

# APTITUDE ET UTILISATION D'ESPÈCES DE BOIS INDIGÈNE POUR LES HAMPES DE FLÈCHES PRÉHISTORIQUES

(traduction : Paul Cattelain et Pascal Chauvaux)

**K. BECKHOFF**

(Die Kunde, T. 16, 1965)

Dans cet article, nous examinerons les matériaux utilisés pour la fabrication de hampes de flèches en tant que projectiles d'arc servant uniquement à atteindre des cibles situées à moyenne distance (sont considérées ici les distances de chasse usuelles variant de 30 à 40 m.).

Une telle limite est indispensable pour le choix de notre sujet de travail et l'étude morphométrique des hampes de flèches, du fait qu'elle exclut de notre examen une multitude de type de hampes réalisées à des fins particulières qui sont ici de moindre importance (par exemple pour le tir à très grande distance).

Étant donné que le maniement de l'arc est fonction de la plus grande tension possible de la corde, la longueur de la flèche est essentiellement déterminée par l'anatomie du tireur et sa position de tir.

L'examen de quelques arcs préhistoriques, et des reconstitutions basées sur leur reproduction fidèle, prouvent que leur longueur maximale de tension dépassait à peine 70 cm (cf. Saxton T. Pope). L'extension de la corde ne peut dès lors être faite que jusqu'à la hauteur du menton et correspond ainsi au procédé de tir tel qu'il est encore actuellement de rigueur dans le tir à l'arc de compétition. D'autres procédés de tir qui exigent par exemple l'extension de la corde jusqu'à la hauteur de l'oreille (cf. représentations égyptiennes anciennes) ou de l'épaule (tir à l'arc japonais) requièrent d'autres constructions de l'arc que celles qui ont été retrouvées en Europe septentrionale et continentale.

Contrairement aux habitudes du tir à l'arc actuel qui consiste à tirer la flèche moyennant l'utilisation de la force optimale de l'arc, on semble avoir négligé ce procédé dans les temps anciens et ne pas avoir utilisé totalement la longueur de la hampe de la flèche. D'après des illustrations antiques et des peintures rupestres espagnoles beaucoup plus anciennes, il s'agit ici de segments inutilisés allant jusqu'à 25 cm, ce qui pourrait augmenter la longueur originale des flèches jusqu'à 95 cm. Des hampes de flèches ne peuvent jamais être raides et doivent toujours rester des projectiles faciles à lancer avec un haut degré d'élasticité. La facilité de tir de toute flèche, déterminée par son élasticité et sa masse, doit toujours être soigneusement adaptée à la structure mécanique de l'arc utilisé. Cet impératif trouve son fondement même dans les caractéristiques des arcs. Il est connu de tout tireur à l'arc et ne doit, ni ne peut, être plus amplement développé ici. L'élasticité de la hampe de flèche n'est, dès lors, généralement pas un phénomène marginal, mais compte parmi ses caractéristiques les plus essentielles.

Le bois est un matériaux élastique, approprié par excellence à cause de sa flexibilité à la fabrication de hampes de flèches. Mais ce n'est pas en l'occurrence sa seule qualité, il y a aussi la facilité de se le procurer. Si sous nos latitudes, les hampes ont,

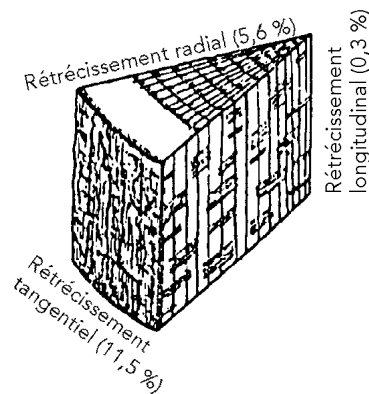
de tout temps, été fabriquées en bois, cette constatation n'est pas faite pour surprendre (des hampes de flèches peuvent être faites à partir d'autres matériaux, par exemple du jonc et du bambou). Actuellement, on fabrique aussi d'excellentes flèches à partir de tubes d'acier, de métal léger et de fibre de verre.

