

Apport de l'archéologie expérimentale à la compréhension du creusement des tranchées d'implantation des allées couvertes de la fin du Néolithique.

En marge des fouilles au champ mégalithique de Wéris (Belgique)

Michel TOUSSAINT

Résumé

La réalisation des tranchées d'implantation des allées couvertes à demi enterrées du Néolithique récent/final suppose un volume de travail important dont l'investissement en temps et les conséquences techniques et sociales n'avaient pas encore fait l'objet d'expérimentations. Cet article relate les expériences conduites pour tenter de tester divers paramètres de ces travaux de « génie mégalithique ». Parmi les questions pratiques potentiellement révélatrices figurent ainsi l'efficacité des différentes catégories d'outils susceptibles d'intervenir dans le creusement, la stratégie d'évacuation des déblais, le degré d'implication des groupes humains, le nombre de personnes concernées ou encore le temps maximum nécessaire à une telle opération.

Abstract

The digging of the foundation pits of the semi-buried allées couvertes from the Late/Final Neolithic were remarkable achievements whose technical and social requirements had not previously been experimented. This paper describes experiments conducted to test several aspects of this 'megalithic engineering'. A number of practical and potentially significant questions were examined, among them the efficiency of the different sets of tools possibly used for the operation, how the material dug out was disposed of, how many people were involved and, finally, the maximum length of time needed for such endeavours.

INTRODUCTION

À de nombreuses reprises lors des campagnes de fouilles annuelles aux deux allées couvertes et aux divers menhirs de Wéris (Durbuy, province de Luxembourg,

Belgique), de 1995 à 2004 (Toussaint dir., 2003), ainsi que lors des recherches à l'allée couverte de Lamsoul (Rocheft, province de Namur), en 1995-1996 puis en 2005 (Toussaint *et al.*, 2005), des questions pratiques relatives à la construction des monuments mégalithiques ont été soulevées. Elles concernent par exemple le

transport des blocs de poudingue ou de calcaire utilisés, la mise en place des dalles de couverture ou encore le bouchardage des «trous d'homme» des dalles séparant les vestibules des chambres sépulcrales. Le creusement des tranchées d'implantation où ont été édifiées les allées couvertes de Wéris II et de Lamsoul a suscité des interrogations tout aussi cruciales.

À l'échelle du mégalithisme européen, certaines de ces opérations ont fait l'objet d'expérimentations très révélatrices. Parmi les plus médiatisées figurent celles qui ont été conduites dans le cadre des fouilles des tumulus de Bougon (Deux-Sèvres, France), avec notamment déplacement d'une réplique en béton d'une imposante dalle de couverture (Mohen, 1980). La pose des dalles de couverture a également été testée à diverses reprises, par exemple au Préhistosite de Ramioul (province de Liège, Belgique) (Poissonnier et Collin, 1994).

Le creusement des tranchées d'implantation des allées couvertes à demi enterrées de la fin du Néolithique, particulièrement abondantes dans le Bassin parisien et en Hesse-Westphalie, semble par contre ne jamais avoir été expérimenté. Il s'agit pourtant d'une opération dont une meilleure compréhension paraît susceptible d'apporter de nombreuses informations utiles au décodage des premières phases de la construction de tels monuments et des implications techniques et sociales concomitantes. Parmi les questions pratiques potentiellement significatives figurent ainsi l'efficacité des différentes catégories d'outils susceptibles d'intervenir dans le creusement, l'adéquation de ces instruments à la nature du sol, la stratégie d'évacuation des déblais, le degré d'investissement des groupes humains, le nombre de personnes impliquées ou encore le temps nécessaire à une telle opération.

C'est pour tenter d'apporter des éléments de réflexion à ce type de questionnement relatif à l'ingénierie mégalithique (Atkinson, 1961) qu'un programme expérimental de creusement à l'aide de répliques d'outils connus en contexte néolithique a été élaboré et mis en œuvre à Wéris au cours de l'automne 2006 et de l'hiver 2006-2007.

Les rares données de comparaison relatives à des creusements expérimentaux effectués selon les techniques généralement attribuées aux Néolithiques ont été obtenues soit dans des terrains ne présentant guère de rapport avec la région de Wéris, essentiellement dans la craie et le limon, soit dans le cadre du creusement expérimental de structures sans rapport avec les mégalithes, notamment des carrières, des fossés de type rubané et des puits de mines de silex.

PROBLÉMATIQUE DE L'ARCHÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE

La signification et les modes de confection des structures et des objets découverts lors des fouilles archéologiques ne sont pas toujours aussi simples à décrypter qu'il n'y paraît de prime abord. Certes, des silex qui associent un côté pointu à un pédoncule et à des ailerons sont inmanquablement interprétés comme

pointes de flèches, mais certains de ces documents, au moins parmi les pièces totalement intactes, ont pu n'avoir jamais servi de projectiles et correspondre à des objets de prestige ou de troc. Certes aussi, une hache polie peut être rapprochée de la lame en fer de nos haches modernes, mais la simple observation d'un tel objet ne donne guère d'indications sur l'intensité des coups que son tranchant est à même de supporter, sur sa résistance, ou encore sur sa vitesse d'usure. La signification des structures n'est pas davantage sans équivoque. Quatre trous de pieux composant un carré ou un rectangle matérialisent-ils une cabane, les fondations d'un grenier suspendu, les limites d'un petit enclos à bétail ou d'un poulailler? Une fosse découverte en milieu acide, où l'os ne se conserve quasiment pas, peut tout aussi bien correspondre à une tombe qu'à un dépotoir ou à des reliquats d'extraction de limon.

Il n'est guère surprenant que, dans de telles conditions, l'imagination ait souvent suppléé les limites interprétatives. La vision de la Préhistoire a ainsi changé à maintes reprises au fil d'un siècle et demi de recherches intensives, et ce même si les interprétations archéologiques sont censées reposer sur le bon sens et sur la multiplicité des découvertes, c'est-à-dire sur l'expérience collective de la communauté des archéologues. De tels concepts sont cependant teintés d'une certaine subjectivité, entre autres parce qu'observation et interprétation se mêlent inévitablement au bagage de notre vécu d'êtres humains de la charnière des XX^e et XXI^e siècles.

Parmi les approches susceptibles d'objectiver la perception des archéologues figure notamment l'expérimentation. Ses voies sont doubles selon qu'elle est provoquée ou simplement observée (Poplin et Mothen, 1980). Dans le premier cas, il s'agit d'archéologie expérimentale proprement dite (Coles, 1973) : l'expérimentateur intervient activement, prépare un protocole d'analyse, utilise les matériaux et les procédés qui étaient en usage à l'époque dont il étudie une production, modifie les paramètres. Ayant contrôlé autant que possible les données, il se fait une assez bonne idée de ce qui pouvait se réaliser jadis, mais sans jamais être sûr que cela se soit réellement passé comme il croit l'entrevoir. Dans l'expérience observée, l'expérimentateur est passif : il regarde, note et éventuellement pose des questions. C'est de l'ethno-archéologie, ou utilisation d'exemples actuels pour améliorer le raisonnement relatif à des observations archéologiques (Binford, 1978 ; Pétrequin, 1989 ; Testart, 2006).

La première de ces deux approches, l'archéologie expérimentale, a été pratiquée dès le XIX^e siècle mais s'est considérablement développée au cours des dernières décennies. Dans le domaine plus spécifique du mégalithisme, les expérimentations se sont multipliées, surtout depuis l'opération de grande envergure réalisée en juillet 1979 à l'initiative des fouilleurs de la nécropole de Bougon, dans le but de tester le déplacement d'une grande dalle de couverture de 32 tonnes (Mohen, 1980 et 1998 ; Mothen et Scarre, 2002). Diverses expériences similaires ont depuis été conduites, entre autres au Préhistosite de Ramioul (Poissonnier et Collin, 1994) et à Stonehenge (Cunliffe et Renfrew, 1999). La

mise en place des dalles de couverture a également été expérimentée (Osenton, 2001), tout comme le dressage de menhirs (Lecerf, 1999 ; Marc, 1999, p. 13-14 ; Toussaint *et al.*, 1998) ou encore la réalisation des cordes utilisées dans le cadre de la construction des mégalithes (Lepers, 1996).

De nombreuses chausse-trapes guettent cependant les adeptes de l'archéologie expérimentale, qui ont à faire preuve d'un esprit critique exacerbé pour les déjouer ou s'en accommoder. La discipline ne démontre en effet que peu de choses de manière absolue ; elle propose des solutions plausibles, mais ne peut prouver que ces dernières ont été utilisées telles quelles. Elle est fondée sur des observations et données de fouilles lacunaires, en sorte que nombre de ses paramètres reposent sur des suppositions.

En dépit de ces limites, la démarche peut pourtant, au moins dans certains cas, apporter des indices susceptibles d'orienter la réflexion archéologique. Elle peut, par exemple, montrer qu'il est possible d'accumuler les terres nécessaires à l'édification d'un tumulus de T centaines de m^3 en U heures/homme, donc en V jours avec une équipe de W personnes, à condition de démontrer qu'avec des copies d'outils préhistoriques, chacun d'entre eux est capable de déplacer, en moyenne, X m^3 de sédiments par jour. L'archéologie expérimentale ne mettra cependant pas en évidence les possibilités alternatives. Il se pourrait tout aussi bien que tous les membres du groupe se soient rassemblés un ou plusieurs jours précis de l'année ou de chaque saison et aient déplacé chacun, en fonction de leur âge ou de leur statut, Y paniers de terre pour contribuer à l'édification qui pouvait très bien n'être réalisée qu'en Z mois. La notion même de temps dans l'expérimentation archéologique risque d'ailleurs de piéger ceux qui voudraient lui attribuer une importance trop exclusive, en raison de son objectivité très relative (Reynolds, 1988, p. 72). En effet, les capacités des expérimentateurs modernes sont différentes de celles des Préhistoriques, de toute évidence plus aguerris. Les motivations mêmes des gens de la Préhistoire, comme les implications sociales ou religieuses des démarches qu'ils accomplissaient en bâtissant tel ou tel monument, sont en outre suffisamment différentes de celles des expérimentateurs modernes pour que les conceptions du temps des deux parties ne puissent avoir été les mêmes.

