d'une envergure plus courte de deux centimètres par rapport à l'original a été réalisée par une technique manuelle, plus archaïque (machette, racloir en silex et pierre à polir) sur le cœur d'une branche fraîche de pommier. Les rainures n'ont pas été reproduites sur cette version.

7.9 Essais avec adjonction de lest équivalents aux appliques, en présence de dièdres:

Pour les essais, la réplique B a été équipée de 4 lest de 8 g fixés avec des adhésifs, de façon similaires à l'état final 4 de l'objet original. La réplique C a été munie de 4 appliques en acier de même masse pour simuler le même état de l'objet.

Ces répliques, plus proches de l'objet archéologique, ont été lancées avec la même technique que la réplique A dans des conditions de vent relatif similaire, et sous différentes directions du vent. Elles ont décrit des trajectoires assez droites, peu montante et rabattues vers le sol, décrivant un vol imprécis en forme de S (trajectoire de type 1, fig 11). Dans ces conditions, les vols de la réplique B se sont révélés encore plus catastrophiques, probablement en raison de son profil moins porteur que C.

L'applique en acier située à l'extrémité de la pale d'attaque de la réplique C s'est révélée peu confortable pour la préhension de l'objet et même blessante (coupure à un doigt lors du lancer).

Une autre série d'essai a retiré les lests de la réplique B pour simuler l'état 1 de l'objet, toujours avec des incidences neutres. La même trajectoire, peu utilisable en tant que bâton de jet, a été observée.

Un troisième série d'essais a été tenté à nouveau sur la même réplique en appliquant une incidence positive marquée sur sa pale

d'attaque comme pour la réplique A(voir 4.5). Le résultat a été cette fois plus probant, et l'on obtient un vol plus précis et stabilisé sur sa trajectoire et l'auto rotation est maintenue en fin de vol, suivi d'un posé de l'objet à plat sur le sol qui diminue les risques de casse. La courbure de la trajectoire est par contre beaucoup moins marquée sinon imperceptible par rapport à la réplique A.

7.10 Essais des répliques sans torsions dièdres:

Un constat important est que ces nouvelles répliques B et C, plus épaisses que la réplique A, n'acquiescent pas assez de vitesse de rotation. Ceci en raison des dièdres positifs restitués sur l'objet et de leur plus grandes épaisseurs.

Ces dièdres qui freinaient déjà la réplique A, plus fine, se révèlent avoir un impact encore plus négatif sur le vol pour les répliques B et C !

Ceci amène à se demander si ces dièdres accentués ont pu réellement exister sur l'objet fonctionnel gaulois, et à effectuer une dernière série d'essais critiques en annulant les dièdres de ces deux répliques(B & C) comme pour A.

Les résultats sont cette fois avec beaucoup plus convaincant: On retrouve pour les modèles B et C les résultats de vol obtenus avec la réplique A sans difficulté, à savoir une trajectoire montante, en léger virage en fin de vol. Il est à noter, que dans ce cas, la réplique B gagne moins de hauteur et augmente sa portée par rapport à la réplique C, en raison de son profil asymétrique qui lui fait perdre de la poussée aérodynamique. Cependant son comportement général et son type de trajectoire reste identique à celle ci.

Les trois répliques A, B et C, certes toutes différentes, ont donc des réactions de vol néanmoins convergentes.

Replique	Appliques	Dièdres	Incidence positive	Type de vol	Etat de l'objet
A	0	oui	oui	3	1
A	1(coude)	oui	oui	3	2
A	4	oui	oui	1	4
A	5	oui	oui	1	3
A	0	non	oui	3	1
A	1(coude)	non	oui	3	2
A	4	non	oui	2	4
A	5	non	oui	2	3
B	4	oui	non	1	4
C	4(acier)	oui	non	1	4
B	0	oui	non	2	1
B	0	oui	oui	2	1
B	0	non	oui	2	1
C	0	non	oui	3	1