Le comportement physique du bois, particulièrement sa solidité, n'est pas du tout constant, mais varie fortement d'après l'espèce. Sa fiabilité comme matériaux est donc sujette à de grandes variations. Trouver la fiabilité maximale était jusqu'à présent une pure affaire d'expérience. Il s'agit maintenant de résoudre celle-ci à l'aide des acquis techniques modernes et d'élaborer en outre un système chiffré d'évaluation en vue de pouvoir sélectionner objectivement le bois approprié.

Il s'agit tout d'abord d'énoncer et de commenter les exigences qualitatives de la matière première (le bois). Comme cela a déjà été dit, dans l'élasticité du bois doit se refléter la souplesse requise, que chaque hampe de flèche glissant sur l'arc doit posséder en une quantité bien précise (cette élasticité de la hampe est déterminée en pratique par la flexion  $f$ , qui dans ce but, est chargée au milieu, entre deux points d'appui (entretoise = longueur de la flèche diminuée de 2,54 cm) d'un poids de 2 lbs (livre anglaise = 0,454 kg). Il existe une relation directe entre la flexion et la puissance de l'arc utilisé : par exemple une flèche de 71 cm de long, utilisée avec un arc de 40 lbs montrera une flexion de 1,78 cm. La relation entre la flexion de la hampe et la puissance de l'arc, quel qu'ait été le système de mesure, était certes un principe déjà connu dans les temps les plus reculés et chiffré dans des valeurs déterminées d'évaluation. Actuellement, on se sert du tableau des valeurs normalisées par la GNAS (Grand National Archery Society), fruit de traditions très anciennes et de techniques récentes.

Cette condition est d'autant plus facilement remplie que le bois utilisé pour la hampe est plus rigide. Dans ce cas, la section de la hampe peut être déterminée avec moins de précision, ce qui permet généralement un poids moindre de la flèche. Des flèches légères sont souvent de grande utilité, soit pour la chasse, soit pour la guerre. La rigidité naturelle d'une espèce de bois s'établit par le module d'élasticité  $E$ , une valeur définie par la théorie de la rigidité qui se trouve dans les tableaux des livres spécialisés traitant du bois. La rigidité du bois augmente avec l'accroissement de la valeur  $E$ .

Le degré d'élasticité de chaque hampe de flèche, résultant de la puissance de l'arc, de la longueur de la hampe et de son poids, détermine automatiquement le diamètre de la hampe nécessaire pour la matière première utilisée (les hampes de flèches citées comme exemple plus haut, fabriquées en pin ou en aulne, auraient ainsi dû avoir un diamètre de 8,6 mm). Si les hampes usuelles, faites de bois indigène, de section ronde, montrent un diamètre usuel de 8 à 9,5 mm, cela n'est pas dû au hasard, mais constitue un impératif physique qui se justifie arithmétiquement. La légèreté souhaitée de la hampe s'obtient d'abord par l'utilisation d'un bois léger, pour le choix duquel le poids spécifique est déterminant. Ceci signifie le poids volumique en air sec (degré d'humidité = 15%), exprimé en  $g/cm^3$ ; dans les tableaux appropriés, on le trouve souvent mentionné sous le signe diminutif  $r^{15}$ .



**Figure 1** : différences (en pourcentage) de rétrécissement selon l'axe (dans l'exemple : du hêtre).

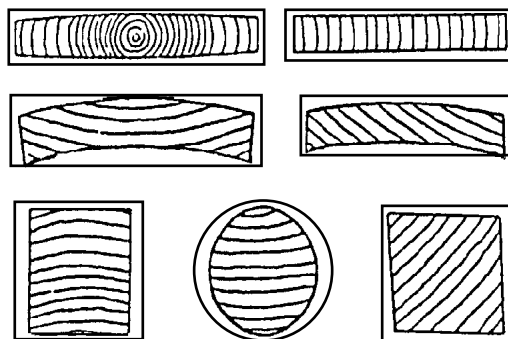
Les hampes de flèche doivent, en dépit de leur énorme finesse, rester absolument droites lors de l'utilisation si elles ne veulent pas perdre leur qualité d'arme sûre. Le bois utilisé doit dès lors avoir un degré élevé de «stabilité», c'est-à-dire qu'il ne peut pas s'altérer d'après l'usage qui en est fait. La tendance à «travailler» encore après usage des bois de hampes est très indésirable et procure de gros ennuis au tireur à l'arc.