LE CHAMP MÉGALITHIQUE DE WÉRIS ET LA TRANCÉE D'IMPLANTATION DE L'ALLÉE COUVERTE DE WÉRIS II

Les alignements mégalithiques

C'est au cours de la décennie 1880 que les premières fouilles archéologiques sont entreprises dans les mégalithes de la région de Wéris, village intégré au territoire de la ville de Durbuy, dans le nord de la province de Luxembourg, en Belgique. Dans l'état actuel des connaissances, les monuments, soit deux allées couvertes avec menhirs associés ainsi que six sites comprenant chacun de 1 à 5 menhirs, s'étirent sur 8 km de

long et 300 m de large, selon plusieurs alignements parallèles (fig. 1, n° 1). Ils sont tous en poudingue, roche qui affleure sur la crête dominant Wéris à l'est.

Les deux allées couvertes de Wéris I et de Wéris II (fig. 1, n°s 2 et 3) sont bâties sur un même plan rectangulaire. Longues d'un peu plus de 10 m sur environ 4,50 m de large, elles présentent un vestibule, une chambre sépulcrale allongée et une dalle couchée derrière le chevet. Une dalle d'entrée posée sur chant, avec ouverture aménagée par bouchardage, sépare le vestibule de la chambre. Deux dalles étaient couchées horizontalement dans le vestibule ; une fois redressées, elles servaient, suppose-t-on, à fermer l'accès à la chambre. La chambre est limitée sur chacun de ses côtés longitudinaux par deux piliers allongés qui supportent de lourdes dalles de couverture. L'arrière des chambres présente un chevet plat. Les deux monuments offrent cependant diverses particularités individuelles dont certaines sont essentielles dans le cadre des présentes expérimentations (Toussaint *dir.*, 2003). Ainsi, l'allée couverte de Wéris II a été construite dans une vaste tranchée d'implantation dont elle dépasse à peine, tandis que celle de Wéris I repose sur le sol actuel.

Des datations radiocarbone quasiment similaires obtenues en utilisant des osselets humains situent les deux monuments, ou au moins une des premières phases de leur utilisation, au cours du premier tiers du troisième millénaire, en dates calibrées. Le matériel trouvé dans les deux allées couvertes est pauvre : des pointes de flèches à pédoncule et ailerons naissants, des ossements humains ainsi que des tessons de poterie dont certains, qui proviennent de vases à profil en S du groupe des *all-over-ornamented Beakers*, typiques de la civilisation des Gobelets, pourraient évoquer une réoccupation des sites.

Dans le cadre de leurs fouilles au champ mégalithique de Wéris et à l'allée couverte de Lamsoul, les équipes de la direction de l'Archéologie du ministère de la région Wallonne et de l'Association wallonne d'études mégalithiques se sont également livrées à quelques expérimentations, d'ampleur limitée cependant. Le petit menhir de Morville a ainsi été redressé selon les techniques supposées utilisées au Néolithique, à l'issue de sa fouille en 1995. Il en va de même du menhir « à Djèyî », en 1998, avec cependant un complément de traction mécanique nécessité par le manque de personnel. Des essais de déplacement de blocs sur des chemins de rondins ont été pratiqués, notamment pour rapprocher les deux parties d'un grand menhir situé devant l'allée couverte de Wéris I. Enfin, la réalisation des hublots des dalles d'entrée des chambres funéraires des allées couvertes de Wéris I et II, aménagés par bouchardage par les bâtisseurs néolithiques, a été testée.

Importance des travaux de terrassements néolithiques à Wéris II

La longueur totale de la tranchée d'implantation de l'allée couverte de Wéris II n'a pu être mesurée avec précision en raison des perturbations qui affectent les

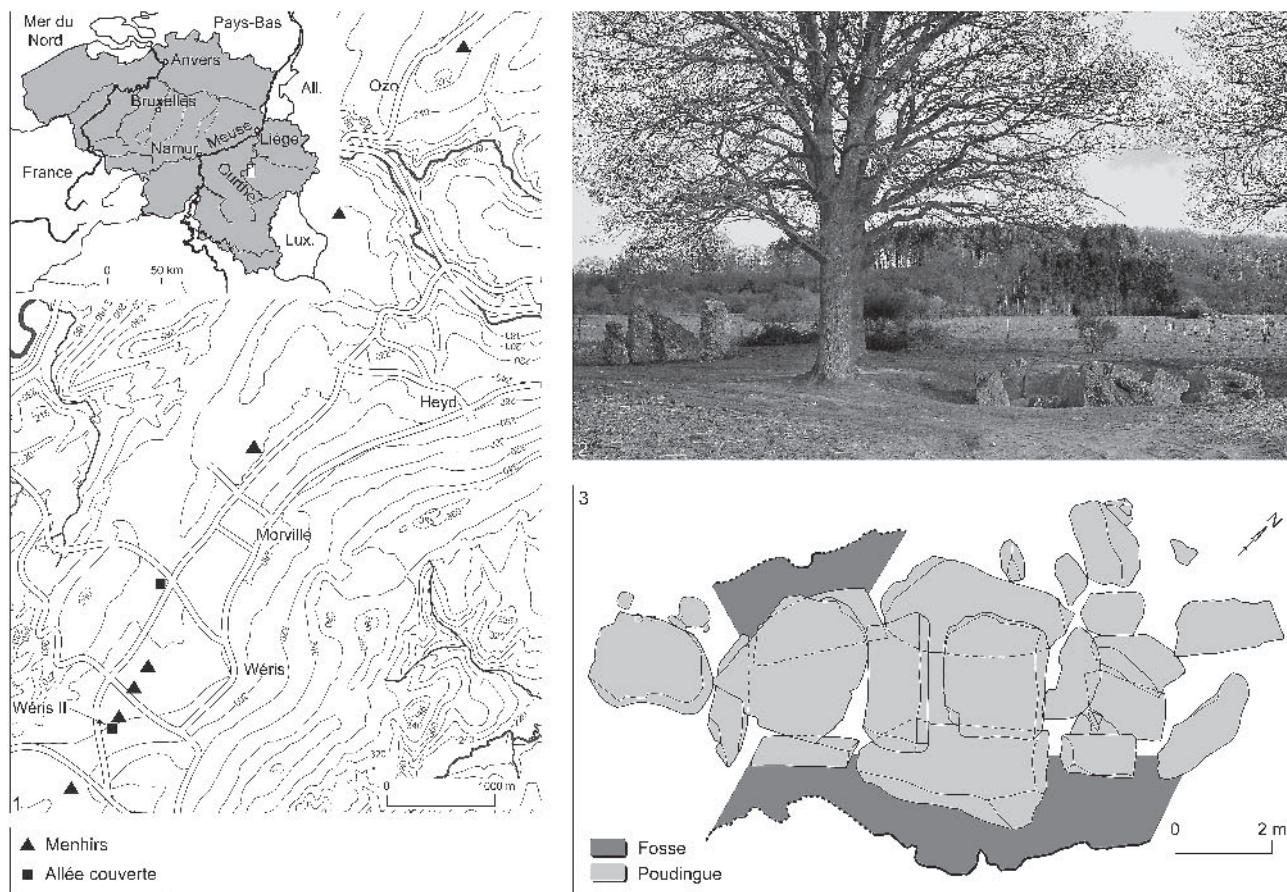


Fig. 1 – L'allée couverte de Wéris II. N° 1 : carte de situation au sein du champ mégalithique de Wéris, les triangles symbolisant les sites ayant livré de 1 à 5 menhirs et les carrés les allées couvertes; n° 2 : vue du monument dans sa tranchée d'implantation et des cinq menhirs voisins à l'issue des fouilles de 1996-1997; n° 3 : plan de l'allée couverte.

Fig. 1 – The Wéris II allée couverte. No. 1: location within the megalithic complex of Wéris. Triangles represent the sites which have yielded from 1 to 5 menhirs. Squares represent the two allées couvertes; no. 2: the monument lying in its construction pit and the 5 neighbouring standing stones after the 1996-1997 excavations; no. 3: plan view of the monument.

zones situées devant et derrière le monument. À sa base, elle correspond au minimum aux quelque 12 m de la longueur totale de l'allée, vraisemblablement prolongée d'au moins 1 m à chaque extrémité, soit environ 14 m. En admettant, pour des raisons de résistance à l'érosion, que les deux extrémités de la tranchée étaient obliques – pas à plus de 45° – et en tenant compte de la profondeur du creusement, soit en moyenne 1,5 m du sommet des dalles de couverture à la base des orthostates, la longueur sommitale minimale de la tranchée peut être estimée à 17 m, dans l'axe longitudinal de la chambre. À cette estimation minimale s'oppose une longueur sommitale maximale d'une vingtaine de mètres, soit la distance entre les coupes transversales réalisées à 5 m devant le vestibule et à 3 m derrière le chevet, dans lesquelles la tranchée d'implantation n'était plus présente; en fait, comme il y a peu de chance que la tranchée se soit arrêtée juste à quelques centimètres des coupes transversales où elle n'est pas présente, on peut estimer sa longueur sommitale maximale à 18, voire à 19 m.

La largeur de la tranchée de fondation de l'allée couverte est d'au maximum 6 m à la base des orthostates latéraux, en tenant compte du chemin dallé qui

longeait son côté oriental et en supposant, comme le laisse entrevoir la présence de l'une ou l'autre plaquette encore en place, qu'il y avait un pavement similaire le long du côté occidental. Le pendage de ses bords latéraux varie de 30° à 45°. Sa largeur sommitale est dès lors de 9 à 11 m.

En tenant compte de ces valeurs extrêmes et en les pondérant pour s'adapter au léger pendage général d'est en ouest du terrain (5,36 %) où se trouve l'allée couverte, le volume estimé de terre enlevée pour creuser la tranchée d'implantation de Wéris II varie de 170 à 190 m³, soit grossièrement 180 m³.

