

Les pointes organiques aurignaciennes et moustériennes de Divje babe I, Slovénie

Reconstruction des pointes par la théorie de flambages

François Zoltán HORUSITZKY

Izveček

Rekonstrukcija fragmentiranih koščenih in rogovinastih konic neke regije je pogoj za statistično analizo. Velika večina najdenih konic je namreč fragmentiranih (op. prevajalca).

Članek ima dva cilja: predstavitev metode za rekonstruiranje konic na podlagi posledic obremenitve in izračuna o trdnosti materiala in prikaz praktične uporabe na podlagi rekonstrukcije konic iz Divjih bab I. Tako bo pojasnjenih veliko vprašanj, povezanih predvsem z večkratnimi prelomi in ugotavljanjem precepljene baze. Orinjasjske konice iz Divjih bab I so podobne konicam iz jam Istállóskő in Dzeravá skala, musterjenske pa lahko primerjamo z nekaterimi najdbami zelo starih konic iz organskih materialov v jamah Vogelherd in Lieglloch. S primerjalno študijo bodo pridobila na vrednosti vsa štiri najdišča.

Teoretska podlaga je podana na avtorjevi spletni strani (Annexe Théorie: <http://site.voila.fr/horusitzkymusic1>), vendar teorija ne more obravnavati večine okoliščin, kot so različni preseki konic, ekscentričnost udarca oz. sunka in netoga nasaditev. V članku predlagamo praktične rešitve za določanje območja preloma in dolžine, manjkajočih odlomljenih delov. Metoda pa ni nezmotljiva: za opredelitev izhodiščnih pogojev bo potrebna presoja arheologa, prav tako za izbor določene rekonstrukcije med več možnimi.

Ključne besede: Slovenija, Divje babe I, orinjasjsen, organske (kost, rogovina) konice, precepljena baza, musterjenske organske konice, rekonstrukcija fragmentiranih konic, obremenitev in njene posledice, prelomi

Abstract

The reconstruction of bone and antler points is the first step towards statistical enquiry into the totality of points in a region.

There were two aims in this article. First, to note a method of reconstruction on the basis of buckling and calculation by strength of material. Secondly, with the reconstruction of the Divje babe points, a practical application is displayed. Many problems are explained, particularly those of multiple fractures and the base splitting diagnostics. The points of Divje babe have analogies among the Aurignacian points of Istállóskő and Dzeravá skala. The Mousterian points can be compared to some very old finds at Vogelherd and Lieglloch. These comparisons are of mutual use.

The theoretical basis is accessible on the web site (Annexe Théorie: <http://site.voila.fr/horusitzkymusic1>). But theory cannot deal with the majority of situations, such as the variable sections of the points or eccentric impact or lack of rigidity in the hafting. Practical solutions are proposed to determine the zones of rupture and the length of the missing fragments. Nonetheless the method is not infallible: a level of competence by the archaeologist is required to define the initial conditions and to choose between the possible reconstruction options.

Keywords: Slovenia, Divje babe I, Aurignacian, organic points (bone or antler), split-bases, Mousterian points, reconstruction, buckling, fractures

1. INTRODUCTION

Notre sujet est la reconstruction des fragments pointus organiques de Divje babe I.

Après la reconstruction des fragments aurignaciens (D. b. 407 et D. b. 427) de la couche 2 j' ai choisi parmi les artefacts osseux moustériens, parfois hypothétiques, quatre fragments qui résultent de fractures multiples.

Fragments aurignaciens

Datation indirecte 14C : ≈35.000 BP (Nelson 1997) et RPE ≈40.000 BP (Blackwell et al. 2007):

1. *La pointe n°407*

Pointe à base fendue, légèrement courbée, en bois de cerf.

Source : Dessin Turk et al. 1997, Brodar 1999. Photographie d'origine, cotation des épaisseurs envoyées par Ivan Turk.

2. *Fragment terminal n°427*

Source : Dessin Turk et al. 1997, Brodar 1999. Photographie d'origine, cotation des épaisseurs envoyées par Ivan Turk.