Que certaines hampes bien droites au départ commencent, après une très courte durée, à s'infléchir est dû à un rétrécissement ou grossissement inégal des fibres du bois, provoqué par des modifications de l'humidité ambiante. La tendance déformatrice n'est pas égale de tous les côtés, mais se laisse voir surtout dans 2 directions. Dans la figure 1, on distingue essentiellement un rétrécissement radial et un rétrécissement tangentiel. Il existe aussi un mouvement de rétrécissement longitudinal, mais celui-ci est très léger et dès lors, dans la plupart des cas, imperceptible.

La tendance de rétrécissement du bois est différente d'après l'espèce, elle a été mesurée et on a défini les facteurs de rétrécissement  $a^r$  et  $a^t$  (direction radiale et tangentielle), c'est-à-dire les déviations (exprimées en pourcentage) de la forme originale, sous les modifications de l'humidité du bois entre 33% (situation à l'état vert) et 0% (situation à l'état sec).

Les rétrécissements radiaux et tangentiels sont très différents en ampleur et se comportent assez indépendamment de l'espèce du bois, dans un rapport de 1 pour 2.

Il est dû à ce comportement différencié que des coupes déterminées soient sujettes à des modifications déterminées, lesquelles à l'aide des «images de rétrécissement» telles que représentées en figure 2, se laissent prédéterminer pour des coupes géométriques. C'est ainsi, par exemple, que lors d'un séchage progressif, la section d'une hampe devient elliptique. Que ceci soit tout de même possible est exclusivement dû à la structure non-homogène du bois : les fibres en biais et torsadées des noeuds, des bosses et d'autres défauts de croissance sont difficiles à éviter sur une longueur de 80 cm.



**Figure 2 :** modification de coupe par rétrécissement auprès de quelques profilés géométriques de bois (les hampes de flèche deviennent ovales).

Avec toutes ces inégalités dans les fibres de bois, les mouvements de rétrécissement interviennent de façon très différente, même en direction longitudinale, ce qui provoque un phénomène d'altération.

Plus le rétrécissement d'une espèce de bois intervient dans les 2 directions principales, plus elle a tendance à travailler et prouve ainsi son manque de stabilité. Cette caractéristique peut-être chiffrée par le quotient  $a'/a^t$ , qui tend vers la valeur 1 au fur et à mesure que la stabilité augmente.

Le souci d'une stabilité optimale oblige dès lors à la construction de hampes de flèche à base de bois mûr et bien sec, et jamais à base de bois frais.

Du fait qu'un degré élevé d'humidité diminue fortement l'élasticité, l'intérieur (le coeur) du bois sec, bien que généralement plus lourd, est préféré au bois d'écorce plus humide. Les bonnes hampes sont dès lors toujours fabriquées avec du bois de coeur, alors qu'au contraire, l'utilisation de branches, de pousses ou de bourgeons mûrs, quoique technologiquement plus facile, est en fin de compte inefficace et primitif.

Il est très important d'empêcher la pénétration d'humidité dans la hampe de flèche après finition complète. Une telle pénétration peut-être évitée en graissant ou, mieux encore, en enduisant la surface du bois de cire d'abeille.

Les hampes de flèche non protégées sont, dans notre climat, d'après l'expérience, inutilisables après un court laps de temps. On a calculé qu'à chaque augmentation de 1 % de l'humidité intervient une réduction de l'élasticité de 2%.