CONDITIONS EXPÉRIMENTALES

Outils

Une des difficultés majeures rencontrée lors d'une expérience de terrassement utilisant les techniques supposées préhistoriques consiste à sélectionner les outils adéquats du point de vue fonctionnel et compatibles avec la période correspondant à la reconstitution envisagée. La signification des outils n'est en effet pas

toujours claire. Ainsi les pics en bois de Cerf dont le merrain a servi de manche ont parfois été utilisés comme leviers ou comme coins (Boguszewski, 1995), tout en étant sans doute de vrais pics dans d'autres cas ; ils ont en tout cas été utilisés comme tels dans diverses expérimentations (Jeudy *et al.*, 1995 ; Bostyn *et al.*, 2007). Rien n'empêche d'ailleurs de supposer que certains de ces outils aient été polyvalents. Il n'est, autre exemple, pas possible de démontrer, ni à l'inverse d'infirmier, que des outils en bois, qui ne se conservent que dans certains milieux privilégiés, comme c'est le cas des pelles danubiennes du puits d'Erkelenz-Kückhoven, sur le plateau d'Aldenhoven (Rhénanie-Westphalie, Allemagne), aient aussi été utilisés dans le cadre de la construction des mégalithes de la fin du Néolithique.

Idéalement, il aurait fallu disposer d'études tracéologiques de tous les types d'outils dont l'usage était envisagé dans les présentes expériences, mais seuls quelques-uns en ont bénéficié (Beugnier, 2000). Le choix des instruments reconstitués a dès lors été principalement dicté par des observations de fouilles issues de la littérature archéologique relative au Néolithique *lato sensu* (fig. 2), sans qu'il soit cependant possible de prouver qu'ils ont tous été employés par les « mégalithes » – *sensu* Giot, 1995 – de Wéris.

Les outils suivants ont ainsi été répliqués :

- des pics en bois de Cerf dont le manche est pris dans le merrain, comme il en a par exemple été trouvé dans le remplissage des tumulus de Bougon (Mohen et Scarre, 2002) (fig. 2, n° 1) et dans les puits de mines néolithiques, entre autres à Jablines (Bostyn et Lanchon, 1992), à Spiennes (Hubert, 1997) ou à Jandrain-Jandrenouille (Hubert, 1974) ;
- des pics en bois de Cerf dotés d'un manche en bois ;
- des pics en bois dur (Charme et Chêne essentiellement), répliqué à partir des exemples trouvés dans le puits danubien d'Erkelenz-Kückhoven (fig. 2, n° 2) (Weiner, 1997 ; Winiger, 1999 ; Kaiser, 2002, p. 20) ;
- des pics, des tranchets et des herminettes en silex non polis, à manche en bois coudé, inspirés des nombreux exemplaires trouvés par exemple dans les sites miniers de moyenne Belgique, Spiennes et Orp-le-Grand, sans que le manche ait été conservé dans ces sites (fig. 2, n° 3) (Hubert, 1974) ;
- des bûches en bois d'Érable, modèle asymétrique d'Erkelenz-Kückhoven (fig. 2, n° 4 et 5) (Weiner, 1992) ;
- des barres à mine en bois dont les pointes ont été durcies au feu ; elles ont été enfoncées dans le sol à l'aide de maillets en bois et de percuteurs de pierre (Bostyn *et al.*, 2005) ;
- des houes en bois avec manche, modèle d'Erkelenz-Kückhoven (fig. 2, n° 6) ;
- des houes en omoplastes de bovins, avec manche en bois. Les omoplastes ont été récupérées sur des animaux de petite taille en provenance d'abattoirs. Elles ont été plongées dans l'eau bouillante pendant environ une heure puis raclées afin d'enlever les restants de chair ;

- des pelles en omoplastes de bovins avec manche (fig. 2, n° 7) (Curwen, 1926) ;
- de simples omoplastes de bovins sans manche qui ont été utilisées à la manière des petites pelles pliantes de tranchée (« pelles américaines »).

Le transport des sédiments a été assuré à l'aide de paniers modernes en vannerie d'un diamètre d'une quarantaine de centimètres pour une hauteur d'une trentaine de centimètres ainsi que, pour des raisons logistiques, de seaux actuels.

Nature du terrain

La prairie voisine de l'allée couverte de Wéris II où se sont déroulées presque toutes les expérimentations présente une stratigraphie relativement homogène. Sous un horizon superficiel humifère s'observe, sur un peu plus d'un mètre, une succession de dépôts limoneux hétérogènes de couleurs variables, à faible charge caillouteuse composée de fragments de grès et de siltite. À partir d'1,2 m, une fine strate d'argile rougeâtre surmonte de nouvelles couches de limon argileux souvent riches en éléments de grès pluricentimétriques, déposées sur le substrat calcaire.

Déroulement des expérimentations

Douze expérimentations ont été réalisées au cours de l'automne 2006 et de l'hiver 2006-2007 (tabl. 1 et fig. 3), toutes sauf une dans la prairie voisine de l'allée couverte de Wéris II, récemment acquise par le ministère de la région Wallonne pour étendre le périmètre de protection du monument. Les opérateurs impliqués étaient des hommes d'âge, de capacité physique et de pratique manuelle variables. Ils ont, à l'issue des expériences, été classés en quatre niveaux d'efficacité (tabl. 1).

Les diverses expérimentations ont été réalisées en faisant varier les paramètres, notamment les associations d'outils utilisés, la composition des équipes concernées et la durée, de 30 minutes à 4 heures 25 minutes. Le même groupe de trois personnes a utilisé des combinaisons d'outils différentes à l'occasion de trois expériences de durée quasiment similaire, de manière à limiter au maximum l'influence du facteur humain et à mieux déceler le rôle des outils. Inversement, des équipes différentes ont utilisé des associations d'outils presque identiques.

Les déblais ont été accumulés à une quinzaine de mètres des zones de creusement expérimentales, et ce dans la mesure où, lors de la réalisation de la tranchée de fondation néolithique, les sédiments ont forcément dû être déplacés à une certaine distance de la zone de travail.

Pour chacune des expériences, les variables suivantes ont été enregistrées :

- paramètres météorologiques (température, vent, ensoleillement, hygrométrie) ;

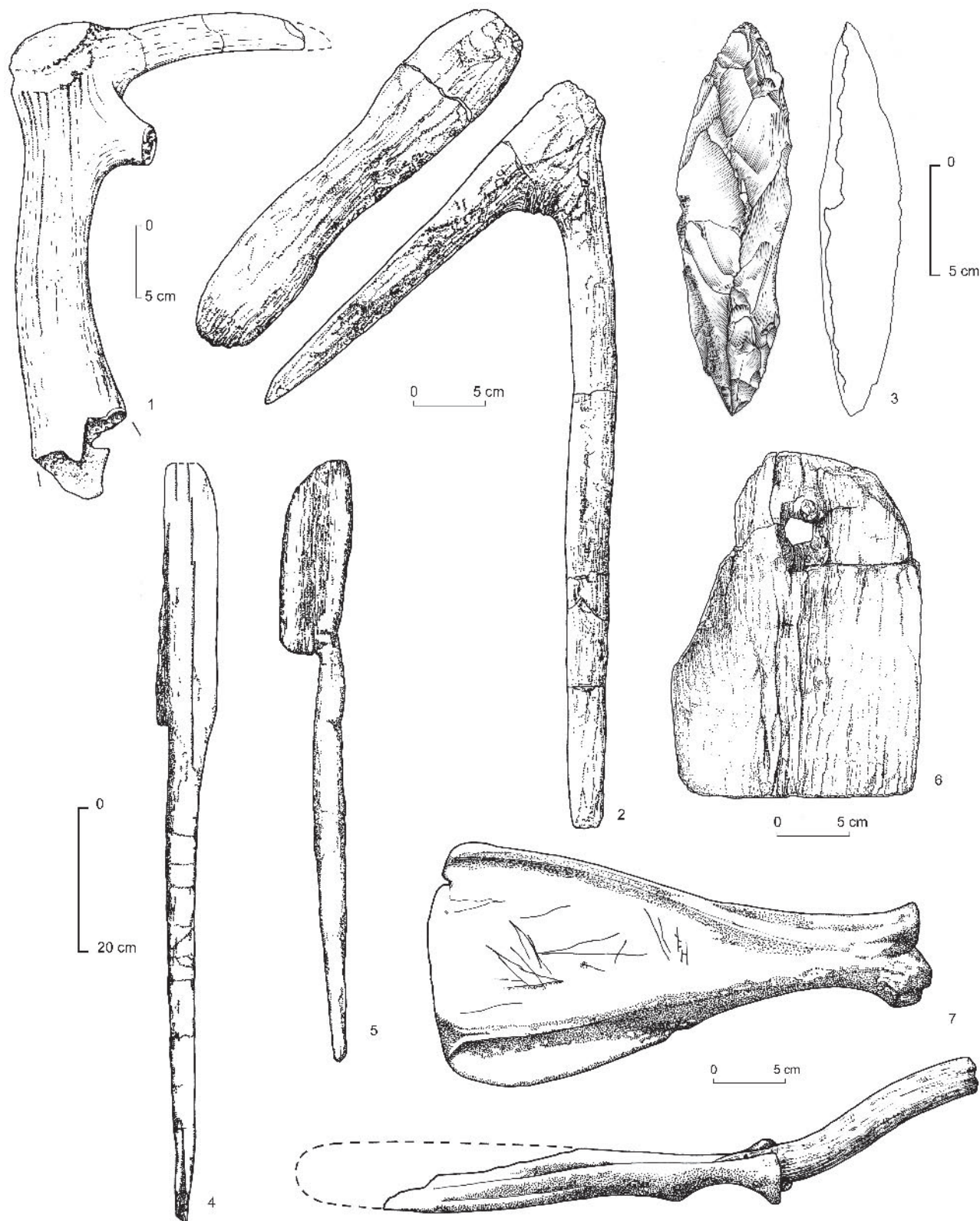


Fig. 2 – Outils néolithiques susceptibles d’avoir servi à des opérations de creusement. N° 1 : pic en bois de Cerf, tumulus de Bougon (d’après Mohen et Scarre, 2002) ; n° 2 : pic en bois du Rubané d’Erkelenz-Kückhoven (d’après Winiger, 1999) ; n° 3 : pic en silex, site minier de Jandrain-Jandrenouille, en Brabant (d’après Hubert, 1974) ; n° 4 et 5 : bèches en bois, modèle danubien asymétrique d’Erkelenz-Kückhoven (d’après Weiner, 1992) ; n° 6 : houe en bois avec manche, modèle d’Erkelenz-Kückhoven ; n° 7 : pelles en omoplates de bovins avec manche (d’après Curwen, 1926).

