

Un cadre chronologique pour l'utilisation du propulseur et de l'arc durant le Paléolithique supérieur européen

Pierre LANSAC

RÉSUMÉ

Il est encore, à l'heure actuelle, impossible de déterminer les origines ainsi que le moment de l'apparition du propulseur et de l'arc durant le Paléolithique Supérieur européen. Toutefois, une lecture critique des données issues des fouilles ainsi que leurs interprétations et des données issues de nombreuses études techniques et fonctionnelles permettent de dresser un panorama et de fournir de premiers éléments de réponse à la question.

ABSTRACT

It is still impossible to determine the origins and the moment when the spearthrower and the bow appeared during the european Upper Palaeolithic. Yet a critical analysis of the datas given by archeological diggs and their interpretation and of the datas given by numerous technological and functional studies allows us to brings some elements of answer to the question.

1. INTRODUCTION

L'une des caractéristiques que l'on retient le plus communément quant aux sociétés du Paléolithique supérieur est leur statut de chasseur-cueilleur. En effet, une littérature importante a été consacrée, dès les débuts de la discipline préhistorique, au mode de vie des sociétés préhistoriques. Mais un aspect a plus particulièrement retenu l'attention : il s'agit des techniques utilisées pour l'activité cynégétique.

Dès le dix-neuvième siècle, des préhistoriens tels Lartet et Christy ou, un peu plus tard, de Mortillet, font le rapprochement entre certains « *artéfacts* » trouvés au cours de fouilles et une arme décrite à plusieurs reprises dans la littérature ethnographique : le propulseur (Cattelain, 1988; Michel, 1897; de Mortillet, 1891 et 1910). Mais on découvre aussi très vite des pointes de projectile emmanchées et des pièces conservées en milieu humide qui prouvent que certaines sociétés préhistoriques ont utilisé l'arc (Junkmanns, 1996; Rausing, 1967). La question va alors se poser, en l'absence de moyens de datation au début du vingtième siècle, quant aux périodes respectives d'utilisation de ces deux armes de jet.

Dans l'état actuel des connaissances, on sait que, dès le Paléolithique moyen, l'homme va

utiliser des armes pour la chasse, comme le prouvent les découvertes de Clacton-on-Sea, Lehringen ou les multiples épieux de Schöninghen datés à 360 000 ans (Dennell, 1997; Oakley *et al.*, 1977, Thieme, 1997). Puis, au Paléolithique supérieur, on va voir l'apparition de deux nouvelles armes dont le mode de fonctionnement est complètement inédit : le propulseur et l'arc. L'opinion communément admise — qui semble confirmée par de nombreuses découvertes archéologiques (Cattelain, 1989) — est que le propulseur serait apparu au moins au Solutréen et aurait précédé l'arc dont l'apparition ne remonterait « que » au Mésolithique (Junkmanns, 1996).

Il existe en fait deux manières d'évaluer le cadre chronologique d'apparition et d'évolution de ces deux armes. La première méthode, que l'on pourrait qualifier de « directe », consiste à ne se fonder que sur les pièces attestées ou leurs projectiles mais pourvus de leur hampe. La deuxième méthode, qu'on peut qualifier d'« indirecte », consiste à étudier les pièces archéologiques les plus présentes dans les niveaux archéologiques, c'est-à-dire essentiellement les armatures de projectile. Les éléments de réponse ne peuvent venir que de la confrontation de ces deux méthodes.

2. DEUX MODES DE PROPULSION DIFFÉRENTS : LE PROPULSEUR ET L'ARC

L'arc et le propulseur sont apparus au Paléolithique supérieur en Europe. Ils ont un point commun : ce sont les deux premières armes « composites » inventées par l'homme. En effet, l'épieu, utilisé d'estoc ou lancé à la main, peut être considéré comme une arme « simple » car sa propulsion est assurée directement par la main de l'utilisateur. Le propulseur et l'arc, quand à eux, associent au projectile un intermédiaire entre la main de l'utilisateur et le projectile lui-même, intermédiaire dont la fonction est d'améliorer l'efficacité du système par rapport à un système simple (comme l'épieu). Néanmoins, le mode de fonctionnement de ces deux systèmes est totalement différent.