En plus on a trouvé à Divje babe I une petite pointe de flèche n°429 (Turk et al. 1997 ; Brodar 1999 : avec profil) et un fragment médian n°408 (Turk et al. 1997 ; Brodar 1999).

J'y ai ajouté trois pointes de comparaison d'Istállóskő. Les trouvailles semblables dans d'autres sites permettent de confirmer mutuellement les conclusions archéologiques.

Fragments moustériens

1. *D. b. 3/10*

(Turk et al. 2001 ; Brodar 1999 : dessin avec profil). Reconstruction statistique (Turk 2002). Datation indirecte par résonance paramagnétique électronique (RPE) : ≈ 70.000 BP (Blackwell et al. 2007).

2. *D. b. 406/20*

(Turk et al. 2001 ; Brodar 1999). Photographie, avec profil. Datation indirecte RPE : ≈ 110.000 BP (Blackwell et al. 2007).

3. *D. b. 7/?*

(Turk et al. 2001 : apex avec profil ; Brodar 1999 : base). Datation indirecte RPE : ≈ 80.000 BP (Blackwell et al. 2007).

4. *D. b. s.n. 6 ali 7*

(Turk et al. 2001 : avec profil). Douteux comme artefact. Datation indirecte ^{14}C : ≈ 43.000 BP (Nelson 1997) et RPE : ≈ 55.000 BP (Blackwell et al. 2007).

En plus il existe :

- deux fragments médians, s.n. /7 (Turk et al. 2001),
- sept fragments de bases (?) très courtes et pour la plupart très épaisses (Turk et al. 2001).

Les fragments de pointes moustériens sont très sporadiques et discutables. On doit se contenter d'analogies plus récentes.

Dans l'article Turk et al. (2001) figurent sept références qui citent quelques pointes¹.

Récemment Bolus et Conard (2006) ont classé une pointe de Vogelherd VI parmi les pointes moustériennes, datées seulement à 31.310 BP par datation ^{14}C directe, parce que leur provenance

est d'une couche sous l'Aurigancien et leur faible épaisseur et l'aspect sont différents des pointes aurignaciennes classiques.

Les autres fragments moustériens donnent des idées nouvelles sur la fonction de la pièces de Lieglloch (Mottl 1950) bien que beaucoup plus anciens.

Les trouvailles sporadiques nous incitent à poser la question :

Est-ce que Néandertal ou homme moustérien a utilisé un outillage en os? La réponse est non. Est-ce qu'il était capable d'en faire des outils? La réponse est oui.

Il faut noter que les réponses à ces deux questions dépendent des sympathies.

Les amis des Néandertaliens diront uniformément oui aux deux questions. Les adversaires diront globalement non sans nuances.

La réponse scientifique sera éclairée par l'exemple suivant :

Prenons un exemple actuel. Est-ce que la Femme Anatomiquement Moderne utilise un spectromètre ESR? Faites un sondage dans la rue : la réponse sera massivement non (de style : je fais le gâteau avec du beurre etc.). En revanche si par hasard Bonnie Blackwell est parmi les passants, sa réponse sera oui. Cela veut dire que l'emploi de ESR n'est pas incompatible avec les capacités féminines modernes mais il serait prématuré d'en conclure que toute l'humanité est capable de se servir d'un spectromètre ou serait capable d'en comprendre les rudiments.

On retourne à la préhistoire. Il existait toujours des esprits non conventionnels qui ont fait autrement que la majorité.

C'est là justement l'intérêt des outils moustériens en os. Pour quelle raison ont-ils pu avoir l'idée de fabriquer des outils en os ? Pour quelle raison cette tentative était peu concluante puisque la grande majorité n'a pas suivi cette idée bien que, de toute évidence, possédait la capacité de le faire?

Après l'examen et la reconstruction des pièces de Divje babe I nous essayerons d'avancer quelques réponses à cette question intrigante.

2. MÉTHODE PRATIQUE DES RECONSTRUCTIONS

La reconstruction des pointes cassées a un intérêt évident. Les études statistiques auront ainsi à leur disposition un échantillon plus vaste et la possibilité de comparer plusieurs sites riches en pointes qui sont souvent fracturées.