Un tel enduisage, qui est actuellement normal, n'a certes pas eu lieu avant la première période historique. C'est ainsi que les nombreuses hampes de flèches provenant du gisement de Nydam ne portent pas de traces d'enduit destiné à les protéger de l'humidité.

Les considérations ci-dessus démontrent que l'élasticité, en liaison avec une souplesse réduite, un poids/volume (poids spécifique) bas, et une forte stabilité vis-à-vis des modifications du taux d'humidité, sont les qualités essentielles pour la fabrication des hampes de flèche. Un bois de qualité est indispensable.

Ces caractéristiques spécifiques peuvent être précisées en chiffres, donnant ainsi, en une formule simple, le coefficient adapté. À l'aide de cela, on peut procéder parfaitement à une présélection des bois à prendre en considération.

Le tableau ci-dessous donne un bon aperçu des caractéristiques des principales espèces de bois indigènes existant avant notre ère.

Espèces de bois indigènes	Module d'élasticité (kg/cm <sup>2</sup> )	Poids spécifique	Rétrécissement radial (%) a'	Rétrécissement tangentiel (%) a''	a'/a''	Coefficient adapté
Pin sylvestre ( <i>pinus sylvestris</i> )	120 000	0,52	3,5	7,4	0,47	1,09
Sapin ( <i>picea excelsa</i> )	110 000	0,47	3,7	7,5	0,49	1,15
If ( <i>taxus baccata</i> )	120 000	0,67	3,7	5,3	0,70	1,25
Érable ( <i>acer platanoides</i> )	113 000	0,66	4,8	8,8	0,56	0,96
Orme ( <i>ulmus scabra</i> )	110 000	0,68	5,2	9,4	0,55	0,90
Sorbier ( <i>sorbus aucuparia</i> )	117 000	0,75	7,6	9,2	0,83	1,29
Frêne ( <i>fraxinus excelsior</i> )	120 000	0,69	5,3	8,7	0,61	1,06
Hêtre ( <i>fagus silvatica</i> )	160 000	0,73	5,7	11,5	0,50	1,08
Charme ( <i>carpinus betula</i> )	162 000	0,83	6,6	11,6	0,57	1,11
Chêne ( <i>quercus robur</i> )	117 000	0,69	4,0	7,8	0,51	0,87
Bouleau ( <i>betula alba</i> )	165 000	0,64	5,3	8,2	0,65	1,68
Tilleul ( <i>tilia cordata</i> )	76 000	0,54	5,5	9,1	0,61	0,85
Aulne ( <i>alnus glutiosa</i> )	117 000	0,54	4,3	9,3	0,46	1,00
Peuplier ( <i>populus tremula</i> )	78 000	0,45	3,5	8,5	0,41	0,71
Saule ( <i>salix alba</i> )	72 000	0,57	2,8	7,6	0,37	0,47
Noisetier ( <i>corylus avellana</i> )	108 000	0,61	6,6	8,5	0,78	1,38
Viorne obier ( <i>viburnum opulus</i> )	163 000	0,68	-	-	0,65	1,56

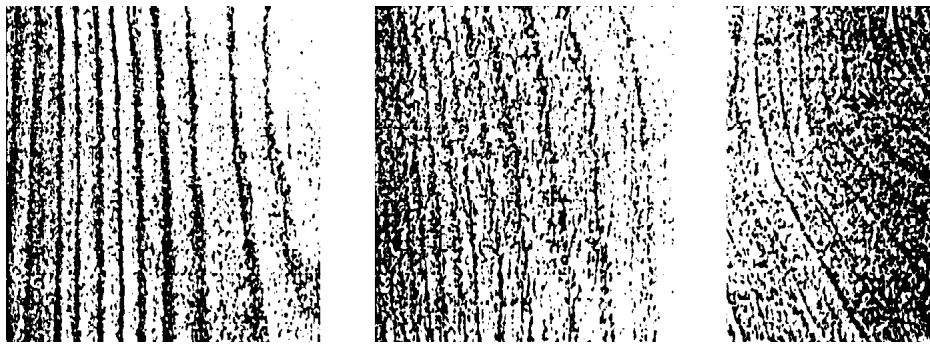
Les considérations énumérées dans les pages précédentes démontrent que l'élasticité, en liaison avec une souplesse réduite, un poids spécifique bas et une forte stabilité face aux déformations dues à l'humidité sont les qualités essentielles qu'exige un bois qualifié pour la fabrication de flèches.