Fig 21: Résumé des expérimentations des répliques A,B et C précisant le nombre d'appliques, la présence des dièdres , d'une torsion positive d'incidence en pale d'attaque, en indiquant le type de vol obtenu et l'état de l'objet archéologique correspondant

8 Reconstituer l'objet dans son usage comme un bâton de jet

Pour se faire une idée de l'utilisation de l'objet il faut prendre en compte ses différentes caractéristiques et les résultats des expérimentations sur les répliques:

Sans les appliques en fer, le ratio masse/surface de l'objet se situe entre 0,52 et 0,66 g/cm² en rapport de masse/surface et le classe la catégorie la plus légère des bâtons de jet (qui se place parmi les bâtons de jet très léger M/S<0.7 g/cm²) , groupe qui contient notamment les objets à retour de type boomerang. Cela signifie que dans l'état 1 et 2, il n'est pas surprenant que la trajectoire s'incurve naturellement si l'on règle convenablement les incidences.

En revanche l'adjonction des cinq appliques amène ce ratio masse/surface entre 0,66 et 0,8 g/cm² ce qui déplace l'objet dans ce deuxième état vers la classe des bâtons de jet légers 0,7<M/S<0.9 g/cm² sans possibilité de retour complet. En effet la limite de ces deux classes se situe d'après mes expérimentations autour de 0.7 g/cm². Il est très difficile de fabriquer des objets, en bois brut et avec des techniques traditionnelles, ayant un retour complet avec des ratio masse/surface au dessus de cette valeur. Dans l'état 3, l'objet est donc nécessairement un bâton à vol droit ou en S mais avec peu de possibilité de courber réellement sa trajectoire, sa masse l'emportant sur la poussée aérodynamique dans des conditions de vent relatif standard(vent faible 10-20 km/h de vent).

Son profil rectangulaire ou biconvexe peu profilé, moins porteur aerodynamiquement qu'un profil plan convexe rencontré fréquemment sur les objets de type boomerang, confirme qu'il a été conçu comme **un bâton de chasse léger** plutôt que comme un objet ludique destiné à revenir au lanceur, comme le montre les essais de vol.

Au vue de la faible épaisseur moyenne(entre 9 et 10 mm) de l'objet et de ses dimensions réduites, ainsi que du bois utilisé de densité moyenne, l'objet serait peu efficace sur des cibles terrestre et se briserait rapidement.

Il a donc plutôt été conçu pour une trajectoire strictement aérienne, comme une arme de chasse destiné à frapper des oiseaux, qui sont des cibles offrant peu de résistance . Cela n'interdit pas deux types de trajectoire possibles, l'une basse visant à intercepter un banc d'oiseaux au décollage, l'autre à traverser directement un groupe de volatile compact en vol.

En effet, ce type de bâton de jet permet d'abattre plusieurs oiseaux en une seule fois, un impact n'arrêtant pas forcément le mouvement du projectile, mais tuant pratiquement sans fêrir le volatile en continuant souvent son chemin vers d'autres cibles, même s'il subit une perte d'énergie inévitable à chaque choc.

Les appliques, et en particulier celle située au coude, attestent de plusieurs états différents de l'objet. Leur présence révèle aussi que l'objet était soumis à des contraintes ou à des chocs significatifs.

Si l'on considère l'ajout de masse à l'objet apportée par ces appliques et les expérimentations réalisées avec les lests qui augmentent la portée de l'objet, on a la confirmation que l'objet est conçu et a été modifié au fil de son usage comme **un bâton de jet efficace à frapper des cibles**, et non comme un objet de jeu dont on veut accentuer le retour, comme les fameux boomerangs.

Cependant, ce type de bâton de jet très légers, peut se classer dans son premier état sans appliques, ainsi que dans son deuxième état avec applique au coude parmi les «pré boomerang» et amorcer une courbe marquée dans des conditions de grand vent qui n'exclut pas cet usage de défi et de jeu qui devait certainement coexister avec son usage pour la chasse.