Le propulseur joue un rôle de bras de levier ; il augmente la longueur du bras de l'utilisateur et permet un pivot plus important au niveau du poignet. Il permet donc d'augmenter la vitesse et donc la force de pénétration du projectile. Le fonctionnement de l'arc est différent. Il fonctionne comme un ressort emmagasinant l'énergie dépensée par le tireur lors de l'armement de l'arc. Cette énergie est restituée à la flèche lors de la décoche.

2.1. Pièces archéologiques

Les premiers propulseurs ont été découverts en fouille par Lartet et Christy, à Laugerie-Basse, en 1862, et publiés dès 1864. Toutefois, ces pièces n'ont pas été identifiées sur le moment comme étant des propulseurs. L'interprétation de ces pièces en tant que propulseurs ne sera faite qu'en 1891 par de Mortillet qui les rapproche des *womera* utilisés par les aborigènes australiens. Mais de Mortillet n'est pas le premier à avoir fait le rapprochement entre les pièces magdaléniennes et les armes utilisées par les Australiens. En effet, dès 1864, un correspondant fait part du rapprochement possible à E. Lartet (Cattelain, 1988).

La répartition chronologique des propulseurs trouvés en Europe de l'Ouest s'étend (dans la mesure de nos connaissances

actuelles) durant le Paléolithique supérieur du Solutréen final (± 17500 BP) au Magdalénien final (± 12500 BP). Les plus anciennes pièces seraient le crochet de propulseur de Combe Saunière (Dordogne) ainsi que les crochets de propulseur de la grotte du Placard en Charente. Le style de ces trois pièces paraît assez proche (Cattelain, 1989). L'apogée du propulseur semble avoir lieu durant le Magdalénien.

Le cas des projectiles est, quant à lui, plus problématique. En effet, il ne subsiste pas de projectile conservé dans son intégralité (hampe et armature de projectile). Les découvertes ne concernent que les armatures de projectile. Or, si le mode d'utilisation de certaines pointes en matière animale ou minérale semble assez bien établi, notamment pour le Solutréen final et le Magdalénien, il reste de nombreux cas où le mode de propulsion reste énigmatique.

Les premiers arcs ont été découverts à la fin du dix-neuvième siècle dans des sites palafittes de Suisse, mis au jour par de fortes sécheresses. Les découvertes se sont succédées à intervalles réguliers tout au long du vingtième siècle. Ces découvertes, une fois datées, ont permis de fournir un cadre chronologique qui débute au Mésolithique avec les pièces découvertes à Stellmoor, dans des tourbières allemandes, et datées à ± 11000 BP (Rust, 1943). Puis on trouve des pièces qui s'échelonnent à un intervalle chronologique régulier comme l'arc de Vis I ou celui d'Holmegaard dans un état de conservation remarquable. Néanmoins, il existe un point assez surprenant : si l'on effectue une étude technologique précise, on se rend compte assez rapidement que les hommes de l'époque ont su tirer le meilleur parti possible des matériaux mis à leur disposition et ce, dès les découvertes les plus anciennes, en utilisant des propriétés de certaines essences de bois ainsi que des principes mécaniques qui n'ont été mis en valeur que récemment (Baker, 1992).

À ces arcs ou fragments d'arcs, on peut ajouter des flèches ou fragments de flèches trouvés, eux aussi, à partir de la fin du dix-neuvième siècle. Les pièces les plus anciennes ont été trouvées sur le site de Stellmoor en Allemagne ; elles sont datées à ± 11000 BP (Cattelain, 1997) et sont légèrement antérieures aux flèches trouvées à Lila Loshult.

2.2. Interprétations morphologiques

Une fois les premières bases du cadre chronologique établies, il apparaît que certains éléments sont susceptibles de le modifier et de l'élargir. L'un de ces éléments, que l'on trouve couramment au cours des fouilles, est la pointe de projectile.