Fig. 2 – Neolithic tools possibly used for digging. No. 1: antler pick from the Bougon tumuli (after Mohen and Scarre, 2002) ; no. 2: Linearbandkeramic (LBK) wooden pick from Erkelenz-Kückhoven (after Winiger 1999) ; no. 3: flint pick from the Jandrain-Jandrenouille flint mine, in Brabant (after Hubert, 1974) ; nos. 4 and 5: LBK asymmetric wooden spades from Erkelenz-Kückhoven (after Weiner, 1992) ; no. 6: wood handled hoe from Erkelenz-Kückhoven ; no. 7: handled shovels fashioned from bovine shoulder blades (after Curwen, 1926).

Expér.	Expéri- mentateurs			Pics				Houes			Autres outils			Durée		Résultats				
	n°	nb	niveau	bois danub.	bois cerf manche	bois cerf merrain	silex manche	omopl. bovidé manche	omopl. bovidé sans manche	bois danub.	pelle bois danub.	pieu bois	outils modernes	totale	phases	vol. en m³ sur temps expérience	vol./heure en m³	vol. en 8 heures	m³ par homme en 8 h	temps/m³ par personne
1	1	2	bon bon	x	x		x	x						30'		0,1346	0,2692	2,1536	1,0768	7 h 25'
2	1	3	bon bon faible		x			x	x					60'		0,1681	0,1681	1,3448	0,4482	17 h 50'
3	1	2	bon faible	x					x	x	x			60'		0,2240	0,224	1,792	0,896	8 h 55'
4	4	3	très bon très bon très bon		x	x		x	x					240'	120' 120'	1 812 1,1130 0,699	0,453 0,5565 0,3495	3,624 4,452 2,796	1,208 1 484 0,932	6 h 37' 5 h 23' 8 h 35'
5	1	3	bon faible bon		x	x		x	x					240'	120' 120'	1 516 0,8655 0,6505	0,379 0,432 0,3025	3,032 3,456 2,42	1,0107 1 153 0,807	7 h 55' 6 h 55' 9 h 55'
6	1	3	bon moyen moyen	x				x	x		x			45'		0,5557	0,741	5,928	1,976	4 h 2'
7	1	3	bon moyen moyen		x	x		x	x					180'		0,9025	0,3008	2,407	0,802	10 h
8	4	3	très bon très bon très bon	x						x	x			265'	130' 135'	1,575 1,0125 0,5625	0,356 0,467 0,25	2,852 3,738 1,999	0,9507 1,246 0,666	8 h 25' 6 h 25' 12 h
9	7	3	faible bon faible				x	x	x					265'	135' 130'	0,900 0,6075 0,2925	0,203 0,200 0,135	1,63 2,24 1,08	0,543 0,745 0,36	17 h 43' 10 h 44' 22 h 14'
10	4	3	très bon très bon très bon				x	x	x					210'	120 90	1,0575 0,7875 0,2700	0,302 0,3937 0,18	2,417 3,15 1,44	0,805 1,05 0,48	9 h 56' 7 h 43' 16 h 39'
11	1	2	bon bon						x			x		120'		0,7875	0,3937	3,15	1,575	5 h 5'
12	1	2	bon bon										x	50'		1,125	1,35	10,8	5,4	1 h 29'

Tabl. 1 – Principaux paramètres des expérimentations de terrassement réalisées à Wéris au cours de l'hiver 2006-2007 en utilisant des techniques supposées proches de celles des Néolithiques.
Tabl. 1 – Main parameters of the experiments carried out at Wéris during the winter of 2006-2007, using techniques presumed to be similar to those used by the Neolithic population.



Fig. 3 – Terrassement à l'aide de répliques d'outils néolithiques pour les besoins des expérimentations de creusement réalisées à Wéris en 2006-2007. N° 1 : lot d'outils; n° 2 : redressement de coupe à l'aide de pelles danubiennes en bois; n° 3 : houe en omoplate de bovin, avec manche en bois; 4 : creusement à l'aide d'une réplique de pic en bois de Cerf, avec le merrain servant de manche; n° 5 : pic en silex; n° 6 : houe sans manche en omoplate de bovin pour ramasser les sédiments.

Fig. 3 – Experimental excavation work with replica Neolithic tools at Wéris in the winter of 2006-2007. No. 1: some of the tools; no. 2: straightening the section of a trench with LBK wooden shovels; no. 3: hoe made from a bovine shoulder blade with wooden handle; no. 4: digging with an antler pick, the beam forming the handle; no. 5: flint pick; no. 6: unhandled hoe from a bovine shoulder blade used to collect sediments.

- caractéristiques du sol en fonction de la profondeur atteinte (composition, teneur en cailloux, dureté);
- spécificité des expérimentateurs (nom, âge, profession, force physique, taille, poids);
- caractéristiques des outils utilisés, tant avant usage (nature, dimensions, poids) qu'à l'issue des expériences (état, cassures éventuelles, usure);
- paramètres du creusement (durée, surface, profondeur, volume).

Mesure de la dureté du sol

La dureté du sol, liée à des facteurs internes, comme sa composition granulométrique, et externes, entre autres la température et l'hygrométrie ambiante ainsi que le degré de sécheresse/pluviosité des semaines antérieures, influence de toute évidence le rendement du creusement des tranchées mégalithiques et des expériences de simulation modernes. Pour objectiver de manière simple ce paramètre, un appareillage élémentaire a été construit. Le principe consiste à laisser tomber un poids d'une hauteur constante sur un clou puis à mesurer le degré d'enfoncement de ce dernier, qui est inversement proportionnel à la dureté des sédiments. En pratique, un poids cylindrique en fer de 10 kg ($L = 25$ cm; diamètre = 8 cm) tombe sur un clou de fer de 30 cm de longueur et 2 cm de diamètre, en couissant dans un tuyau de plastique de diamètre légèrement supérieur et d'exactement 1,5 m de longueur. À chaque tranche de 10, 15 ou 20 cm de profondeur selon l'impression de dureté ressentie par les expérimentateurs, deux tests sont opérés; si les résultats ne sont pas suffisamment proches, des essais supplémentaires sont réalisés, de manière à réduire l'influence d'éléments susceptibles de fausser le calcul de la moyenne de dureté, entre autres des pierres ou des terriers. Des systèmes de mesure de la dureté du sol plus sophistiqués existent et sont applicables en matière d'archéologie (Lenoble et Martinaud, 2003), mais leur usage dépasse la simple nécessité de comparaison inhérente aux présentes expérimentations.

ANALYSE DES RÉSULTATS

Outils

Pics et herminettes

Les pics en bois de Cerf, que leur manche soit en bois (fig. 4, n° 1) ou pris dans le merrain (fig. 4, n° 2), ont été utilisés en percussion lancée. Ils résistent assez bien au travail dans les sédiments de Wéris. Après deux heures, seules de petites esquilles et des stigmates d'émoussement ont été observés sur leurs pointes actives. Un des pics à manche en bois s'est cependant cassé au niveau de l'emmanchement après 5 heures d'utilisation (fig. 4, n° 3).

Les tranchants des pics, les tranchets et les herminettes en silex ne s'esquillent que peu lors du travail dans le limon (fig. 4, n° 4). Lorsqu'ils touchent de petits cailloux, il arrive cependant que des éclats s'en détachent, souvent sur les deux faces. Après un peu plus de 4 heures d'utilisation, un des pics (fig. 4, n° 5) s'est brisé transversalement à 4 cm de sa pointe et à seulement 6 des ligatures qui solidarisaient la partie active au manche en bois.

Les pics en bois se sont avérés assez efficaces, s'émoussant progressivement mais relativement lentement (fig. 4, n° 6). Aucun d'entre eux ne s'est brisé, peut-être en raison d'une élasticité supérieure aux objets similaires en silex et en bois de Cerf.

L'efficacité de toutes ces sortes de pics semble due à une combinaison de facteurs liés à la matière, à la forme, au poids, au bon affûtage du tranchant ou de la pointe, à l'angulation entre la partie active et le manche ainsi qu'à une bonne prise en main de ce dernier.

Houes

Emmanchées, avec partie active en bois – type danubien – ou en omoplastes de bovins, les houes ont été utilisées de deux manières (Shaw, 1970) : soit pour rassembler, en les tirant vers soi, les sédiments accumulés au sol par l'action des pics, soit avec l'outil tenu bras tendus au-dessus de la tête avant de frapper le sol avec puissance. Dans la seconde action, les deux types de « lames » sont très efficaces; elles s'émoussent cependant au fil du temps, leur tranchant s'arrondissant et perdant de petites esquilles et même, dans le cas des lames en omoplastes, de grandes esquilles (fig. 4, n° 7). Après 4 heures au maximum, ces outils perdent de leur efficacité et doivent être aiguisés. Une des lames de houe en omoplate de Bovin s'est cassée en trois au niveau du trou d'emmanchement pratiqué près de la cavité glénoïdale (fig. 4, n° 8).

Des omoplastes de bovins non emmanchées, formant des sortes d'ancêtres des mini-pelles pliantes, ont en outre été utilisées pour tirer vers un récipient les sédiments déjà ameublés par un pic. Elles conviennent quasiment aussi bien que leurs homologues modernes mais s'usent et présentent des esquilles d'utilisation (fig. 4, n° 9).

Bêches en bois

Les bêches rubanées en chêne offrent une grande efficacité, particulièrement lorsqu'elles sont utilisées pour élargir un trou en abattant ses coupes. Au fil de l'utilisation, leur tranchant s'émousse cependant (fig. 4, n°s 10 et 11). Après quelques heures, il s'arrondit et, par endroits, perd de petites esquilles, surtout lorsqu'il entre en contact avec des cailloux. Aucune des deux pelles reconstituées ne s'est brisée. Après quatre à six heures d'utilisation dans les terrains de type limono-caillouteux de Wéris, de tels outils doivent être affûtés à l'aide de lames en silex.