L'objet devient par contre beaucoup moins fonctionnel dans l'état 3 après l'adjonction des appliques de pales. Celles-ci ont été ajoutées à titre de renfort préventif. En effet, le fer est à l'époque de la Tène très rarement utilisé à des fins décorative. Cependant ces appliques ont tellement alourdi l'objet, que l'objet a été à ce stade beaucoup moins utilisé pour la chasse aux volatiles, mais plutôt conservé davantage comme un objet de prestige. Ces appliques ont aussi l'inconvénient de réduire le confort de préhension de l'objet.

Les états 4 et 5 de perte d'une applique et de sa tentative de réparation montrent les difficultés rencontrées avec cet alourdissement du projectile qui vole maladroitement plus près du sol et encourt des risques accrus de chocs.

Cette perte de fonctionnalité en tant que projectile est peut-être la raison pour laquelle cet objet a été déposé finalement de façon votive dans le fossé ou l'on l'a découvert.

9 Conclusion

Le bâton de jet muni d'applique en fer d'Urville Nacqueville est unique en France et pour l'Europe pour la période de la Tène. Ses différents états traduisent le passage d'un objet fonctionnel à un objet progressivement plus symbolique ou votif, ce qui augmente encore son intérêt archéologique.

Ce bâton, destiné à la chasse aux oiseaux, atteste d'une très ancienne tradition de fabrication et d'utilisation de bâton de chasse légers dans le nord de l'Europe. Celle-ci semble s'être perpétuée depuis le premier âge du fer. Cette découverte montre aussi la grande continuité en Europe d'utilisation des bâtons de jet comme arme fonctionnelle depuis le paléolithique, comme l'atteste le bâton de jet en ivoire trouvé à Oblazowa (Walde-Nowak, 2000), à travers le mésolithique (bâtons trouvés au nord de la Russie) et le néolithique avec les bâtons de jet du site d'Egolzwil en Suisse (Ramseyer, 2000). Malgré l'existence d'armes plus récentes et plus performantes pour la chasse comme l'arc, on continue donc à cette époque, non seulement utiliser cette arme primitive, mais à la faire évoluer et à l'améliorer par l'utilisation de matériaux nouveaux comme le fer.

Cette arme de chasse était particulièrement adaptée à un environnement entre marais et littoral riche en oiseaux, comme le "boomerang" d'Elbschottern découvert au bord de l'Elbe (Evers, 1994) et du "boomerang" de Velsen (Hess, 1975) trouvé sur le littoral des Pays-Bas. Le bâton de chasse d'Urville Nacqueville a été trouvé dans un environnement aquatique de littoral et de marais qui comme les rivières, semble très favorable à la spécialisation des bâtons de jet en version légère orientée vers la chasse d'oiseaux. Cette chasse pourrait être responsable des nombreux restes osseux d'oiseaux consommés trouvés sur le site lors des fouilles archéologiques.

Si l'on prend en compte les données de fouille, elles nous renvoient une image d'une localité gauloise prospère du premier siècle avant JC comme l'atteste plusieurs des monnaies en or retrouvées sur le site. Ce site gaulois était naturellement en relation commerciale avec la côte britannique, en particulier celle du Dorset situé de l'autre côté de la Manche. De plus, grâce aux restes animaux retrouvés, parmi lesquels un grand nombre de restes d'oiseaux, on sait que la chasse est bien représentée sur ce site et qu'elle est déjà à l'époque de la Tène, réservée à une élite.