Dès le début, les archéologues ont tenté d'attribuer, à telle ou telle pièce, la fonction pointe de projectile ainsi qu'un mode de propulsion particulier en fonction de leur morphologie et de leur poids, les plus grosses armatures étant schématiquement utilisées avec un propulseur ou à la main et les armatures plus fines avec un arc. Pourtant, sauf dans des cas extrêmes, il apparaît que l'on peut tout à fait monter, sur une sagaie, un projectile de petite taille et, sur une flèche, un projectile de plus grosse taille, en compensant les différences de poids de l'armature par une variation du poids du projectile (Lansac, 2002). De ce fait, il existe toute une variété d'armatures qui peuvent être utilisées tant avec des arcs qu'avec des propulseurs. Seul un recours à l'expérimentation paraissait pouvoir apporter des réponses.

2.3. Les données de l'expérimentation

Les études sur les modes de fracturation, initiées par Fischer *et al.* (1984, 1985), ont montré qu'on pouvait reconnaître la fonction d'une pièce dont la morphologie la classait, *a priori*, dans la catégorie pointe. En effet, l'étude a pu démontrer par l'expérimentation et son application aux séries archéologiques qu'il existait un certain nombre de macro-traces (types de fractures distincts) et de micro-traces

(micro-polis d'usure particuliers) qui n'apparaissent qu'en cas d'impact de haute énergie donc en cas d'utilisation comme pointe de projectile. Cette étude portait sur deux types de d'armatures : les pointes brommiennes et les tranchants transversaux qui sont toutes les deux retrouvées en association archéologique avec l'arc et, de ce fait, testées au cours de l'expérimentation avec un arc. Plus tard, d'autres équipes ont mis en évidence que ces résultats étaient tout à fait applicables aux projectiles employés avec l'aide d'un propulseur (O'Farrell, 1996 ; Plisson & Geneste, 1989).

Toutefois, ces nombreuses applications ont toutes montré une chose : il ne semble pas possible, en appliquant cette méthode, de distinguer les différents modes de propulsion de l'armature. Certains éléments, telle l'amplitude des fractures (Lansac, 2002) ou encore certains types de fractures précises, semblent pouvoir être des indicateurs de tendance mais on ne peut pas baser une classification sur des tendances.

De plus, les conditions d'expérimentation peuvent varier énormément d'une expérimentation à l'autre, de même que les protocoles utilisés (*cf.* tableau 1). Ainsi, à titre d'exemple, les deux facteurs principaux utilisés pour calculer l'efficacité d'un projectile sont la vitesse de ce projectile et son poids qui permettent de calculer son énergie cinétique. Or, on se rend compte que les vitesses de projectiles, tirés avec un propulseur en conditions expérimentales, varient entre 23 et 43 m/s pour des poids variant entre 70 et 382 g. Les différences sont donc énormes. Cela reflète, d'une part, un entraînement qui n'est pas le même pour tous les expérimentateurs et, d'autre part, des systèmes de prise de mesure différents.

Tableau 1
Des expérimentations très différentes

	Vitesse (m/s)	Distance de la mesure	Nombre de tirs	Poids de la sagaie (g)
Tolley & Barnes, 1983	40	15 m	?	?
Raymond, 1986	25,3	?	?	70
Bergmann <i>et al.</i> , 1988	23	?	?	195
Carrere & Lepetz, 1988	25,4	2,5 m	?	150
	32,9			50
Hutchings & Brüchert, 1997	43,2	Au lancer	31	222
	42,5		28	273,4
	33,8		24	382

Les pointes de la Font-Robert fournissent une bonne illustration de ces divers éléments. J'ai eu l'occasion de travailler sur ces pointes des sites de la Font-Robert, de la grotte des Morts et du Pré-Aubert, à proximité de Brive-la-Gaillarde (Corrèze). Ces trois sites ont été découverts et fouillés au début du vingtième siècle par les abbés Bardon et Bouyssonnier. Les occupations sont essentiellement gravettiennes.

La pointe de la Font-Robert est «une pièce à soie de dimension variable, sur lame, présentant un limbe, façonné en pointe par une retouche ordinaire ou une retouche couvrante directe et/ou inverse, et un long pédoncule bien dégagé par une retouche profonde directe abrupte ou semi-abrupte» (Demars & Laurent, 1992) [fig. 1]. Cette pointe était l'un des fossiles directeurs du Périgordien Va de D. Peyrony. Elle a été décrite, dès le début, comme étant une pointe de projectile en se basant uniquement sur sa morphologie.