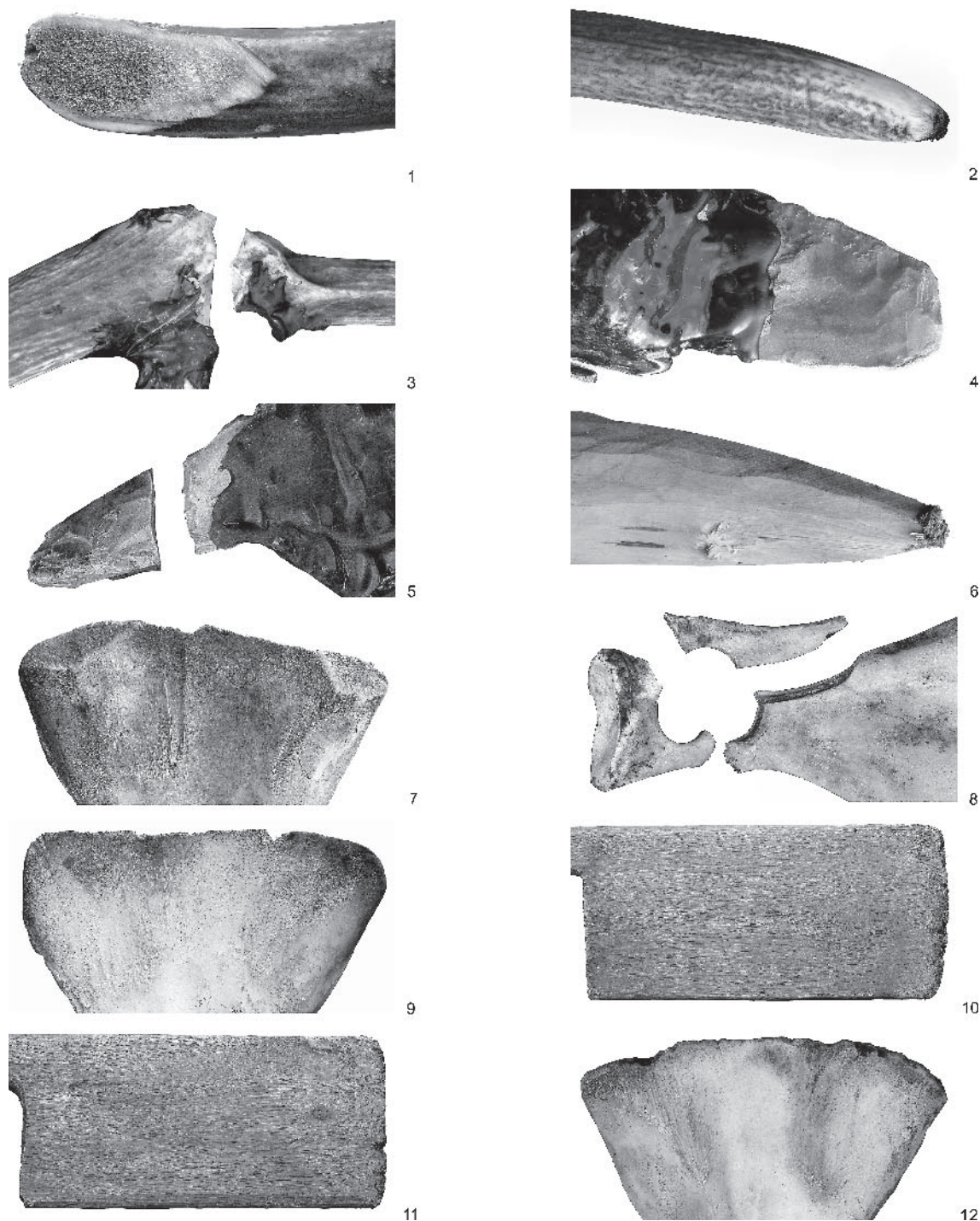


Fig. 4 – Traces d'usure sur les répliques d'outils préhistoriques. N° 1 : pic en bois de Cerf, à manche en bois; après deux heures d'utilisation, la partie active est ébréchée; n° 2 : pic en bois de Cerf, à manche pris dans le merrain, état de la pointe après deux heures d'utilisation; n° 3 : cassure au niveau de l'emmanchement d'un pic en bois de Cerf, à manche en bois, après 5 heures d'activité; n° 4 : pic-tranchet en silex, avec très peu d'ébréchures, en outre très petites, lors du travail dans le limon; n° 5 : brisure d'une herminette en silex après un peu plus de 4 heures d'utilisation; n° 6 : pic en bois s'émoussant progressivement; n° 7 : houe en omoplate de bovin, avec manche en bois; le tranchant s'émousse en perdant de petites esquilles; n° 8 : houe en omoplate de bovin, cassure en trois au niveau du trou d'emmanchement pratiqué près de la cavité glénoïdale; n° 9 : omoplate de bovin utilisée en mini-pelle pour tirer vers un récipient les sédiments déstructurés par un pic, avec traces d'utilisation; nos 10 et 11 : bèches rubanées en Chêne, avec tranchant émoussé au fil de l'utilisation; n° 12 : pelle composée d'une omoplate de bovin emmanchée dont le tranchant s'émousse et perd de petites esquilles au fil de l'utilisation.

Fig. 4 – Wear marks on the replicas of prehistoric tools. No. 1: wood-handled antler pick exhibiting cracks on the point after two hours of use; no. 2: antler pick, the beam used as a handle, cracks on the point after two hours of use; no. 3: breakage at the attachment between an antler pick and a wooden handle, after five hours of use; no. 4: flint pick exhibiting only a few very small cracks during use in silt; no. 5: breakage of a flint adze after four hours of use; no. 6: relatively slow but progressive blunting of a wooden pick; no. 7: hoe made from a bovine shoulder blade fitted to a wooden handle, the blade becomes blunt and loses small splinters; no. 8: bovine shoulder blade hoe, broken in three pieces at the hole receiving the handle near the glenoid fossa; no. 9: bovine shoulder blade used as a mini-shovel to collect into a basket silt collapsed by a pick; cracks from wear; nos. 10 and 11: oak wood LBK spades, with the cutting edge blunt from use; no. 12: shovel made from a bovine shoulder blade fitted with a handle, whose cutting edge is becoming blunt from use and losing small splinters.

Pelles

Les pelles utilisées sont composées d'une lame en omoplate de bovin emmanchée. Leur efficacité s'est avérée faible pour ramasser les sédiments, en tout cas par comparaison avec les larges pelles modernes en fer. Au fil de l'utilisation, elles s'émoussent en outre et présentent de petites esquilles (fig. 4, n° 12). Un tel manque d'efficacité de ces outils avait déjà été noté dans le cadre des programmes expérimentaux d'Overton Down, en Grande-Bretagne (Jewell, 1963, p. 52-53) au point que certains ont rappelé des exemples ethnographiques où les sédiments sont traînés entre les jambes des opérateurs à l'aide de houes, passant de l'un à l'autre, donc sans ramassage à la pelle ni usage de paniers (Shaw, 1970).

Pieux en bois

Les pieux de bois appointés et durcis au feu détruisent facilement les sédiments (expérience n° 11) et s'avèrent redoutablement efficaces lorsqu'ils sont enfoncés à une trentaine de centimètres d'un front de coupe.

Récipients

Les récipients modernes en vannerie avec anse sont pratiquement aussi efficaces que des seaux modernes, encore que leur déformation puisse s'avérer gênante. Sans anse, leur portage répété est en outre plus pénible.

Comparaison des résultats des douze expériences

Influence de la nature des outils

La même équipe de trois fouilleurs physiquement bien entraînés a réalisé trois expériences avec trois associations d'outils différents :

- pics en bois de cervidés et houes en omoplastes de bovins, avec et sans manche (expérience n° 4) ;
- pics, bèches et houes en bois, de types rubanés (expérience n° 8) ;
- pics et herminettes en silex ainsi que houes en omoplastes de bovins, avec et sans manche (expérience n° 10).

Les résultats de ces trois expériences montrent l'influence des outils utilisés, particulièrement des pics, dans le résultat obtenu. Il apparaît ainsi que les pics en bois de Cerf, certains avec le merrain servant de manche et d'autres avec des manches en bois, sont nettement plus productifs que les pics en bois de type rubané et que les pics/herminettes en silex emmanchés : 1,2 m³ par homme pendant une journée de 8 heures contre 0,9 m³ et 0,8 m³. Le poids des pics joue cependant un rôle non négligeable. Ces outils doivent être suffisamment lourds pour assurer l'efficacité de la percussion,

mais pas trop pour éviter de fatiguer rapidement les opérateurs. La comparaison des résultats des expériences n° 2, avec pics en bois de Cerf emmanchés légers, et 4, 5 ou 7, dans lesquels des bois de Cerf deux fois plus lourds ont été utilisés, en témoigne.

Le rôle des houes et « pelles américaines », ou pelles racloirs, utilisées pour le ramassage n'influence guère ces résultats ; d'ailleurs ces outils ont été utilisés en association avec les pics en bois de Cerf et en silex, soit les deux extrêmes de l'efficacité de cette gamme d'outils. Il a en outre semblé à tous les fouilleurs que les deux sortes de houes emmanchées utilisées, en bois et en omoplastes de bovins, produisaient des résultats assez similaires.

Les pelles en omoplastes emmanchées sont par contre peu efficaces pour le ramassage des sédiments. Les « pelles américaines » en omoplastes de bovins, non emmanchées, sont même plus efficaces. Quoi qu'il en soit, le point faible des expérimentations semble bien être la récolte des déblais, tout au moins par comparaison avec les pelles modernes.

Quelle que soit leur nature, les outils préhistoriques sont loin de permettre la productivité de leurs équivalents modernes en acier. À l'aide de pioches, de bèches et de pelles actuelles, deux expérimentateurs n'ont en effet eu besoin que de 50 minutes pour creuser un trou de 1 m³ (expérience n° 12), soit 5,4 m³ journalier par personne.

Rôle de l'homme

La bonne adaptation des expérimentateurs aux travaux de terrassement joue également un rôle de premier plan dans les résultats obtenus. Clairement, l'expérience du travail manuel, la forme physique et le poids conditionnent davantage l'efficacité que l'âge. En utilisant les mêmes outils, les équipes les plus performantes obtiennent logiquement de meilleurs rendements que les équipes les plus faibles. Ainsi par exemple, lors de leurs deux premières heures de travail, les expérimentateurs de l'expérience n° 8, avec outils en bois rubanés, ont une efficacité (calculée par journée) de 50 % supérieure à celle des techniciens moins aguerris de l'expérience n° 3. Même au bout de 4 heures, leur rendement est encore significativement supérieur. La comparaison des expériences n° 4, avec fouilleurs très bons, et n° 5, avec à la fois des personnes bonnes et faibles, traduit la même tendance, usage étant fait dans les deux cas de pics en bois de Cerf et de houes en omoplastes de bovins : 1,2 m³ contre 1 m³ par jour et par personne.