¹ Des artefacts osseux sont signalés dès le Paléolithique inférieur à Ambrona (Villa et al. 2005), Torralba (Aguirre 2005-2006) etc.

Il sera possible de comparer statistiquement les pointes de Potočka zijalka avec la seule collection de pointes aussi abondante, pour la plupart fracturées, celle d'Istállóskő.

La terminologie utilisée pour traiter les fragments et les fractures est la suivante :

- *fracture et fragment apical* en général au tiers de la longueur (sans l'emmanchement et sans l'endommagement du bout).

- *fracture et fragment terminal* à environ 50 % de la longueur (sans l'emmanchement et sans l'endommagement du bout).

- *fragment proximal* le complément des fragments apical ou terminal. Longueur variable, sans l'emmanchement.

- *fracture et fragment basal* - la partie qui reste dans l'emmanchement après les fractures.

Dans le cas de fractures triples il faut ajouter le *fragment median*. Les fragments sont alors :

- le fragment apical (comme avant à 1/3),
- le fragment médian,
- le fragment et fracture proximal court,
- le fragment et fracture basal.

Le fractionnement des pointes :

Nous allons dissocier les endommagements des bouts de l'apex et les fractures proprement dites.

Les endommagements du bout de l'apex ont une origine multiple - flambage local, écrasement, cisaillement, flexion - dont l'étude fera l'objet d'un exposé spécialement consacré aux bouts endommagés.

Les fractures proprement dites sont provoquées :

- par flambage - la pointe rencontre un obstacle dur, cas typique des sagaies ;
- par flexion - la pointe pénètre dans une substance molle (tissu, sable etc.) et se casse à la base, cas typique des lances où l'impact est moins violent, et, en général, celui des pointes à bouts intacts ;
- par flexion et flambage - cas des impacts excentriques sur un obstacle dur.

Les pointes hors usage peuvent être :

- entières, endommagées seulement au bout de l'apex ;
- à fractures simples, c'est-à-dire fractures apicales, fractures terminales ou fractures basales ;
- à fractures multiples doubles (fractures apicale et basale, production d'un fragment apical et proximal, fractures terminale et basale, production d'un fragment terminal et proximal, fractures apicale et médiane, production d'un fragment apical et médian) ;

- à fractures multiples triples, c'est-à-dire production de fragments apical, médian et proximal.

2.1 Fractures multiples

Exemples de fractures doubles par frappe au marteau

Les fractures multiples des pointes aurignaciennes peuvent intriguer à juste titre les paléolithiciens.

Comment pouvait une pointe fracturée servir une deuxième fois?

La seule réponse possible est que les fractures multiples se sont produites simultanément.

En étudiant les fractures multiples nous espérons pouvoir répondre, au moins partiellement, à des questions ouvertes au sujet des sagaies et lances de l'Homme préhistorique.

Quels sont les mécanismes des ruptures multiples permettant de créer des fragments divers?

Quelle est l'explication des pointes nombreuses fortement pliées dans le plan de l'épaisseur?

Quelle était la fonction des pointes courbées dans le plan de la largeur?

Comment reconstruire une pointe à partir d'un ou de deux fragments?

Les bases fendues étaient-elles véritablement des bases et étaient-elles vraiment fendues?

Les bases biseautés ou "à l'épaule" étaient-elles vraiment les bases et vraiment biseautés?²

L'étude des fragments et leur reconstruction est particulièrement intéressante.

L'exemple de Potočka zijalka montre que l'omission des fragments dans l'étude générale peut faire passer sous silence une catégorie de pointes. Les pointes plates se cassent facilement, donc elles peuvent ne pas figurer parmi les objets étudiés, or si on les complète, on découvre qu'elles forment un sous-ensemble important (Horusitzky, 2004).

Les *Figures 1 à 4* représentent les expériences de frappe au marteau d'une baguette de sapin de section 10 × 5 mm, longueur 130 mm.