Au moyen de ce système de sélection, les espèces suivantes doivent être éliminées : érable, orme, chêne, tilleul, peuplier et saule (en fait, les essences qui ont un coefficient d'aptitude inférieur à 1). Ces espèces ne seront dès lors plus prises en considération.

Après avoir procédé à cet examen d'après les propriétés physiques, il reste maintenant, pour les bois retenus, à examiner leur comportement lors de leur utilisation (fabrication).

Cette question revêt davantage d'importance suivant l'époque de fabrication, mais est d'autre part fortement dépendante de l'état des moyens techniques de cette fabrication. Ceux-ci doivent avoir été extrêmement primitifs aux époques anciennes où on ne disposait pas encore d'instruments métalliques coupants.

Les nombreuses hampes trouvées à Ahrensburg/Stellmoor démontrent qu'on utilisait déjà, au Paléolithique final, du coeur de bois de sapin et qu'on connaissait dès lors déjà, à cette époque, l'utilisation pourtant difficile, de la matière première en la fendait correctement à l'aide d'instruments simples. Cela vaut également pour l'arrondissement de la section de la hampe. On connaît maintenant les outils qui ont été utilisés en vue de la finition rectiligne requise. Il s'agit d'un ou plus souvent de deux grès rugueux avec une rainure (ovale) placée au milieu. Son utilisation ne demande pas d'autre explication.



**Figure 3** : exemples de la direction différente des fibres chez quelques espèces de bois.

De gauche à droite : pin avec des fibres relativement rectilignes, frêne avec fibres déviantes, bouleau aux fibres très irrégulières.

Le clivage des coeurs de bois aux fins de disposer de matière première est un procédé au cours duquel on obtient, de force, la séparation longitudinale des fibres. Dans ce but, une certaine complaisance du bois est nécessaire, c'est-à-dire qu'il doit posséder un minimum de fissibilité. En plus, il ne peut pas avoir de défauts de croissance, tels que loupes (noeuds), crevasses, canaux de résine, cicatrisation, des fibres torsées ou torsades, car ces défauts dérangent l'évolution rectiligne des fibres et influencent ainsi non seulement la forme droite de la hampe, mais diminuent aussi sa solidité jusqu'à presque la rendre inutilisable. De telles irrégularités dans la structure du bois, qu'elles soient dues à la croissance ou à l'espèce, influencent fortement la fissibilité, et sont ainsi également responsables de son degré d'aptitude. L'ouvrier préhistorique était d'autant plus obligé d'en tenir compte lors des choix de bois, que ses outils étaient primitifs.

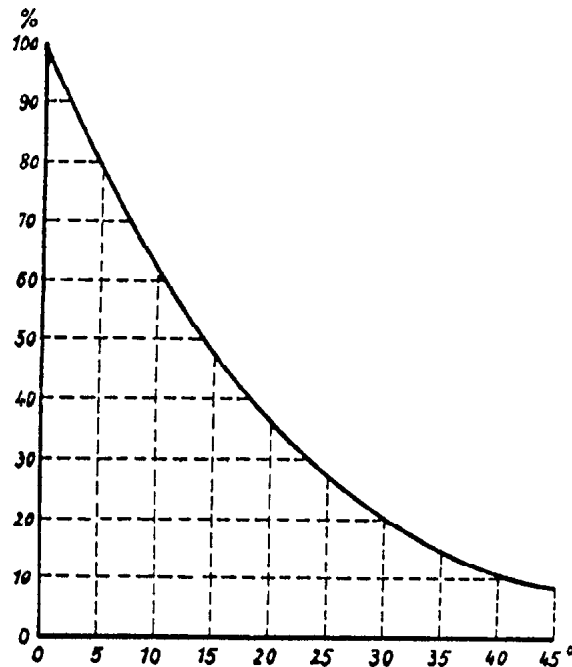


Figure 4 : dépendance de l'élasticité en fonction de la direction des fibres.