Ce bâton de chasse aux oiseaux est une arme déjà largement obsolète à l'époque de la Tène, puisque le bâton de jet n'est déjà plus une arme primaire pour la chasse probablement depuis le néolithique, période durant laquelle il semble acquérir de nouvelles fonctions. Pourtant, cette découverte montre que son usage se perpétue jusqu'à l'époque gauloise, et qu'il possède également une importance symbolique. Était-il utilisé alors comme un sport de prestige comme pouvaient le pratiquer les nobles égyptiens dans le delta du Nil à l'époque pharaonique ? Les indices récoltés lors de cette étude et les expérimentations fonctionnelles tendent à le montrer. Cela pourrait expliquer tout à la fois son aspect premier fonctionnel, le soin apporté à sa fabrication, sa réparation minutieuse dans un deuxième temps, puis sa conservation en tant qu'objet curieux ou de dévotion et finalement son dépôt dans le fossé où il a été retrouvé.

Il semble que le nord de l'Europe ait eu une tradition vivace d'utilisation du bâton de jet et de boomerang de l'âge du fer à l'époque de la Tène mais que contrairement au continent australien où l'objet fut transmis à travers les millénaires par les peuples aborigènes, elle a été en Europe oubliée...et aujourd'hui, partiellement retrouvée !

Notes:

1 Bâton de jet:

Le terme de bâton de jet est général, et désigne un outil constitué d'une ou plusieurs pièces de bois ou plus rarement d'autres matériaux naturels formant entre elles un angle de 0 à 180 degrés. Ces pièces sont généralement appelées pales, plus ou moins profilées, qui sont lancées en rotation dans les airs, dans un plan de rotation. Dans ce large groupe, les boomerangs sont seulement une catégorie particulière et spécialisée de bâtons de jet à la trajectoire retour.

2 Boomerangs:

Ma terminologie dans cet article sera d'utiliser le terme boomerang uniquement pour les objets qui possèdent une trajectoire incurvée approchant 180° par rapport au lanceur. En fait plusieurs mots en différents langages Aborigènes du sud est de l'Australie (exemple bargan, boomari), qui ont donné plus tard le mot créé artificiellement de « boomerang », étaient clairement rattachés à des bâtons légers retournant. Plus tard les colonisateurs firent la confusion entre les différents types de bâtons de jet en plaçant sous la même appellation, bâtons retournant légers et bâtons de chasse plus lourds. Cette confusion se poursuit aujourd'hui. D'un autre côté, la classification des bâtons de jet et des boomerangs est un point de discussion qui va bien au-delà du sujet traité dans cet article.

3 Extrados/Intrados:

La face d'un bâton de jet orientée vers le sol ou vers l'extérieur de la trajectoire pendant son vol, est appelée intrados. L'autre face, souvent visible par le lanceur est appelée extrados et constitue le «dessus» de l'objet. C'est celle qui est le plus couramment décorée.

4 Pale d'attaque:

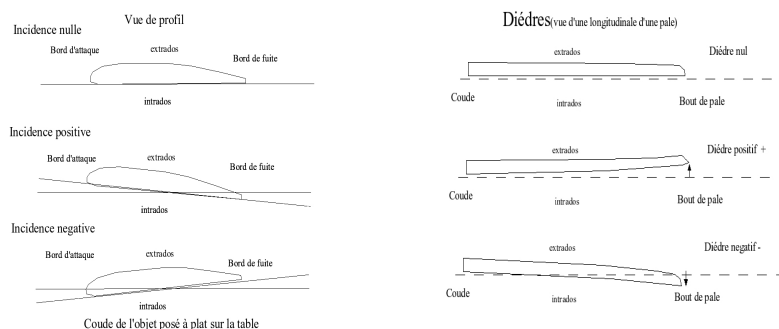
Pour le bâton de jet les deux pales ne sont pas équivalentes aérodynamiquement. Celle dont le bord extérieur à la courbure parcourt le plus grand angle dans le sillage de l'autre est appelée pale d'attaque. L'autre pale est par conséquent nommée pale de suite. Parcourant un angle plus important que l'autre, la pale d'attaque acquiert aussi un effet de poussée intrinsèque, toujours plus important que la pale de suite.