On peut rencontrer deux scénarios typiques sur les *Figures 1a à 1c* :

- Scénario 1 (*Fig. 1a*). Le flambage encastré/pivotant s'installe et la baguette se casse à 35,5 % par rapport au bout supposé endommagé. La fraction proximale est poussée latéralement et la base est cassée par flexion et par flambage encastré/libre.

- Scénario 2 (*Fig. 1b*). La base est fragile et le flambage encastré/pivotant fait casser d'abord la base. La rupture à 35,5 % ne se produit pas et le flambage devient pivotant/pivotant cassant la baguette au milieu (50 %).

² Les éléments de réponse à ces deux dernières questions sont abordés dans l'article Horusitzky (2007) et seront développés dans l'étude en cours ayant comme sujet la comparaison Potočka-Istállóskő.

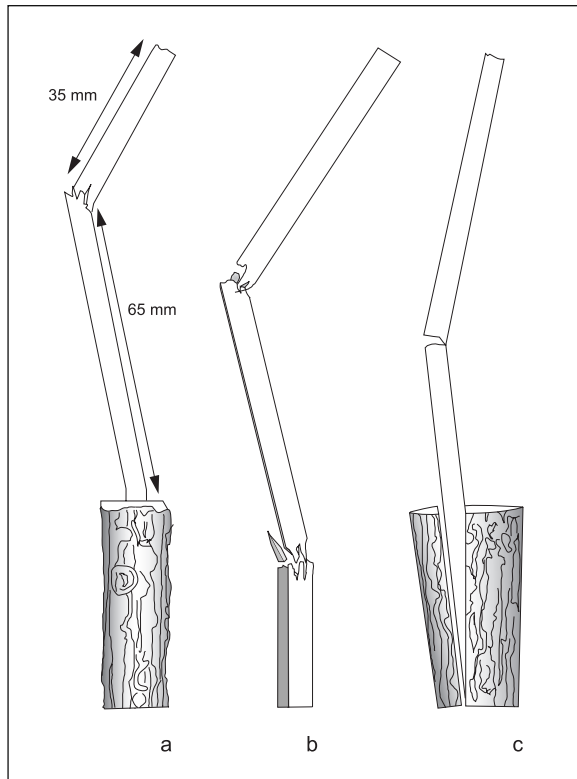


Fig. 1 a-c: Frappe au marteau. Baguette de sapin, section $10 \times 5 \text{ mm}^2$, longueur 130 mm.

(a) Scénario 1 :

- fracture à 35 % par flambage encastré/pivotant,
- fracture basale par flexion et compression après la première fracture.

(b) Scénario 2 : Le flambage encastré/pivotant fait casser d'abord la base. La suite est un flambage pivotant/pivotant avec fracture au milieu. Cas des bases fendues.

(c) Le flambage encastré/pivotant fait casser d'abord le manche. La suite est un flambage pivotant/pivotant avec fracture au milieu. Cas des bases solides dans un manche fragile.

Sl. 1 a-c: Udarec s kladivom. Jelova palčka, presek $10 \times 5 \text{ mm}^2$, dolžina 130 mm.

(a) Scenarij 1:

- prelom pri 35 % dolžine zaradi obremenitve (en konec pritrjen, drugi prost),
- prvemu prelomu sledi bazalni prelom zaradi upogiba in kompresije.

(b) Scenarij 2: Zaradi obremenitve (en konec pritrjen, drugi prost) se najprej odlomi baza. Ko sta oba konca sproščena, obremenitev pa še traja, sledi prelom na sredini. To se dogaja s konicami s precepljeno bazo.

(c) Zaradi obremenitve (en konec pritrjen, drugi prost) se najprej odlomi ležišče v toporišču. Ko sta oba konca sproščena, obremenitev pa še traja, sledi prelom na sredini. To se dogaja s konicami z masivno bazo in netrpežnim ležiščem v toporišču.

Si la base est plus solide que le manche on peut supposer que le manche se casse à sa place comme on le constate très souvent à Potočka zijalka (Fig. 1c).

La Figure 2 illustre une fracture double obtenue par une frappe au marteau.