Un examen de l'aptitude des espèces de bois qui veut avoir la prétention d'être exhaustif ne peut dès lors pas exclusivement prendre en considération les aspects physiques, mais doit aussi s'étendre sur la technique de construction.

En l'occurrence, doivent également être pris en considération le cours des fibres et la fissibilité, pour autant que ces qualités soient spécifiques. Pour l'évolution des cours des fibres, on a déterminé 3 états et on leur a donné une valeur (uniforme = 1 - relativement uniforme = 0,8 - inégal = 0,5).

Cette échelle de valeurs correspond en pratique aux influences d'un cours de fibres qui s'éloigne de la direction de la souche, c'est-à-dire qui connaît une évolution oblique (cf. figure 3), laquelle exerce une influence importante sur l'élasticité. Il en résulte que les 2 premiers états dénotent une évolution légèrement oblique, ce qui est principalement provoqué par des défauts de croissance qui permettent cependant de fendre ces morceaux de bois longs et étroits avec les outils les plus simples.

Au contraire, la dernière valeur se rapporte à une évolution des fibres entièrement irrégulière et torsadée, ne permettant le détachement du bois de hampe qu'avec des couteaux et des scies, c'est-à-dire des instruments spécifiques de séparation, ou moyennant un travail plus long du fait qu'il faut d'abord fendre des morceaux de bois relativement gros pour les débiter ensuite en morceaux qui ont la section et la qualité nécessaire.

La définition de la fissibilité n'apparaît pas dans la littérature spécialisée, mais on y trouve d'autre part de nombreuses mentions de «solidité à la fission» des espèces de bois, une notion qui ne dit pas nécessairement le contraire, mais a cependant été chiffrée.

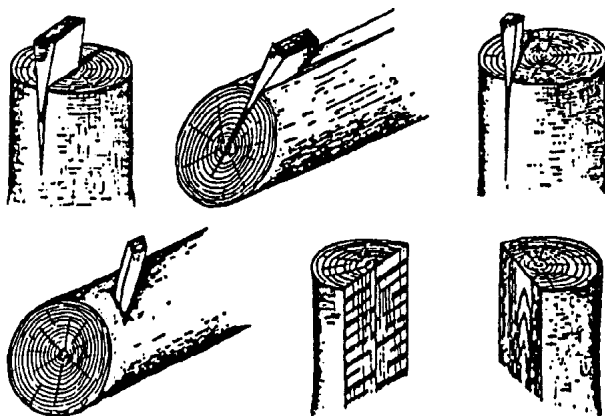


Figure 5 : clivage du bois.

En général, les fibres obliques réduisent la fissibilité. Au plus le bois à des fibres fines et au plus régulier est le cours de fibres, d'autant plus facile sera la fission et d'autant plus lisses seront les faces fendues. En outre, la fissibilité est plus grande lorsqu'elle est radiale aux anneaux annuels, plutôt que tangentielle : il en est ainsi également en ce qui concerne les bois légers plutôt que lourds. Et encore, l'humidité des bois et la température jouent un rôle appréciable.



Dans le tableau suivant, les conclusions sont groupées et désignées par un chiffre final (coefficient) d'aptitude.