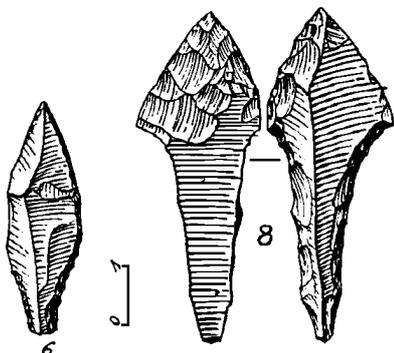


FIG. 1. – Pointes de la Font-Robert de la grotte des Morts (Bardon *et al.*, 1939).

À l'étude de ces pointes, on se rend compte d'une grande disparité au sein des pièces archéologiques, notamment en ce qui concerne leur dimensions. En effet, on observe un écart de 90 mm entre la pièce la plus courte et la pièce la plus longue. Toutefois, il ne s'agit là que des extrêmes. Le plus grand nombre se situe dans un écart compris entre 50 et 80 mm. Toutefois, l'impossibilité matérielle d'avoir accès à l'intégralité des 31 pointes intactes retrouvées en fouille, de même que le nombre peu élevé de l'échantillon, ne permettent pas de certitudes. On observe néanmoins que les rapports longueur/largeur et la répartition de la longueur des pointes paraissent indiquer

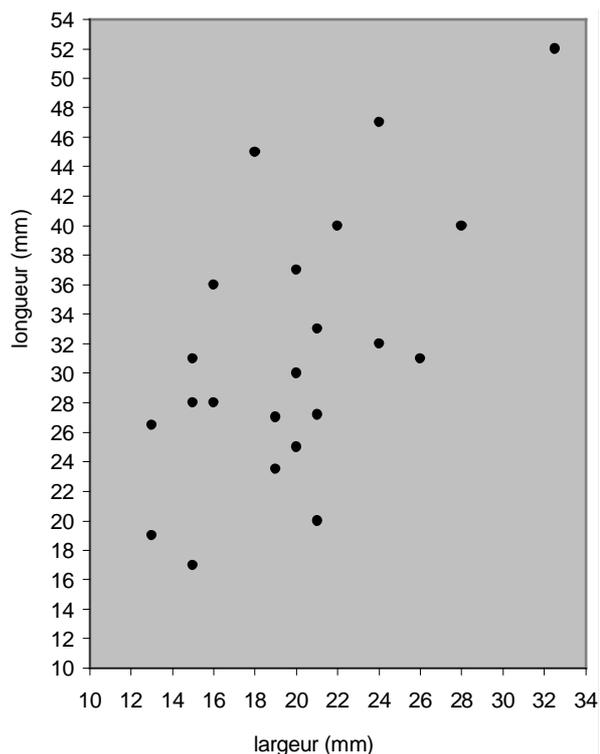


FIG. 2. – Rapport longueur/largeur des pointes de la Font-Robert étudiées.

un niveau de standardisation déjà assez élevé dans la production de ces pièces (fig. 2).

Les résultats de l'expérimentation et de l'étude du matériel archéologique nous indiquent que si l'aspect morphologique de ces pointes les place *a priori* parmi les pointes de projectiles, l'expérimentation permet d'établir *a posteriori* que les pointes de la Font-Robert des sites de la Font-Robert, du Pré-Aubert et de la grotte des Morts sont bien des pointes de projectiles (fig. 3). Quand à la question de l'utilisation du propulseur pour des périodes antérieures au Solutréen final, cette expérimentation, sans grande surprise, ne permet pas de la résoudre. Les tirs effectués au cours de l'expérimentation reproduisaient les conditions de l'usage du propulseur et les stigmates obtenus étaient comparables aux stigmates observés sur les pièces archéologiques. Il ne s'agit là que d'une preuve indirecte.