En outre, lorsque les résultats de la première moitié des expériences atteignant au moins 4 heures sont comparés à ceux de la seconde moitié, il y a systématiquement perte de productivité assez importante au fil du temps, tant dans le cas des expérimentateurs les plus aguerris que des plus faibles.

Temps d'exécution

En fonction des copies d'outils néolithiques utilisées et du degré de performance des équipes, le temps

nécessaire à l'enlèvement de 1 m³ par personne a varié considérablement, de 4 heures à presque 18 heures. L'expérience qui donne le résultat le plus rapide, à peine 4 heures, soit la n° 6, correspond cependant à un enlèvement de la berme qui séparait deux trous, ce qui fournit des conditions particulièrement favorables. L'expérience n° 11, qui ne prend guère plus de 5 heures par m³ par homme, concerne des sédiments enlevés à la barre à mine de bois le long d'une coupe. Les expériences n°s 2 et 9, dont les résultats sont les plus mauvais, ont été réalisées l'une au début du programme, alors que les expérimentateurs tâtonnaient encore, et l'autre par une équipe dont deux des membres étaient peu efficaces. Les sept autres expériences livrent des valeurs de 6 h 37 à 10 h par m³, avec une moyenne de 8 h 40', soit une grosse journée de travail selon les standards occidentaux modernes.

COMPARAISONS

Aucune expérience de creusement de tranchées d'implantation d'allée couverte à l'aide de répliques d'outils préhistoriques ne semble avoir été réalisée avant celles de Wéris en 2006-2007. Les rares autres terrassements expérimentaux effectués présentent avec les mégalithes des différences significatives dans les types de structures testées, dans la nature des terrains, ainsi que dans les protocoles mis en œuvre. Les comparaisons doivent donc être envisagées avec la plus grande circonspection.

Onze expériences de creusement avec des outils néolithiques ont été réalisées en 1960 par une équipe archéologique anglaise, dans les terrains crayeux d'Overton Down, Wiltshire (Ashbee et Cornwall, 1961). Elles ont duré, selon les cas, de 25 minutes à 3 heures 20 minutes. Les instruments utilisés étaient des pics en bois de cervidés et des pelles en omoplate; les sédiments ont été transportés dans des paniers. De 3 à 5 personnes étaient impliquées dans chaque expérience, dont chaque fois un porteur de paniers. Il en résulte que dans un terrain crayeux jugé pas trop difficile, un homme utilisant des répliques d'outils préhistoriques doit sans problème être capable de déplacer en moyenne quelque 250 kg de sédiments à l'heure, soit 1 m³ en une petite journée de 7 heures. Des expériences ultérieures dans le même type de terrain d'Overton Down n'ont par contre abouti qu'à 152 kg par homme et par heure (Jewell, 1963; Ralston, 1975-1976, p. 51).

Quelques expériences ont concerné le creusement de puits de mines. Les meilleurs rendements obtenus lors du creusement expérimental d'un puits de 1,8 m de diamètre sur la minière de Flins-sur-Seine, dans les Yvelines, correspondent à une profondeur moyenne de 30 à 40 cm de sédiments enlevés par jour, avec une équipe de deux creuseurs et un assistant évacuant les déblais à partir de la surface (Bostyn *et al.*, 2005 et 2007). En d'autres termes, 2,54 m³ ont été enlevés par jour, soit 0,85 m³ par personne. Ces valeurs correspondent à des creusements réalisés à une profondeur accessible, c'est-à-dire dans la partie supérieure du puits, la rentabilité diminuant plus bas, notamment en

raison de la présence d'un banc calcaire altéré. À Plancher-les-Mines, en Haute-Saône, un homme extrait 0,5 m³ de sédiments par jour en contexte de carrière (Jeudy *et al.*, 1995).

Les cubages extraits par jour dans les sites d'Overton Down et de Flins-sur-Seine s'intègrent dans la variabilité des valeurs obtenues à Wéris en 2006-2007 pour les sept expérimentations retenues pour calculer la moyenne de 8 h 40' par m³ et par personne. Le résultat de Plancher-les-Mines peut être mis en parallèle avec celui de la plus mauvaise expérience de Wéris.

Une expérience de creusement d'un tronçon de fossé comme ceux qui ceinturaient les hameaux du Néolithique ancien de Hesbaye (Belgique) a été entreprise en 2007, dans un sous-sol lœssique quasiment sans cailloux, en utilisant des répliques d'outils trouvés dans le puits d'Erkelenz-Kückhoven (Broes et Bosquet, 2007). Les volumes journaliers extraits sont quasiment le double de ceux des autres expériences.

Les différences de composition des terrains où ont été effectuées ces expérimentations, la durée des tests à partir de laquelle ont été calculés les temps d'extraction par m³, la surface et la profondeur des creusements et, dans certains cas, l'imprécision des protocoles rendent cependant illusoire toute tentative de comparaison précise. Le fort rendement obtenu lors du creusement de la réplique de fossé rubané s'explique cependant à l'évidence par la nature du terrain, pratiquement sans cailloux.

EXTRAPOLATION AU CREUSEMENT D'UNE TRANCHEE D'IMPLANTATION D'ALLÉE COUVERTE

Avec des outils modernes appropriés, un homme actuel moyennement entraîné est capable d'enlever plusieurs m³ de sédiment limoneux à faible contenu caillouteux par jour; l'expérience n° 12 le démontre. Les Néolithiques disposaient d'instruments moins performants, pics en silex, en bois et en bois de cervidés, bûches en bois ainsi que pelles en os animal, surtout des omoplastes. Même s'ils étaient plus expérimentés et que leurs outils étaient peut-être mieux équilibrés que leurs copies actuelles, il est quasiment certain que leur rendement était inférieur à celui qui peut être obtenu avec des outils modernes. D'ailleurs, les expérimentations conduites récemment à Wéris, comme également celles d'Overton Down (Ashbee et Cornwall, 1961), permettent d'évaluer à environ 1 m³ par jour et par homme, en moyenne, le volume que des expérimentateurs modernes travaillant avec des répliques d'outils néolithiques sont capables d'enlever dans des sédiments de dureté moyenne.

Dans le cas de Wéris II, en retenant même l'estimation maximale de 190 m³ à enlever et 1 m³ comme volume journalier déplacé par une personne, il aura fallu moins de 200 journées de travail à un homme pour creuser la tranchée d'implantation de l'allée sépulcrale. Cela ne représente même pas 10 personnes actives pendant 20 jours. Bien entendu, rien n'empêche de supposer que ce travail ait aussi pu être effectué, par exemple, par

25 personnes œuvrant pendant une grosse semaine (Patton, 1993, p. 9). La situation d'un creusement est ainsi nettement différente de celle de la traction de gros blocs, où un nombre minimum de personnes plus ou moins proportionnel au poids peut être déterminé.

Différents modèles de creusement possible de la tranchée d'implantation de l'allée couverte de Wéris II ont été développés sur la base des constatations expérimentales. Ainsi, le protocole proposé (fig. 5) envisage-t-il le creusement de la tranchée en trois tranches successives de 50 cm d'épaisseur chacune. Il cherche à rationaliser au mieux l'utilisation de l'espace de manière à permettre à un maximum de personnes de travailler simultanément, tout en prenant en compte l'indispensable gestion des déblais lors de travaux de terrassements d'une certaine ampleur. Un tel creusement implique en effet le déplacement des sédiments en dehors de l'emprise de la tranchée, soit un travail de portage important. Dans les expérimentations, ce travail a monopolisé une personne sur trois, donc, en corollaire, à peu près un tiers du temps. Il semble

évident que plus le nombre de personnes qui ont travaillé en parallèle au creusement de la tranchée de fondation de l'allée couverte de Wéris II était élevé, plus le problème du déplacement des terres était crucial, avec la nécessité d'une organisation minutieuse, notamment pour le déplacement des porteurs et le stockage des déblais. L'importance de la gestion de l'évacuation des déblais avait déjà été soulignée à l'occasion de l'expérimentation du creusement d'une carrière à Plancher-les-Mines (Jeudy *et al.*, 1995).

Le modèle développé préconise l'enlèvement de la première tranche de sédiments par le creusement de trois bandes longitudinales séparées par des bermes. Ces trois bandes sont enlevées à partir des deux longs côtés et des deux bermes centrales ; un tel mode opérationnel permet d'impliquer simultanément et sans encombrement excessif une trentaine d'équipes (jusqu'à 36) de deux creuseurs et d'un porteur chacune. La seconde phase d'enlèvement de la première tranche correspond à la suppression des deux bermes, qui peuvent être attaquées à partir des trois premières