1	2	3	4	5	6	7
Viorne obier	1,56	1,0	1,0	1,56	Excellent	Boréal
Pin sylvestre	1,09	1,0	1,0	1,09	Très bon	Alleröd
Noisetier	1,38	0,8	0,9	0,99	Très bon	Préboréal
Sapin	1,15	0,8	1,0	0,92	Très bon	Fin du Boréal
Sorbier	1,29	0,8	0,8	0,83	Bon	Début du Boréal
Aulne	1,00	0,8	1,0	0,80	Bon	Boréal
Frêne	1,06	0,8	0,9	0,76	Bon	Atlantique
Bouleau	1,68	0,5	0,8	0,67	Moyen	Début Dryas
If	1,25	0,5	0,9	0,56	Moyen	Atlantique/Sub-Boréal
Hêtre	1,08	0,5	1,0	0,54	Mauvais	Début Sub-Boréal
Charme	1,11	0,5	0,8	0,44	Mauvais	Fin Sub-Boréal

Signification des colonnes du tableau précédent

- 1 : espèce de bois indigène
- 2 : coefficient d'aptitude mécanique issu du premier tableau
- 3 : cours des fibres
- 4 : fissibilité
- 5 : coefficient d'aptitude combiné (final)
- 6 : conclusion
- 7 : première apparition en Europe

Dans la composition du tableau, on a groupé les espèces de bois d'après leur aptitude, en vue d'avoir une vue d'ensemble. Un regard superficiel permet de voir clairement comment une telle différenciation devient possible sur base d'un matériel purement chiffré.

La coïncidence de ces données purement arithmétiques avec les expériences pratiques est vraiment incroyable et permet dès lors non seulement de démontrer l'utilité de ce procédé, mais souligne également la justesse de la sélection empirique et de l'expérience traditionnelle démontrée par le matériel trouvé en fouille.

La fissibilité dans les 2 directions donne souvent des valeurs de 1 à 1,3. Une exception vaut pour le bois de pin, qui se présente par une différence d'après la direction.

Il serait intéressant, en l'occurrence, de comparer ces données avec celles relatives à quelques bois de flèche étrangers. En premier lieu vient le bambou avec un coefficient d'aptitude de 3,7. Il est suivi de loin par les bois nord-américains de cèdre d'Orégon (2,2), pin d'Orégon (1,48), hickory (1,10) et cyprès (0,97).

Ces chiffres montrent clairement que les bois de nos latitudes pour la fabrication des hampes de flèche ne sont pas excellents et peuvent être considérés tout au plus comme moyens. La question de l'approvisionnement en espèces constitue un point qui ne peut être négligé, du fait qu'elle est liée intimement au paysage, à une époque où il n'existait pas ou à peine d'échanges commerciaux à longue distance ou de grande importance.

C'est seulement après la fin de la dernière époque glaciaire que les espèces d'arbres, reconnues généralement comme indigènes, firent leur entrée dans les espaces de diffusion actuels, et ce progressivement, avec le lent réchauffement. Il est aussi généralement admis que la majorité de ces espèces a survécu à la période précédente de froid dans les refuges végétatifs glaciaux connus.

Leur lente progression dans nos latitudes se fit dans la même mesure que s'installaient les conditions climatiques nécessaires à la croissance. Il apparaît donc que la connaissance de la première apparition d'une espèce d'arbre ou de bois bien déterminée, comme indice de temps valable, est absolument indispensable pour l'évaluation et la classification des trouvailles de bois préhistoriques et en particulier des hampes de flèche. Le tableau suivant produit quelques lieux de fouilles en Europe septentrionale et en Europe du nord-Ouest, où on trouve des hampes de flèches.

Lieu de découverte	Appartenance culturelle	Essence
Ahrensburg/Stellmoor	Ahrensburg	Pin
Loshult	Mésolithique ancien	Pin
Vinkel Mose	Maglemosien ancien	Pin
Holmegaard IV	Maglemosien tardif	Pin, viorne, bouleau
Satrup Moor	Ertebölle	Noisetier, aulne
Petersfehn	Mésolithique tardif (Néo)	Noisetier
Muldbjerg 1	Trichterbedier	Frêne
Magleby Long	Transition Dolmen/Couloir	Bouleau, viorne
Wietingsmoor	Néolithique moyen	If
Sillerup	Bronze ancien	Pin
Nydam	Empire romain	Pin, noisetier

Si la présentation ci-dessus n'a pas du tout la prétention d'être exhaustive, elle démontre en tout cas que le bois de pin (apte et facile à trouver) a été le plus souvent utilisé.