Cette pale est pour le lancer de style Aborigène le plus souvent la pale de préhension car c'est la préhension qui imprime le plus de rotation à l'objet, mais ce n'est pas obligatoirement le cas. La pale d'attaque est finalement définie aérodynamiquement avec le sens de rotation de l'objet par son plus grand angle balayé indépendamment de la préhension de l'objet au moment de son lancer.

5 Incidences et dièdres

Si l'on pose un bâton de jet ou un boomerang en bois brut avec son coude sur une surface plane on s'aperçoit que certaines parties de celui-ci ne sont pas en contact avec le plan de la table. Un bâton de jet est rarement plan ! En effet l'objet suit la torsion du bois naturel qui a servi de matière première, ou a pu subir des torsions de réglages qui améliorent son vol, sans compter les torsions qui peuvent être dues au séchage, ou encore à de trop grandes variations hygrométriques du bois liées aux conditions de conservation.

L'incidence est définie par l'angle entre le plan de la table et le plan médian passant au centre du profil ou section du bâton de jet, pris dans le sens d'avancement de la pale.



Figures 1a, 1b: Torsions d'incidences et dièdres

Le point important à retenir est qu'une incidence positive augmente considérablement la poussée d'une pale alors qu'une incidence négative la diminue. Ce réglage joue un très grand rôle pour les bâtons de jet anciens et boomerangs traditionnels et ce réglage est même à la base du vol retournant des boomerangs Aborigènes. Les hommes de la préhistoire et de nombreuses cultures autour du monde qui ont produit des bâtons de jet étaient conscients de ces réglages. Ils ont appris à les exploiter mais aussi à contourner leur inconvénient en faisant évoluer leurs outils en fonction de leurs usages spécifiques.

Un dièdre ou angle dièdre est l'angle formé par le plan sur lequel sont posée la pale et le plan formé passant par le coude et l'extrémité d'une pale du bâton de jet. Un dièdre positif sera légèrement plus porteur qu'un dièdre négatif, mais ce paramètre joue un rôle moins important pour les objets étudiés ici. Leurs effets deviennent plus importants pour les boomerangs modernes, beaucoup plus légers par rapport à leur surface portante.