On arrive à dégager de cet ensemble certaines tendances générales. En effet, on a pu établir des corrélations assez nettes entre l'énergie cinétique du projectile, la dureté de la matière atteinte et son mode de fracturation (fig. 4). Plus l'énergie cinétique est importante et plus la surface touchée est dure, plus l'état de fragmentation de la pièce sera important.

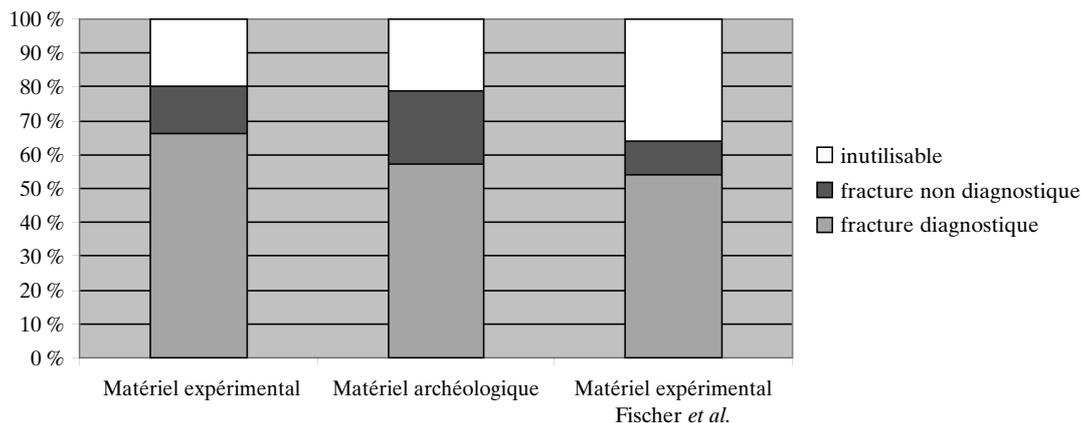


FIG. 3. – Comparaison des séries archéologiques et expérimentales

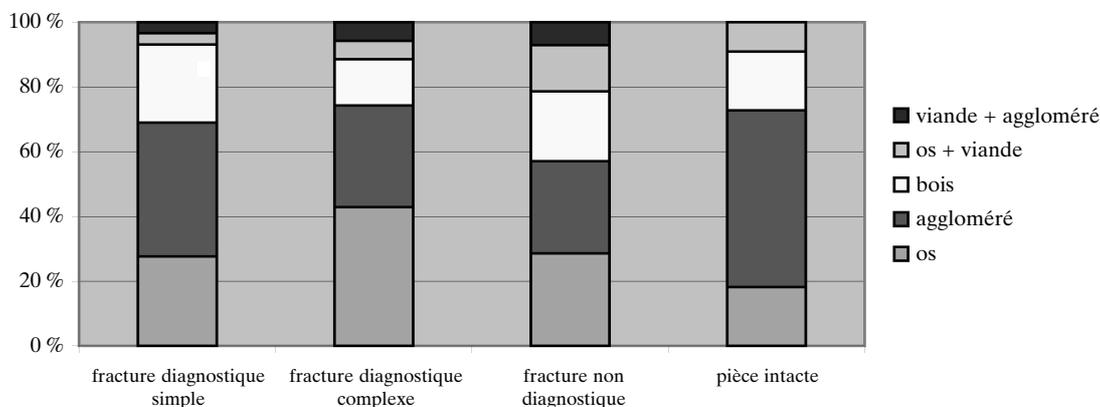


FIG. 4. – Les fractures expérimentales observées

Il est possible que l'on puisse, au moins dans une certaine mesure, quantifier ces effets. Cela permettrait de connaître dans quelle fourchette d'énergie cinétique se trouvait le projectile et quelle était la dureté de la surface atteinte. Il serait alors peut-être possible de fournir une différenciation au moins partielle entre pointes de projectile propulsées par un arc et pointes de projectile projetées par un propulseur d'un point de vue expérimental. Néanmoins, il paraît beaucoup plus hasardeux de vouloir appliquer cette « méthode » aux assemblages archéologiques car ceux-ci, par leur nature même, ne représentent pas la totalité de la production des armatures de projectiles.