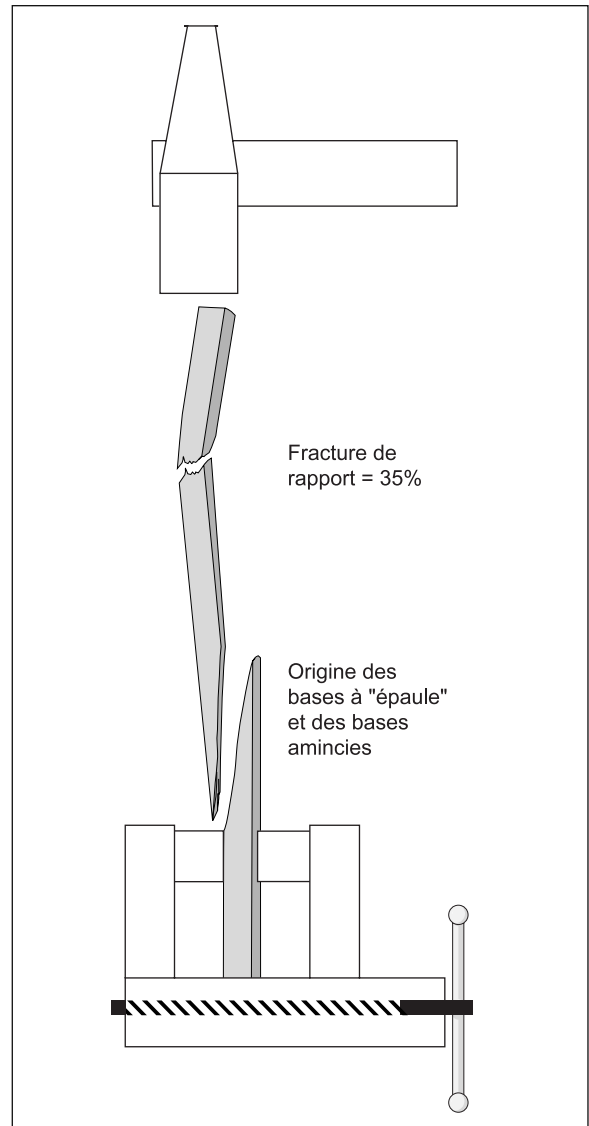


Fig. 2: Frappe au marteau. Baguette de sapin, section $10 \times 5 \text{ mm}^2$, longueur 130 mm. Double fracture expérimentale. Encastrement dans un étau. La baguette doit toucher le fond. Explication de l'origine des bases à "épaule" d'Istállóskő et des bases amincies de certaines pointes de Potočka zijalka.

Sl. 2: Udarec s kladivom. Jelova palčka, preseka $10 \times 5 \text{ mm}^2$, dolžina 130 mm. Dvojni prelom. Palčka je bila vstavljena v primež, in sicer tako, da je bila uprta v dno. Tako so nastala "ramena" na bazi konic iz jame Istállóskő in stanjšane baze na nekaterih konicah iz Potočke zijalke.

2.2 Les zones de la fracture par flambage

Nous nous intéressons surtout aux flambages encastrés/pivotants et pivotants/pivotants, principales causes du fractionnement des pointes. Les fractures par flexion concernent surtout la base et pour la reconstructions sont moins problématiques. Nous rappelons que "encastré" signifie emmanché dans une hampe en bois et "pivotant" veut dire

pivotement libre autour du point d'impact après l'endommagement du bout.

Pour procéder à des reconstructions nous devons connaître les zones des fractures.

Zone de fracture de baguettes à section constante

Cas exceptionnel et ne concerne que l'analyse de fragments proximaux où la section est approximativement constante :

- Cas de flambage pivotant/pivotant lorsque la base aussi a été fracturée (cas Euler n°1). La fracture est au milieu³.

- Cas de flambage encasté/pivotant lorsque la base, solide, a résisté à la suite de la fracture apicale (cas Euler n°3). La flèche, ou courbure, maximale est à 39,8 %.

Le rayon de courbure minimal, c'est-à-dire la zone de contrainte maximale, n'est pas à l'endroit de la flèche maximale mais à 35,5 %⁴.

