

## Étude du matériau bois et de son importance dans les systèmes arcs et flèches des sociétés de l'ouest de l'Alaska.

LEMAITRE Coline<sup>1</sup>, ALIX Claire<sup>2</sup>

<sup>1-2</sup> Paris 1 Panthéon-Sorbonne University, UMR 8096 - ArchAm, CNRS

[Coline.Lemaitre@etu.univ-paris1.fr](mailto:Coline.Lemaitre@etu.univ-paris1.fr)

**Mots-clés** : Archerie ; Alaska ; Arc ; Flèche ; Système ; Sélection

### Contexte d'étude

Ordinairement, les arcs sont faits d'un bois rigoureusement choisi par le facteur (fabricant) d'arc pour ses propriétés mécaniques. La sélection de l'essence du bois, du grain et de sa qualité est souvent considérée comme primordiale dans la performance de l'arc. Parfois d'autres matériaux sont ajoutés car ils peuvent améliorer le stockage et la restitution d'énergie ou parer à des défauts du bois. Le terme d'arc dit renforcé ou composite est alors utilisé. Les premiers arcs composites (faits de corne sur le ventre, âme en bois et tendon au dos) sont vraisemblablement apparus durant la Protohistoire en Asie centrale et en Extrême-Orient (l'arc composite à double courbure scythe est décrit par les Assyriens dès le 7<sup>e</sup> siècle et des représentations de l'arc scythe sont attestées dès le 4<sup>e</sup> siècle av. J.-C.) (Bord & Mugg, 2005 : 18 ; Grayson, 2000). Également, dans ces mêmes régions et de façon plus ou moins concomitante, à l'ajout de matériaux sur l'arc s'est associée la création de profils dits recourbés et reflexes (c.-à-d., la double courbure des branches). Par la suite, vers le 4<sup>e</sup> siècle apr. J.-C. (au sein de l'empire sassanide), l'arc reflexe de tradition scythe a été « amélioré » grâce à la mise en place de *siyah* : des extrémités recourbées et rigides au bout des branches démultipliant la force de l'arc à double courbure (Bord & Mugg, 2005 : 42). L'arc composite recourbé ou reflexe (avec ou sans *siyah*) répondait alors d'une part au manque de bois de haute qualité que l'on peut trouver dans les forêts européennes (comme l'If), et d'autre part permettait d'utiliser des arcs courts et puissants pour le tir à cheval (*Ibid.*, 2005).

Sous l'influence de phénomènes de migration d'individus et d'idées, le modèle de l'arc composite asiatique apparaît par le détroit de Béring en Amérique du Nord aux alentours du 5<sup>e</sup>-6<sup>e</sup> siècle apr. J.-C. (avec la culture Punuk), puis se diffuse vers le sud et l'est du continent, en s'adaptant aux besoins des sociétés de ces régions. Ainsi, entre le sud de la Californie jusqu'au sud de l'Alaska et dans les zones des grandes plaines nord-américaines, l'ethnographie du 18<sup>e</sup> et 19<sup>e</sup> siècle atteste de l'utilisation de l'arc renforcé de tendons collés au dos (« *sinew-backed bow* ») – en parallèle de l'existence préalable de l'arc simple –. Leurs profils et design sont cependant très divers selon les cultures et souvent éloignés du modèle asiatique original à double courbure et *siyah* (Hamm 1989 ; Hamm, 2000 : 115 ; Grayson *et al.*, 2007 : 165, Mason, 1894 : 634). En revanche, l'influence de l'arc asiatique se retrouve de façon marquée dans le design des arcs fabriqués dans les zones arctiques et subarctiques nord-américaines – depuis le littoral du détroit de Béring jusqu'au Canada et Groenland –. En effet, un arc unique dit « *free-backing* »/arc à renforts de câbles de tendon noués et aux profils divers (parfois reflexe, droit, recourbé, ou décourbé, le plus souvent mixte), a été utilisé par les sociétés Néo-Inuit (Punuk, Birnirk, Thulé) avant d'être remplacé par les armes à feu à la fin du 19<sup>e</sup> siècle. Ils forment une innovation technologique qui permet d'utiliser des arcs relativement puissants en exploitant au mieux les matériaux présents dans un environnement contraignant. Il existe de nombreuses variabilités quant au design des arcs et des flèches associées, ainsi que dans la façon dont les câbles de tendon sont noués et structurés sur

l'arc (ils peuvent être tendu ou détendu par twist des câbles afin d'exercer plus ou moins de tension sur l'arc). Cette diversité a été plusieurs fois étudiée, mais le plus souvent au regard de typo-chronologies régionales en séparant l'arc de la flèche (Murdoch, 1890 ; Hamilton, 1970). Pourtant, tous deux sont profondément dépendants et fonctionnent ensemble selon les besoins et les capacités de l'archer en formant un ou plusieurs systèmes techniques et mécaniques : le système 'arc et flèche'. En cela, le choix d'un design et des matériaux d'un arc et d'une flèche n'est pas arbitraire mais le reflet d'une volonté d'adéquation entre ces objets pour en retirer le maximum de performance dans une situation donnée et malgré les contraintes environnementales, sociales et/ou individuelles.