3. ÉLÉMENTS COMPLÉMENTAIRES

À tous ces faits accumulés, on peut ajouter plusieurs données fournies par l'observation

ethnographique. La première donnée est évidente mais on l'oublie souvent. Les Inuits, jusque dans les périodes sub-actuelles, ont eu un usage combiné de l'arc et du propulseur pour des activités cynégétiques différentes : le propulseur était utilisé depuis un kayak pour la chasse aux mammifères marins quand l'arc était utilisé pour la chasse aux mammifères terrestres. De plus, ces deux armes sont arrivées chez eux à un niveau de complexité important dans la fabrication cela, entre autre, à cause des contraintes liées à leur environnement. Cela nous amène naturellement à faire cette première hypothèse : il a probablement existé une période de transition assez longue entre le propulseur et l'arc. Cette hypothèse se trouve renforcée par certaines données archéologiques :

– si l'on observe les arcs et les flèches les plus anciens retrouvés, tels que les exemplaires de Stellmoor et Holmegaard, on se rend rapidement compte du niveau de

complexité élevée de la chaîne opératoire qui a mené à la fabrication de ces arcs et flèches. Ainsi, l'arc retrouvé à Holmegaard fait montre d'une grande connaissance dans les principes de fonctionnement mécaniques de l'arc : affiner le dernier tiers de la branche, tel que cela a été fait, permet d'avoir moins de masse aux extrémités donc un meilleur retour des branches de l'arc à leur forme initiale et une meilleure transmission de l'énergie à la flèche qui aura donc une vitesse accrue et l'arc a, de ce fait, un meilleur rendement. Les flèches trouvées à Stellmoor et de Lila Loshult sont fabriquées en pin refendu ce qui entraîne une mise en œuvre assez lourde mais permet des flèches plus efficaces que si elles avaient été fabriquées dans un rejet de viorne ou de noisetier. De plus, les flèches de Stellmoor sont équipées d'un système d'avant-fût très perfectionné qui permet d'économiser les fûts en limitant la casse. Tous ces éléments — et d'autres encore présents sur les pièces les plus anciennes connues pour ce qui relève de l'arc — nous amènent donc à penser qu'il paraît probable que le principe de l'arc ait été connu bien avant les dates les plus anciennes attestées ;

- de plus, les propulseurs les plus récents retrouvés correspondent à la fin du Magdalénien ; or, on observe durant l'Azilien, qui lui succède, une diminution significative de l'industrie osseuse au sein des industries de cette période, ce qui laisse à penser que des propulseurs auraient pu être fabriqués en matériau végétal à l'Azilien après avoir été fabriqués en matière dure animale au Magdalénien et au Solutréen. Les données issues de l'ethnologie ne vont pas à l'encontre de cette hypothèse ; en effet, on peut observer en Papouasie Nouvelle-Guinée des propulseurs réalisés entièrement en matière végétale (Cattelain & Rieu, 1999).

De même, cette hypothèse d'un propulseur en matière végétale peut s'appliquer aux périodes les plus anciennes. Il apparaît comme très probable, à l'issue de l'expérimentation, que les pointes de la Font-Robert aient été utilisées à l'aide d'un propulseur. Ce ne sont, du reste, pas les seules armatures antérieures au Solutréen dont l'utilisation avec un propulseur paraît probable. Différentes expérimentations, menées sur les pointes de la Gravette, tendent à aller dans cette même direction. Mais on n'a

pas, pour l'instant, retrouvé de pièce archéologique pouvant faire penser à un propulseur pour les périodes antérieures au Solutréen. Il est donc techniquement possible que des pièces réalisées entièrement en matériau périssable n'aient pas été conservées, car les restes de végétaux conservés sont très exceptionnels pour le Paléolithique supérieur.

De même, puisque il est à l'heure actuelle impossible de distinguer des stigmates causés par des modes de propulsion différents, il est tout à fait envisageable que les armatures de projectiles du Mésolithique aient pu, au moins pour certaines, être utilisées avec un propulseur et non avec un arc. L'opinion communément admise est que le propulseur disparaît à la fin du Magdalénien, mais rien ne vient contredire cette hypothèse dans l'état actuel des connaissances.