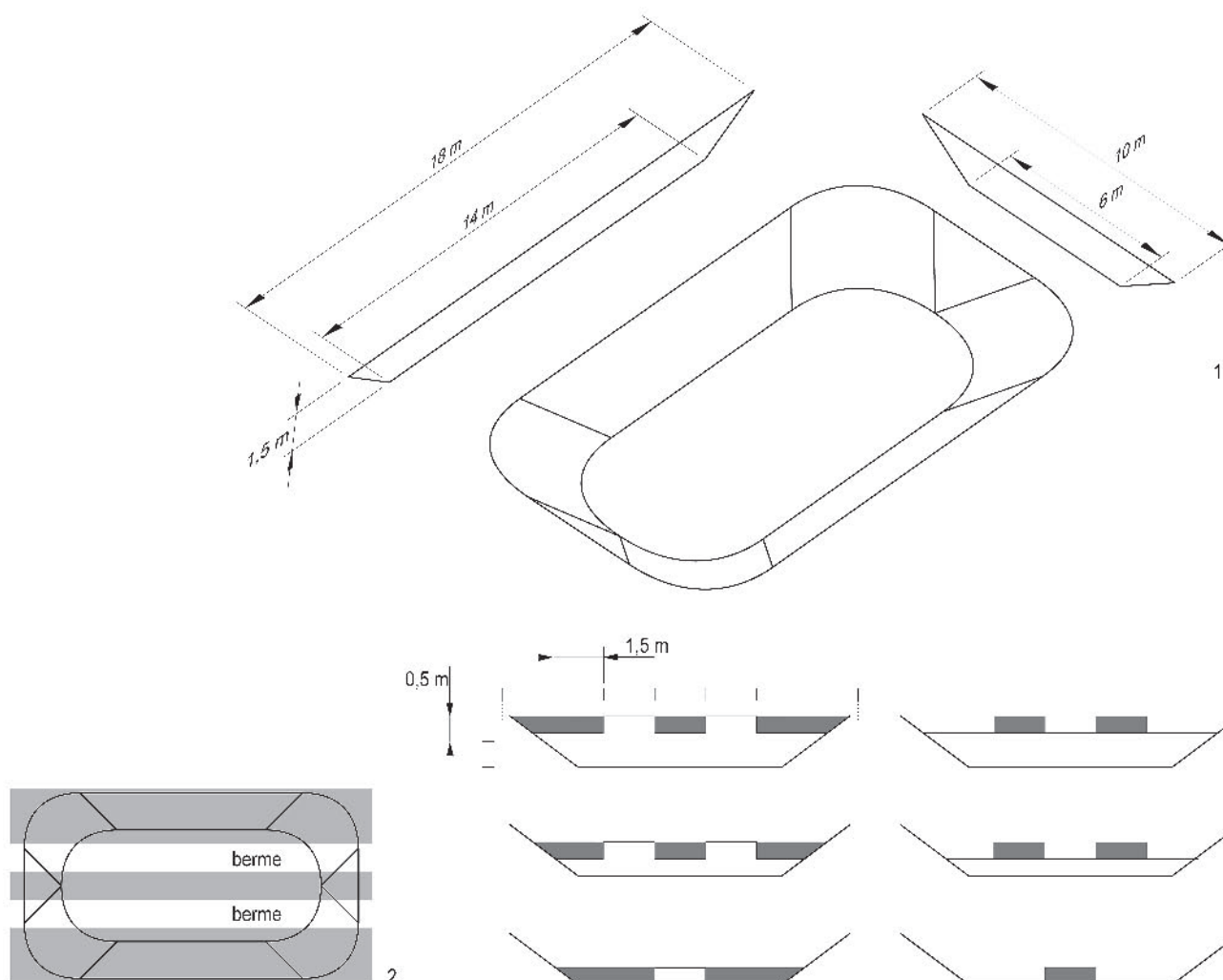


Fig. 5 – Modélisation de la tranchée d'implantation de l'allée couverte de Wéris II. N° 1 : vue en 3D et dimensions ; n° 2 : plan montrant les trois tranchées longitudinales séparées par deux bermes ; n° 3 : schéma possible de gestion du travail de creusement, en coupes transversales, avec deux phases pour l'enlèvement (en gris) de chaque tranche de 50 cm de sédiments.

Fig. 5 – Schematic representation of the large construction pit of the Wéris II allée couverte. No. 1: 3D view and dimensions; no. 2: plan view showing the three trenches; no. 3: possible management plan of the digging work, in cross sections, with two phases for the removal of each 50 cm slice of sediments.

bandes déjà creusées, selon une technique apparentée à celle de l'expérience n° 6 ; travaillant à partir de deux fronts de taille, le travail est considérablement accéléré. En moins d'une journée, les équipes videront les trois bandes longitudinales, représentant au total environ 74 m³. L'enlèvement des deuxième et troisième tranches s'effectue de manière similaire, avec cependant une légère diminution des effectifs, résultant de la réduction de la surface à creuser. Les 61 m³ de la seconde tranche de 50 cm d'épaisseur et les 45 m³ de la troisième tranche nécessitent moins d'un jour et demi de travail.

Dans ce modèle, deux grosses journées à peine sont nécessaires à un groupe d'une trentaine d'équipes de trois personnes pour creuser, avec des copies d'outils néolithiques, une tranchée d'implantation du style de celle de l'allée couverte de Wéris II.

Ces estimations – volontairement approximatives – du temps minimum nécessaire se limitent évidemment strictement au creusement expérimental. La fabrication des outils utilisés représente aussi un investissement important. Lors des expériences faites à Wéris, la réalisation des répliques des diverses catégories d'instruments néolithiques a monopolisé un technicien pendant près d'une semaine. Dans le cas d'agriculteurs néolithiques, il est légitime de supposer que les outils nécessaires étaient, au moins pour la majorité d'entre eux, en permanence disponibles. Le temps nécessaire pour réparer et affûter les outils a paru négligeable.

Il a longtemps été considéré que la construction des mégalithes nécessitait la coopération de nombreuses personnes recourant à des moyens techniques relativement peu sophistiqués (Atkinson, 1956). Certains auteurs ont par la suite insisté sur le fait que les capacités techniques et l'intelligence pratique des mégalithes étaient plus élevées qu'on avait pu le supposer (Osenton, 2001) ; ils en ont conclu que le personnel nécessaire aux travaux d'ingénierie mégalithique n'impliquait pas nécessairement des mobilisations de masse et que le temps de réalisation était relativement court (Lecerf, 1999, p. 112 ; Müller, 1990). Les expériences de terrassement réalisées à Wéris tendent à confirmer cette manière de voir, tout au moins en montrant que le creusement de la tranchée d'implantation ne nécessitait même pas deux cents journées de travail pour une personne. Bien entendu, il est impensable qu'un seul individu ait réalisé seul tout le terrassement et il est tout aussi possible que les Néolithiques aient eu recours à une dizaine de creuseurs œuvrant pendant une vingtaine de jours qu'à quatre-vingt personnes pendant à peine deux jours et demi. À nouveau, l'archéologie expérimentale se limite à traiter des « possibles », sans apporter de preuves irréfutables en un sens ou l'autre. Il est également clair que l'organisation du travail des expérimentateurs modernes est élaborée en fonction de leurs aptitudes marquées par l'esprit cartésien.

CONCLUSION

Les expériences présentées dans cet article ont concerné le creusement de la tranchée d'implantation d'une allée couverte semi-enterrée de type Wéris II,

c'est-à-dire d'un monument proche de ceux du Bassin parisien. Les résultats obtenus concernent tant les outils que le temps de creusement et la gestion des différentes opérations réalisées.

Il est ainsi apparu que, dans les terrains limoneux à faible charge caillouteuse, les pics en bois de Cerf sont plus efficaces que ceux dont la partie active est en bois ou en silex. Les différentes sortes de houes produisent des résultats peu différents les uns des autres. Les pelles en omoplastes emmanchées constituent, d'après les expériences faites à Wéris, le maillon faible de la chaîne opératoire du creusement. Le ramassage pratiqué en tirant les sédiments vers un panier à l'aide d'omoplastes utilisées en pelles-pioches y pallie partiellement.

En moyenne, un expérimentateur utilisant des répliques d'outils néolithiques a pu enlever environ 1 m³ de sédiments par jour.

Sur cette base, les quelque 180 à 190 m³ impliqués dans le creusement de la tranchée d'implantation de l'allée couverte de Wéris II ont pu être extraits en moins de 200 journées de travail, soit 10 personnes actives pendant 20 jours, 25 personnes œuvrant pendant une grosse semaine, ou encore, comme dans un modèle plus élaboré développé à la figure 5, en à peine plus de deux jours en impliquant une trentaine d'équipes de trois personnes. Rien cependant ne garantit, et c'est le lot de toutes les démarches de l'archéologie expérimentale, que les Préhistoriques aient adopté les schémas proposés.

Les tests conduits à Wéris ne mettent pas, malgré leur intérêt, un terme aux indispensables approches expérimentales qu'il serait intéressant d'appliquer aux allées couvertes, tant régionales qu'européennes. Les perspectives en ce domaine restent nombreuses. L'affaïssement possible des bords des tranchées d'implantation mériterait ainsi d'être analysé. La compréhension de ce phénomène ne peut cependant se faire que dans la durée. Dans le cas de la restauration récente de Wéris II, il a cependant été constaté que le profil de la tranchée d'implantation s'était à peu près stabilisé en quelques années, au fil du développement d'une végétation herbacée. Des études précises, sur carte et sur terrain, des trajets possibles entre les différents lieux de récolte des blocs de poudingue et les sites de construction ou d'érection des monuments de Wéris, avec prise en compte de la microtopographie, restent à entreprendre et ce pour chacun des monuments. Il en va de même des modalités techniques du franchissement des dénivellations et des ruisseaux. Les quelques essais de bouchardage des trous d'homme séparant le vestibule de la chambre sépulcrale, entrepris lors des fouilles de 1996-1997 à l'allée couverte de Wéris II, gagneraient aussi à être développés. La compréhension de la mise en place des dalles de couverture sur les piliers pose encore des problèmes techniques que de nouvelles expérimentations aideraient sans doute à mieux appréhender.

Pour étendre les expérimentations entreprises à Wéris à d'autres types de sites néolithiques, il conviendrait de réaliser des tests de creusement dans des sédiments d'autres natures. À cet égard, les outils danubiens,

efficaces dans les terrains assez durs de Wéris, se sont logiquement montrés plus performants encore dans les dépôts limoneux de Hesbaye à l'occasion d'une expérience (Broes et Bosquet, 2007) ; à l'opposé, ces outils en bois devraient aussi être testés dans des sédiments plus caillouteux qu'à Wéris. De manière parallèle, le manque d'efficacité des pelles emmanchées en omoplates animales gagnerait à être confirmé ou infirmé dans d'autres sortes de terrain. Des études tracéologiques systématiques des différents types d'outils utilisés semblent également susceptibles d'apporter d'utiles informations complémentaires à l'étude de l'ingénierie mégalithique.

En conclusion, le développement de programmes d'archéologie expérimentale relatifs aux diverses facettes de l'architecture mégalithique est clairement à même de contribuer à alimenter la réflexion à propos des processus de construction des monuments funéraires du Néolithique, les expériences comme celles conduites à Bougon dès 1979 ou comme celles toutes récentes présentées ici le montrent clairement. ■

Remerciements : Les reconstitutions d'outils nécessaires aux diverses expérimentations présentées

dans cet article ont été réalisées par N. Toussaint, Association wallonne d'anthropologie préhistorique (AWAP), et par J. Eloy, Association wallonne d'études mégalithiques (AWEM). Les travaux de terrassement ont été essentiellement conduits par J. Eloy (AWEM), N. Toussaint (AWAP), M. Chardon, G. Bouchat, P. Frison et W. Dené (Archéologie andennaise, grotte Scladina). L'illustration de cet article est due à N. Toussaint (Association wallonne d'anthropologie préhistorique, AWAP), J. Eloy et S. Lambermont (AWEM).