Bibliographie

- ARBOIS DE JUBAINVILLE H. d' (1899) – *Cours de littérature celtique, T. IV. La civilisation des Celtes et celle de l'épopée homérique*, Paris, Albert Fontemoing, 418 p.
- BARRAL P. (2011) – Des dieux sans domiciles ?, in F. Malrain et M. Poux (dir.), *Qui étaient les Gaulois ?*, Paris, Ed. Universcience et La Martinière, 211 p.
- BERTRAND A.-L., REINACH S. (1894) – *Les Celtes dans les vallées du Pô et du Danube*, Paris, Ernest Leroux, vii-241 p.
- BORMANS J.-H. (1873) – Essai de solution philologique d'une question d'archéologie généralement réputée insoluble, *Bulletin des commissions royales d'art et d'archéologie*, Bruxelles, Tome XII, p. 261-384.
- BORDES L. (2009)
Bâtons de jet: des outils préhistoriques méconnus, approche aérodynamique et expérimentation
Langage de pierre. la restitution du geste en archéologie préhistorique. Colloque Européen 2009 aux Baux de Provence
Musée des baux de Provence
- BORDES L. (2011)
A study of traditional throwing sticks and boomerang tuning
Bulletin of Primitive Technology, fall 2011: N°42
- BORDES L. (2014)
Les bâtons de jet préhistoriques et leurs représentations: Développement d'outils et de méthodes pour la mesure de leurs caractéristiques et l'évaluation de leurs fonctions. Mémoire de master. Cepam
- BUCHSENSCHUTZ O. (2007) – *Les Celtes de l'âge du Fer*, Paris, Ed. Armand Colin, 278 p.
- EVERS, D. 1994. Bumerang-Fund in den Elbe-schottern von Magdeburg-Neustadt und reine Erprobung. In: Archdologie in Sachsen-Anhalt, Heft 4. Halle, 8–12
- FERGUSON S. (1838) – On the Antiquity of the Kiliee or Boomerang, *Transactions of the Royal Irish Academy*, vol. 19, p. 22-47.
- GAFFIOT F. (1936) – *Dictionnaire abrégé Latin-Français*, Paris, Hachette, 720 p.
- GARRIS DAVIES N. de (1917) – The tomb OF Nakht at Thèbes, New York, The Metropolitan Museum of Art, Ron de Peyster Tytus memorial series, vol, 1, 79 p., XXIX pl.
- HESS F. (1975) – *Boomerangs, aerodynamics and motion*, Thèse de Doctorat, Université de Groningen, 3 vol, 555 p.
- JONES Ph. (1996) - Boomerang Behind an Australian Icon
- JULLIAN C. (1909) – *Histoire de la Gaule. Tome III. La conquête romaine et les premières invasions germaniques*, Paris, Ed. Hachette, 607 p.
- KRUTA V. (2000) – *Les Celtes. Histoire et dictionnaire. Des origines à la romanisation et au christianisme*, Paris, Ed. Robert Laffont, collection Bouquins, 1005 p.
- LEVEQUE Georges (1869) – *Recherches sur l'origine des Gaulois*, Paris, Imprimerie Adolphe Lainé, 138 p.
- LEQUELLEC J.-L., CIVRAC M.-A. (2010) – La chasse au filet sur els peintures rupestres de du Sahara central et dans l'Antiquité, *Cahiers de l'AARS (amis de l'art rupestre saharien)*, n° 14, p. 255-262.
- LE RIDER G. (1991) – Trésors de statères d'or trouvés à Potidée en 1984 et à Skioné en 1985, *Revue Numismatique*, 6^{ème} série, T. 33, p. 89-96.
- POUX M., 2004 – *L'âge du vin. Rites de boisson, festins et libations en Gaule indépendante*, Ed. Monique Mergoil, collection Protohistoire européenne, 637 p.
- POUX M. (dir.), 2011 – *Corent. Voyage au cœur d'une ville gauloise*, Paris, Ed. Errance, 287 p.
- RAMSEYER D. 2000 – Les armes de chasse néolithiques des stations lacustres et palustres suisses, in C. Bellier, P. Cattelain, M. Otte, (dir.), *La chasse dans la préhistoire/Hunting in Prehistory*, Actes du colloque international de Teignes, 3-7 octobre 1990, Anthropologie et Préhistoire, Bulletin de la Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire, Tome 111, ERAUL, Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, 51, ARTEFACTS, CEDARC, 8, p. 130-142.
- REINACH S. (1894) – La cateia, arme germanique selon Virgile, *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, vol. 38, p. 265-266.
- HEIZER, R. F. (1942), Ancient grooved Clubs and Modern Rabbit-Sticks. *American Antiquity*, 8 No. 1, 41-56.

THOMAS, J. (1985), La magie du boomerang

THOMAS J 1991 Les boomerangs d'un pharaon. Jacques Thomas. Éditions Chiron

THOMAS J. 2000 – Les boomerangs aux temps anciens, *in* C. Bellier, P. Cattelain, M. Otte, (dir.), *La chasse dans la préhistoire/Hunting in Prehistory*, Actes du colloque international de Teignes, 3-7 octobre 1990, Anthropologie et Préhistoire, Bulletin de la Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire, Tome 111, ERAUL, Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, 51, ARTEFACTS, CEDARC,8, p. 143-151.

WALDE-NOWAC P. 2000 – The Boomerang from Oblazowa and its Prehistoric Context, *in* C. Bellier, P. Cattelain, M. Otte, (dir.), *La chasse dans la préhistoire/Hunting in Prehistory*, Actes du colloque international de Teignes, 3-7 octobre 1990, Anthropologie et Préhistoire, Bulletin de la Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire, Tome 111, ERAUL, Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, 51, ARTEFACTS, CEDARC,8, p. 88-94.