Un dernier élément à prendre en compte est la possibilité que

- le projectile et sa pointe aient été réalisés entièrement en matériaux végétaux. Cet exemple existe, entre autres, chez les aborigènes australiens où la pointe de la sagaie est équipée d'une barbelure réalisée en bois dur (Bindon *et al.*, 1987). Ainsi, le projectile ne laisserait pas de trace visible pour l'archéologue ;
- du poison ait été utilisé. On trouve cette technique notamment chez les San du désert du Kalahari (Hitchcock & Bleed, 1997). Cette technique ne laisse pas de trace aisément identifiable sur le projectile et celui-ci ne nécessite pas d'être aussi vulnérant que lorsque le chasseur ne se base que sur le pouvoir hémorragique de sa pointe.

4. CONCLUSION

Ainsi, nous pouvons retirer plusieurs enseignements des données récoltées et commentées.

Tout d'abord, nous avons une première base chronologique pour l'élaboration d'un cadre d'utilisation du propulseur et de l'arc grâce aux pièces archéologiques retrouvées au cours de fouilles. Le propulseur est vieux d'au moins 17 500 ans et a disparu en Europe occidentale au plus tôt il y a 12 500 ans ; l'arc est vieux d'au moins 11 000 ans. Néanmoins,

Tableau 2
Dates d'utilisation possible de l'arc et du propulseur

Dates (BP)	Culture	Témoin	
27000	Gravettien ancien	Pointe de la Gravette	Utilisation probable du propulseur
20000	Gravettien récent	Pointe de la Gravette	Utilisation possible de l'arc
17500	Solutréen final	Crochet de propulseur de Combe Saunière	Utilisation sûre du propulseur
12500	Magdalénien final	Derniers propulseurs connus	Utilisation possible de l'arc
10800	Ahrensbourgien	Flèches et arcs de Stellmoor	Utilisation possible du propulseur Utilisation sûre de l'arc

les données indirectes (pointes de projectiles), combinées à certaines données de l'ethnologie, permettent de remettre ce cadre partiellement en question (tableau 2).

Selon les données de l'expérimentation (O'Farrell, 1996), le propulseur remonterait au moins au Gravettien et la date de 11 000 ans, attribuée à l'arc, pourrait être considérablement reculée. Toutefois, ce n'est pas parce qu'une pointe peut techniquement être utilisée avec un arc qu'elle l'a forcément été. De même, ce n'est pas parce qu'une pointe était utilisée avec le propulseur que l'arc n'était pas utilisé à la même période (et cela pas forcément avec le même type de pointe). Il convient donc de traiter avec prudence toute donnée abondant du côté de l'arc ou du propulseur sans pour autant la négliger.

À cela, on peut rajouter que si cette étude s'est volontairement limitée aux pointes de projectile lithique, il faut aussi prendre en considération les pointes de projectile en matériau osseux qui sont très probablement susceptibles de nous apporter des informations intéressantes concernant le cadre chronologique. Cette étude ne doit pas être considérée comme une fin en soi, mais comme une base de départ.