### *Objectifs*

Ainsi, dans le poster, nous présentons comment prendre en compte conjointement ces deux entités en réalisant des analyses typologiques (c.-à-d., déterminer les récurrences dans la morphologie des objets et dans leur structure), mécaniques (c.-à-d., la réaction des matériaux et du type de design aux contraintes physiques) et balistiques (c.-à-d., leur performance aux tirs selon les situations) (Kooi, 1983 ; Lemaitre, 2020 ; Lemaitre *et al.*, 2021). De ce fait, une partie primordiale de l'étude, qui sera présentée dans notre poster, se concentre sur les matériaux entrant dans la composition et la performance d'un système 'arc et flèche' choisi par l'archer, sa communauté, et/ou sa culture. Principalement composés de bois, la détermination préalable des essences dans les corpus d'arcs et de flèches archéologiques et ethnographiques et l'étude de leurs qualités mécaniques (Alix, 2001, 2003, 2007, 2009 ; Bockstoce, 1977) est alors nécessaire. La variabilité ou l'absence de variabilité des essences de bois au sein des corpus d'arcs et de flèches archéologiques traduit le degré de connaissance des facteurs d'arcs ou d'une communauté dans l'utilisation de ce matériau, d'une part, et les préférences à l'échelle individuelle ou collective (de la communauté à l'ensemble du groupe culturel) dans l'utilisation d'un système 'arc et flèche', d'autre part.

### *Matériel et méthode*

Notre travail se fonde sur une première analyse des corpus ethnographiques collectés parmi les communautés du littoral ouest alaskien au 19<sup>e</sup> siècle. À partir de ces analyses, nous obtenons des données qui permettent, dans un second temps, d'aborder la complexité de l'étude des corpus archéologiques plus fragmentaires provenant de différents sites situés également à l'ouest de l'Alaska. Ainsi, à l'aide de simulations de tirs par un logiciel informatique (en ayant modélisé au préalable les arcs issus des corpus étudiés et les flèches associées) et de calculs mécaniques, nous testons les réactions mécaniques des différentes essences identifiées dans les corpus et leur adéquation avec les autres matériaux et éléments du système ; notamment les renforts de tendon sur le dos de l'arc, et la rigidité de la corde et de son matériau.

### *Résultats et discussion*

Les premières simulations de quelques arcs ethnographiques modélisés, ainsi que certaines flèches ont révélé qu'il existe une forte corrélation entre le choix de l'essence du bois et la performance du système 'arc et flèche' (Lemaitre, 2020). Ainsi, malgré la présence des feuillus dans les forêts subarctiques et dans les accumulations de bois flotté au bord du littoral arctique, la majorité des arcs et des flèches de l'ouest de l'Alaska semblent être réalisés à partir d'épicéa (*Picea glauca*, ou *Picea mariana*) ou plus rarement de mélèze (*Larix laricina*) (Alix 2001, 2003, 2009), dont la plupart présentes des signes de bois de compression (Alix, 2003). Or, on sait que la rigidité et la densité de l'essence va impacter le choix du facteur

d'arc dans le profil et la taille de celui-ci ainsi que dans la tension mise dans les câbles de tendon. Le choix de ces essences et de la qualité de leur grain au détriment d'autres essences pourtant abondantes, révèle en premier lieu la connaissance des sociétés vis-à-vis des qualités du bois d'arc (*Ibid.*, 2003). Elle révèle en deuxième lieu l'importance de son adéquation avec le bois de la hampe de flèche, qui possède lui aussi ses propres qualités de rigidité et de densité (afin de résister à sa propre flexion et à l'énergie qui lui est transmise) (Lemaitre, 2020). En effet, en faisant varier les essences de bois pour un même arc dans le logiciel de modélisation et de simulation, nous observons de très nettes différences de valeurs dans la puissance de l'arc et dans ses capacités de transmission d'énergie à la flèche : un paramètre déterminant dans la sélection du bois de hampe de la flèche et dans ses dimensions. Nous observons également une modification de la répartition des contraintes au sein des autres matériaux, et notamment dans les câbles de tendon servant de renforts au dos de l'arc.

### *Conclusion*

Le choix des matériaux d'un arc et d'une flèche n'est pas anodin et arbitraire, car il détermine la performance du système pour des besoins précis demandés par l'archer. L'étude de la sélection des essences de bois permet de comprendre de quelle manière et à quelle échelle cela impacte les variations observées dans le design des arcs et des flèches des sociétés de l'ouest de l'Alaska.