Nos remerciements s'adressent également à F. Hubert, président de l'AWEM et à S. Pirson, géologue à l'AWEM, pour leurs remarques constructives ; à F. Collin, directeur du Préhistosite de Ramioul ; à C. Casseyas, archéologue-animateur au Préhistosite de Ramioul pour son inestimable apport documentaire ; à D. Bonjean et G. Abrams, archéologues à l'association Archéologie andennaise, qui ont bien voulu mettre leur équipe de fouilleurs à notre disposition ; à F. Bostyn et F. Giligny pour le CD du rapport de leur expérimentation de 2003 à Flins-sur-Seine ; à Matthieu Honegger, secrétaire en charge du Néolithique dans le cadre du comité de lecture du Bulletin de la SPF, pour ses précieuses remarques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASHBEE P., CORNWALL I.W. (1961) – An Experiment in Field Archaeology, *Antiquity*, vol. 35, p. 129-134.
- ATKINSON R.J.C. (1956) – *Stonehenge*, Hamish Hamilton, London, 210 p.
- ATKINSON R.J.C. (1961) – Neolithic Engineering, *Antiquity*, vol. 35, p. 292-299.
- BEUGNIER V. (2000) – *Étude tracéologique de 10 tranchets et lames de haches lustrés des Yvelines. Rapport d'étude*, assoc. L'Homme retrouvé et service archéologique départemental des Yvelines, Versailles.
- BINFORD L.R. (1978) – *Nunamiut Ethnoarchaeology*, Academic Press, New York.
- BOGUSZEWSKI A. (1995) – Les outils en bois de Cerf de la mine néolithique de silex à Sèves (Hauts-de-Seine), *Actes de la table ronde internationale de Vesoul, 18-19 octobre 1991*, Comité des travaux historiques et scientifiques, p. 107-113.
- BOSTYN F., CAYOL N., GILIGNY F., LO CARMINE A., MAIGROT Y. (2005) – *Creusement expérimental d'un puits d'extraction de silex sur la minière de Flins-sur-Seine (Yvelines)*, Association L'Homme retrouvé, Mémoires et travaux du Paléoscope, 1, 100 p.
- BOSTYN F., GILIGNY F., LO CARMINE A. (2007) – Creusement expérimental d'un puits d'extraction de silex sur la minière de Flins-sur-Seine (Yvelines), *Archaeologia Mosellana*, t. 7, sous presse.
- BOSTYN F., LANCHON Y. dir. (1992) – *Jablins, le Haut Château (Seine-et-Marne) : une minière de silex au Néolithique*, Documents d'Archéologie française, t. 35, Maison des sciences de l'Homme, Paris, 246 p.
- BROES F., BOSQUET D. (2007) – Fabrication d'outils de terrassier et creusement des fosses rubanées : de la théorie à la pratique, *Notae Praehistoricae*, t. 27, p. 131-149.
- COLES J. (1973) – *Archaeology by experiment*, New York.
- CUNLIFFE B., RENFREW C. dir. (1999) – *Science and Stonehenge*, Proceedings of the British Academy, vol. 92, Oxford university Press, Oxford.
- CURWEN E.C. (1926) – On the use of scapulae as shovels, *Sussex Archaeological Collections*, vol. 67, p. 146-148.
- GIOT P.-R. (1995) – Aperçu historique sur l'évolution des idées relatives aux monuments mégalithiques, *Bulletin de la Société d'Émulation des Côtes-d'Armor*, t. CXXIII, p. 7-74.
- HUBERT F. (1974) – Minières néolithiques à Jandrain-Jandrenouilles en Brabant, *Archaeologia Belgica*, t. 167, 45 p., 11 pl.
- HUBERT F. (1997) – *L'exploitation préhistorique du silex à Spiennes*, Carnet du patrimoine, n° 22, Namur, 31 p.
- JEUDY F., JEUNESSE C., MONNIER J.-L., PELEGRIN J., PÉTREQUIN A.-M., PÉTREQUIN P., PRAUD I. (1995) – Les carrières néolithiques de Plancher-les-Mines (Haute-Saône). Exemples d'une approche intégrée, *Actes de la table ronde internationale de Vesoul, 18-19 octobre 1991*, Comité des travaux historiques et scientifiques, p. 241-280.
- JEWELL P.A. (1963) – *The experimental earthwork on Overton down, Wiltshire, 1960. An account of the construction of an earthwork to investigate by experiment the way in which archaeological structures are denuded and buried*, British Association for the Advancement of Science, 108 p.
- KAISER M.J. (2002) – Die funktionale Deutung der spätneolithischen Sprossenhäuser Europas, *Experimentelle Archäologie in Europa*, Oldenburg, p. 7-33.
- LECERF Y. (1999) – *Monteneuf. Les pierres droites. Réflexions autour des menhirs*, Document archéologique de l'Ouest, 136 p.
- LENOBLE A., MARTINAUD M. (2003) – Apports du pénétromètre à la connaissance d'un site préhistorique. Le cas de l'abri de Diepkloof, province du Cap, Afrique du Sud, *Revue d'archéométrie*, t. 27, p. 27-36.

- LEPERS C. (1996) – Réalisation et expérimentation d'une corde en liber de tilleul pour la construction d'un mégalithe, *Bulletin de la Société royale belge d'études géologiques et archéologiques, Les Chercheurs de la Wallonie*, t. 36, p. 37-49.
- MARC B. (1999) – *Dolmens et menhirs en Languedoc et Roussillon. 27 circuits de découverte préhistorique*, Les presses du Languedoc, Montpellier, 125 p.
- MOHEN J.-P. (1980) – Aux prises avec des pierres de plusieurs dizaines de tonnes, *Les Dossiers de l'Archéologie*, n° 46, p. 58-67.
- MOHEN J.-P. (1998) – *Les mégalithes. Pierres de mémoire*, Découvertes Gallimard, n° 353, Gallimard, Paris, 176 p.
- MOHEN J.-P., SCARRE C. (2002) – *Les tumulus de Bougon. Complexe mégalithique du V^e au III^e millénaire*, éd. Errance, Paris, 256 p.
- MÜLLER J. (1990) – Arbeitsleistung und gesellschaftliche Leistung bei Megalithgräbern. Das Fallbeispiel Orkney, *Acta Praehistorica et Archaeologica*, t. 22, p. 9-35.
- OSENTON C.J. (2001) – Megalithic Engineering Techniques: Experiments using Axe-based Technology, *Antiquity*, vol. 75, 288, p. 293-298.
- PATTON M. (1993) – *Statements in Stone. Monuments and Society in Neolithic Britain*, Routledge, London and New York, 209 p.
- PÉTREQUIN P. (1989) – Ethno-archéologie, in J.-P. Mohen dir., *Le temps de la Préhistoire*, Société préhistorique française et éd. Archaeologia, p. 64-67.
- POISSONNIER B., COLLIN F. (1994) – Construction expérimentale d'une « allée couverte » mégalithique, *Bulletin de la Société royale belge d'études géologiques et archéologiques, Les Chercheurs de la Wallonie*, t. 34, p. 133-143.
- POPLIN F., MOHEN J.-P. (1980) – Quand les archéologues revivent la Préhistoire, *Les Dossiers de l'Archéologie*, n° 46, p. 6-11.
- RALSTON I.B.M. (1975-76) – Estimate of the Effort involved in the construction of the Stones of Stenness, Orkney, *Proc. Soc. Antiqu. Scotland*, vol. 107, p. 50-52 (= Appendix 10, in J.N.G. Ritchie, *The Stones of Stenness*, p. 1-60).
- REYNOLDS J.Y. (1988) – Une ferme protohistorique en Angleterre ?, *Dossiers Histoire et Archéologie*, n° 126, p. 70-75.
- SHAW T. (1970) – Methods of Earthwork Building, *Proceedings of the Prehistoric Society*, vol. 36, p. 380-383.
- TESTART A. (2006) – Comment concevoir une collaboration entre anthropologie sociale et archéologie ? À quel prix ? Et pourquoi ?, *Bulletin de la Société préhistorique française*, t. 103, n° 2, p. 385-395.
- TOUSSAINT M. dir. (2003) – *Le « champ mégalithique de Wéris ». Fouilles de 1979 à 2001. Volume 1. Contexte archéologique et géologique*, Archéologie, 9, Études et documents, Namur, 448 p.
- TOUSSAINT M., FRÉBUTTE C., HUBERT F., MASY P. (1998) – Fouilles 1998 au champ mégalithique de Wéris : le menhir du lieu-dit « a Djèyi » à Heyd (Durbuy, province de Luxembourg), *Notae Praehistoricae*, t. 18, p. 157-165.
- TOUSSAINT M., PIRSON S., JADIN I. (2005) – L'allée couverte de Lamsoul à Jemelle-Rochefort (prov. de Namur). Campagne de fouilles de 2005, *Notae Praehistoricae*, t. 25, p. 179-185.
- WEINER J. (1992) – Feuchtbodenfunde ohne Moor und Seeufer – Zwei Spaten aus dem bandkeramischen Brunnen von Erkelenz-Kückhoven, *Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland*, Bd. 15, p. 161-166.
- WEINER J. (1997) – A Bandkeramic Settlement with Wooden Well from Erkelenz-Kückhoven, Northrhine-Westphalia (FRG), in C. Jeunesse dir., *Le Néolithique danubien et ses marges entre Rhin et Seine, Actes du 22^e colloque interrégional sur le Néolithique, Strasbourg, 27-20 octobre 1995*, Cahiers de l'Association pour la Promotion et la Recherche archéologique en Alsace, suppl. n° 3, Strasbourg, p. 401-405.
- WINIGER J. (1999) – *Rohstoff, Form und Funktion. Fünf Studien zum Neolithikum Mitteleuropas*, BAR International Series, 771, Oxford.

Michel TOUSSAINT

Direction de l'Archéologie
Service public de Wallonie
1, rue des Brigades-d'Irlande
B-5100 Namur, Belgique
michel.toussaint@spw.wallonie.be
mtoussaint1866@hotmail.com