Bibliographie

- BAKER T., 1992. *Bow designs and performance*, in J. Hamm (ed.), *The Traditional Bowyer's Bible*, Azle, Bois d'Arc Press, 3 vol., p. 43–117.
- BARDON L., BOUYSSONNIE A. & BOUYSSONNIE J., 1939. « Stations préhistoriques de la Planche Torte IV : la grotte des morts », *Bull. Soc. scientifique, historique et archéologique de la Corrèze*, 61, 131–142.
- BINDON P., RAYNAL J.-P. & DE SONNEVILLE-BORDES D., 1987. *Sagaies en bois d'Australie occidentale : fabrication, fixation, fonction*, in D. Stordeur (dir.), *La main et l'outil, manches et emmanchements préhistoriques*, Table Ronde du CNRS tenue à Lyon du 26 au 29 novembre 1984, Lyon, Travaux de la Maison de l'Orient, n° 15, p. 103–117.
- CATTELAÏN P., 1988. *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique : les propulseurs*, Aix-en Provence, Publications de l'Université de Provence.
- CATTELAÏN P., 1989. « Un crochet de propulseur solutréen de la grotte de Combe Saunière I », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 86 (7) : 213–216.
- CATTELAÏN P., 1997. *Hunting during the upper Palaeolithic: bow, spearthrower or both?*, in H. Knecht (ed.), *Projectile Technology*, New York, Plenum Press Corporation, p. 213–241.
- CATTELAÏN P. (avec la coll. de J.-L. RIEU), 1999. *Le propulseur, des chasseurs de rennes aux chasseurs de phoques... et de kangourous*, Treignes, co-production CEDARC et APRAIF, 10 p.
- DEMARS P.-Y. & LAURENT P., 1992. *Types d'outils lithiques du Paléolithique supérieur en Europe*, Paris, CNRS Éditions, 178 p.

- DE MORTILLET A., 1891. «Les propulseurs à crochet modernes et préhistoriques», *Revue de l'École d'Anthropologie*, I, 241–248.
- DE MORTILLET A., 1910. «Le propulseur à crochet chez les anciens Péruviens», *L'Homme préhistorique*, 235–243.
- DENNELL R., 1997. «The world's oldest spears», *Nature*, 385, 767–768.
- FISCHER A., 1985. *Hunting with flint tipped arrows: Results an experiences from practical experiment*, in C. Bonsall (ed.), *The Mesolithic in Europe*, Edinburgh, John Donald Publishers Ltd, p. 29-39.
- FISCHER A., VEMMING HANSEN P. & RASMUSSEN P., 1984. «Macro and micro wear traces on lithic projectile points: experimental results and archaeological examples», *Journal of Danish archaeology*, 3, 19–46.
- HITCHCOCK R. & BLEED P., 1997. *Each according to need and fashion, spear and arrow use among the San hunters of Kalahari*, in H. Knecht. (ed.), *Projectile Technology*, New York, Plenum Press Corporation, p. 345–371.
- JUNKMANN J., 1996. «Der jungsteinzeitliche Pfeil vom Zugerberg», *TUGIUM*, 12.
- LANSAC P., 2002. *Fonction des pointes de la Font-Robert : étude archéologique et expérimentale appliquée aux collections de la Font-Robert, Pré-Aubert et la Grotte des Morts (Corrèze)*, Mémoire de DEA, Rennes 27 p.
- MICHEL M., 1897. *Note sur les propulseurs à crochet*, A.F.A.S., Compte rendu de la 26^e session, Seconde partie, Notes et Mémoires, Saint-Étienne.
- OACKLEY K. P., ANDREWS P., KEELEY L. H. & CLARK J. D., 1977. «A reapraisal of the Clacton spearpoint», *Proceedings of the Prehistoric Society*, 43, 195–212.
- O'FARRELL M., 1996. *Approche technologique et fonctionnelle des pointes de la Gravette : une analyse archéologique et expérimentale appliquée à la collection de Corbiac*, Mémoire de DEA, Université de Bordeaux I.
- PLISSON H. & GENESTE J.-M., 1989. «Analyse technologique des pointes à cran solutréennes du Placard (Charente), du Fourneau du Diable, du Pech de la Boissière et de Combe Saunière (Dordogne)», *Paléo*, 1, 65–106.
- RAUSING G., 1967. *The bow, some notes on its origins and development*, Bonn (Allemagne) et Lund (Suède), Acta. arch. Lundensia.
- RUST A., 1943. *Die alt- und mittelsteinzeitlichen Funde von Stellmoor*, Neumünster.
- THIEME H., 1997. «Lower palaeolithic hunting spears from Germany», *Nature*, 385 (27), 807–810.

Adresse de l'auteur :

Pierre LANSAC
 PACEA/UMR 5199 du CNRS
 Institut de Préhistoire et de Géologie du Quaternaire
 Université Bordeaux 1
 Bâtiment de Géologie B 18
 Avenue des Facultés
 FR-33405 Talence cedex
 E-mail : p.lansac@wanadoo.fr