Zone de fracture de baguettes à section variable

Cas normal dans l'analyse des fractures médianes et apicales.

Une solution mathématique existe pour les formes coniques ou assimilées dont le patron de simulation est un triangle. La solution permet de localiser le rayon de courbure minimal à 9 % environ par rapport à l'endroit de la courbure ou flèche maximale⁵.

Pour les formes très irrégulières la méthode praticable est la détermination expérimentale des courbures en appliquant le décalage de 9 %.

2.3 Détermination expérimentale des zones de contrainte maximale

On se propose d'étudier les courbures par simulation à l'aide de patrons - cartons découpés - à épaisseur mince mais constante.

La largeur du patron sera "A", variable en fonction de la forme du fragment conservé. La variation de l'épaisseur de la pièce réelle sera répercutée sur la largeur "A". La courbure d'une pointe par flambage dépend du moment d'inertie de la section "I" :

³ Le lecteur trouvera les bases théoriques et des développements en constante évolution sur les pages ANNEXE THEORIE du site : <http://site.voila.fr/horusitzkymusic1> et dans la référence Kerguignas, Caignaert 1991.

⁴ Voir note 3.

⁵ Voir note 3.

$$I = \frac{a \times b^3}{12} \quad \text{pour les sections carrées} \quad (1)$$

$$I = \frac{\pi \times a \times b^3}{64} \quad \text{pour les sections ellipsoïdes ou circulaires}$$

$$A = a \times \left(\frac{b}{B}\right)^3$$

Les notations suivantes : I = moment d'inertie d'une section elliptique ; A = largeur du patron ; a = largeur variable de la pointe ; b = épaisseur variable de la pointe ; B = épaisseur de référence constante (en général 5 ou 6 mm).

La largeur "A" sera calculée à l'aide d'un Tableur, les données seront dessinées sur un bout de carton et le carton découpé servira de patron pour les essais de simulation.

Le patron soumis au flambage permettra de déterminer la courbure maximale, qui permet de localiser la zone de rayon de courbure minimal, et ainsi la zone de fracture.

La fragilité de la base

Les contraintes à l'emmanchement sont à vérifier chaque fois que la question de base fendue se pose. La contrainte au maximum de courbure est en bonne approximation égale à la contrainte à l'emmanchement lors des flambages. La contrainte au maximum de courbure est à 77 % de la contrainte maximale dans la zone du rayon de courbure minimal :

Les contraintes σ : (2)

$$\sigma_{\text{flèche}} = 1,3 \times \frac{FLb_1}{2I} = 1,3 \times \frac{32FL}{\pi a_1 b_1^2}, \quad \sigma_{\text{base}} = \frac{32FL}{\pi a_2 b_2^2},$$

$$\sigma_{(\text{base fendue})} = \frac{32}{\pi} \frac{FL}{2a_2(0,5b_2)^2} = 2 \times \sigma_{(\text{base massive})} \quad \text{N/m}^2$$

Les notations suivantes : F = force ; L = demi-longueur entre la position de la courbure maximale et l'encastrement ; I = moment d'inertie d'une section elliptique ; a = largeur ; b = épaisseur ; a₁, b₁ = valeurs à la courbure maximale ; a₂, b₂ = valeurs à l'encastrement.

Le coefficient 1,3 est une valeur moyenne à partir de formes coniques calculées qui tient compte du décalage de la position du rayon de courbure minimal par rapport à la position de la courbure maximale.

Le coefficient 2 est la conséquence de la base fendue.

Règles à retenir en cas de base manquante :

1. La pointe est fracturée seulement à la base. Si la résistance $0,77 \times a_1 \times b_1^2$ aux deux tiers de la

longueur est supérieure à la résistance $0,5 \times a_2 \times b_2^2$ à l'emmanchement, mais inférieure à $a_2 \times b_2^2$; la base était fendue.

2. Une fracture basale et médiane est presque toujours le signe d'une base solide (sauf pour la pointe n°407 où I_1 est inférieur à la moitié de I_2).