Si les simulations informatiques et les calculs sont une première approche d'objets fragiles et fragmentaires, il existe toutefois quelques limitations ; notamment l'impossibilité d'entrée des paramètres comme le fil du bois, ainsi que la particularité du bois de compression qui semble pourtant être un facteur important de la composition des arcs arctiques (*Ibid.*, 2003). De plus, il sera nécessaire de réaliser, en complément, une étude du comportement des câbles de tendon face à la rigidité du bois d'arc, ainsi que leur importance dans la performance de l'arc.

### **Remerciements :**

Je souhaite remercier tout d'abord Claire Alix (co-directrice de ma thèse) pour son apport à la recherche sur les bois d'arcs dont la détermination de nombreuses essences d'arcs archéologiques, ainsi que pour son aide globale dans ce projet d'étude. Je souhaite également remercier Stefen Pfeifer et Olivier Collet, mathématiciens et mécaniciens, qui ont inventé et amélioré le logiciel de modélisation d'arc *VirtualBow*.

### **Références bibliographiques :**

ALIX, C., (2001) « Exploitation du bois par les populations néo-eskimo entre le nord de l'Alaska et le haut-Arctique canadien », Thèse de doctorat en archéologie sous la direction de Nicole Pigeot, Paris, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 434 p + Annexes et planches.

ALIX, C., (2003) « Sélection du bois d'arc par les thuléens de l'Arctique nord-américain : un choix dicté par le façonnage » in : Au fil du bois : définition des critères de sélection des bois d'œuvre (w/H. Guiot Eds), Cahier des thèmes transversaux ArScAn III 2001/2002, pp. 204-213

ALIX, C., (2007) « Ethnoarchéologie de la production des objets en bois dans l'Arctique nord-américain », in : *Les Civilisations du renne d'hier et d'aujourd'hui : approches*

*ethnohistoriques, archéologiques, anthropologiques*, 377-91. Antibes : Association pour la Promotion et la Diffusion des Connaissances Archéologiques.

ALIX, C., (2009) « Persistence and Change in Thule Wood Use ». in : *Maschner, H., Mason, O., McGhee R. (Eds.) The Northern World AD 900-1400, The University of Utah Press, 2009*, pp. 179-205.

BOCKSTOCE J.R., (1977) Eskimos of Northwest Alaska in the Early Nineteenth Century. Based on the Beechey and Belcher Collection and records compiled during the voyage of H.M.S Blosson to the Northwest Alaska in 1826 and 1827, Penniman T.K. (Ed.), University of Oxford, Pitt Rivers Museum, Monograph Series No.1.

BORD L.-J., & MUGG J.-P., (2005) L'arc des steppes: étude historique et technique de l'archerie des peuples nomades d'Eurasie, éditions du Gerfaut.

GRAYSON, C. Dr., (2000) « Composite Bows », in : *The Traditional Bowyer's Bible*, Bois d'arc Press., Vol. 2, First Lyons Press, pp. 113-154

GRAYSON C. E., FRENCH M., O'BRIEN M. J., (2007) Traditional Archery from Six Continents. The Charles E. Grayson Collection, University of Missouri Press, Columbia and London.

HAMILTON T. M., (1970) « The Eskimo Bow and the Asiatic composite », in : *Arctic Anthropology*, Vol. VI, No. 2, pp. 43-52.

HAMM, J., (1989) *Bows & Arrows of the Native Americans. A Complete Step-by-Step Guide to Wooden Bows, Sinew-Backed Bows, Composite Bows, Strings, Arrows & Quivers*. In cooperation with BOIS D'ARC PRESS. LYONS & BURFORD, PUBLISHERS.

HAMM, J., (2000) "Plains Indian Bows", in : *The Traditional Bowyer's Bible*, Bois d'arc Press., Vol. 3, First Lyons Press, pp. 115-141.

KOOI B. W., (1983) On the Mechanics of the Bow and Arrow, PhD-thesis, Mathematisch Instituut, Rijksuniversiteit Groningen, The Netherlands, Supported by "Netherlands organization for the advancement of pure research" (Z.W.O.), project (63-57)

LEMAITRE, C., (2020) L'étude du système arcs et flèches des sociétés Iñupiaq du nord-ouest de l'Alaska à partir des collections ethnographiques du 19<sup>e</sup> siècle., Mémoire de Master sous la direction de Claire Alix, Université Paris 1 Pantheon-Sorbonne.

LEMAITRE, C., PFEIFER, S., COLLET, O., ALIX, C., (2021) "Identifying and studying bow & arrow systems in the Inupiat ethnographic collections from the 19<sup>th</sup> century", Poster présenté dans le cadre du "48<sup>th</sup> Annual Meeting of the Alaska Anthropological Association #Akaa 2021 Virtual", 1-5 mars 2021

MASON, Otis T., (1894) *North American Bows, Arrows, and Quivers: An Illustrated History*. Washington Government Printing Office, 313 p.

MURDOCH, J., (1890) « A Study of the Eskimo Bows in the U.S. National Museum », From the Report of the Smithsonian Institution, 1883-84, Part II, pages 307-316, and plates I-XII, Washington Printing Office.