L'absence de bois de sapin, qualitativement égal au pin, peut essentiellement être expliquée par le fait qu'il est, sous la forme d'une hampe mince et décolorée par les acides des marais, difficilement distinguable du bois de pin. Il est aussi étonnant et encore inexplicable que le bois de sorbier, malgré sa bonne aptitude, n'ait pas été retrouvé dans les fouilles. Il est encore remarquable que la transformation difficile, au moyen d'outil simple, des bois avec des fibres irrégulières ou dures n'a pas constitué un empêchement sérieux pour leur utilisation. Le degré élevé des techniques de travail au bois, existant déjà pendant le Mésolithique final, est prouvé par les nombreux objets coupés de Aamose et Satrup.

Le fait que les bois de hêtre et de charme ne sont pas mentionnés est normal, vu leur mauvaise aptitude. Dans notre exposé, nous avons voulu démontrer que le jugement d'aptitude des espèces de bois indigènes pour la fabrication de hampes de flèches, ne doit pas, comme c'était le cas jusqu'à présent, être basé exclusivement sur un empirisme traditionnel, mais avec la précision apportée par les données modernes de la technologie du bois.

Les chiffres d'évaluation que nous avons fournis permettent, de façon simple, une classification exacte et peuvent ainsi, en rapport avec les questions de l'approvisionnement, contribuer à évaluer plus correctement le matériel de fouilles du temps préhistorique, sur base de sa position technique.

Il n'a malheureusement pas été possible d'obtenir toutes les publications des découvertes de hampes de flèches. C'est ainsi que manque dans notre tableau la fameuse flèche de Eising. Il aurait aussi été intéressant de disposer de plus de détails sur le matériel en bois découvert dans les sites alpins de bord de lac. Les hampes de flèches qui y furent trouvées étaient généralement en cornouiller sanguin. Pour le territoire européen du nord-ouest, Clark cite comme bois de hampe : le frêne, l'aulne, le noisetier et la viorne.

### **Conclusion**

Il est apparu très intéressant d'élucider la question de savoir pourquoi le bois de viorne a été utilisé pour fabriquer des hampes de flèche au Mésolithique. C'est pourquoi nous avons fait des mesures précises sur plusieurs morceaux de bois minces et droits. Notre échantillon a été prélevé sur une branche droite et sans défauts de 2 cm d'épaisseur, présentant 5 anneaux de croissance, provenant d'un buisson de 5 m de hauteur et se trouvant sur un sol moyennement humide. Le bois se présentait comme très régulier, à fibres droites et sans noeuds. En situation verte, il se laissa aisément fendre. Le séchage à l'air dura 8 semaines. Après cela, on pouvait très facilement le raboter et le lisser. La solidité, après travail, était plus grande que celle du bois de pin.

Le module d'élasticité mesuré ( $163.000 \text{ kg/cm}^2$ ) était étonnamment élevé, tandis que le poids spécifique moyen ( $0,680/\text{cm}^3$ ) se situait loin en dessous des valeurs énumérées dans le tableau. Les essais de fabrication ont montré que dans notre cas, pour pouvoir disposer d'une hampe finie de 0,85 cm, il aurait été indispensable de trouver une branche droite d'au moins 3,2 cm de diamètre. Facile à travailler et possédant des bonnes qualités mécaniques, le bois de viorne peut dès lors être considéré comme le bois le plus approprié pour la fabrication de hampes de flèches. Données brutes pour la flèche d'un arc de 40 lbs : longueur = 71 cm, diamètre de la hampe = 0,8 cm, poids = 29 gr., poids de la pointe = 4,5 gr., centre de gravité à 31/40 cm.