Pour déterminer si le fragment est apical ou terminal on tient compte de la convergence des bords et de la longueur présumée de la pièce reconstruite dans le cas des deux hypothèses. On vérifie ultérieurement si le diagnostic base fendue ou non était correct.

3. EXEMPLES D'APPLICATION

3.1 Les fragments aurignaciens

3.1.1 *Reconstruction de la pointe D. b. n°407* ($128 \times 17,5 \times 6,15$ mm ; couche : au dessus de la couche 4 ; âge environ 40.000 ans)

La reconstruction n'est pas une opération qui donne la longueur initiale avec une certitude absolue.

Le premier pas est une estimation visuelle de la partie manquante. En complétant le fragment par le dessin, en tenant compte de la convergence de la pièce, le pas suivant est la vérification par le calcul des flambages qu'une telle approche est possible et cohérente avec un endommagement du bout par l'impact.

La zone endommagée du bout reste toujours à l'appréciation du chercheur. Il pourra s'appuyer sur les expériences et sur les bouts endommagés des pointes qui sont restées par ailleurs entières après l'impact. Par analogie on peut prévoir une fracture de 1 à 2 centimètres du bout d'origine et d'une section de 5 mm de diamètre.

Les forces provoquant le flambage exercent entre cette section et le niveau de l'emmanchement.

Premier pas

Vérification du rapport des résistances à l'endroit fracturé et à l'emmanchement. La résistance à l'emmanchement dans le cas d'une base fendue est divisée par deux par rapport à une base massive. Il faut comparer la contrainte à l'endroit de la fracture avec celle du double à l'emmanchement (*Équations 3*).

Les notations suivantes : F = force ; L = demi-longueur entre la position de la courbure maximale et l'encastrement ; I = moment d'inertie d'une section elliptique ; Cte = constante ; a = largeur ; b = épaisseur ; a_1, b_1 = valeurs à la courbure maximale ; a_2, b_2 = valeurs à l'encastrement.

La contrainte d'une barre soumise à une flexion : (3)

$$\sigma = \frac{FLb}{2I} = \frac{32FL}{\pi ab^2} \text{ MPa}$$

Contrainte à la rupture apicale :

$$\frac{32FL}{\pi a_1 b_1^2} = \frac{\text{Cte} \times 1,3}{7 \times 4,5^2} = \text{Cte} \times 9,17 \text{ MPa}$$

Contrainte à la base fendue :

$$\frac{32FL_2}{\pi a_2 b_2^2} = \frac{\text{Cte}}{0,5 \times 18 \times 5,5^2} = \text{Cte} \times 3,67 \text{ MPa}$$

La contrainte apicale est plus forte que la contrainte à la base fendue, donc la pointe se fracture à l'apex et la base sera fracturée par poussée latérale après la rupture de l'apex.

Il est donc normal dans le cas de la pointe D. b. 407 que la rupture apicale se soit produite malgré la base qui est fendue. Ce calcul pour la pièce 407 a évidemment peu d'intérêt puisque le résultat est connu. En revanche pour la pièce D. b. 427 il est très important et permet de déterminer si la base était fendue ou non.

Deuxième pas

Pour la fracture de la pointe on envisage donc la contrainte encastree/pivotante.

Mais quel est le point de l'encastrement?

Le niveau de la lèvre fracturée ou le niveau du début de la lèvre disparue? On constate souvent que lorsque la lèvre est fracturée on a la formation d'une "épaule". La même chose serait probable pour la pointe D. b. 407 aussi. Mais alors il se pose la question de la longueur de l'emmanchement. Pour avoir une idée sur ce rapport j'ai choisi 11 pointes ou fragments où la fracture de la base permet de présumer le rapport longueur/largeur de la partie emmanchée. La moyenne était de 3,05⁶.

En appliquant cette moyenne nous arrivons à 52 mm, ou à 43 mm avec un rapport de 2,5. Il est possible donc qu'il manque quelques millimètres de la lèvre conservée.

⁶ Pointes choisies pour évaluer le rapport longueur/largeur de l'emmanchement présumé : Pb 50/90, Pb 50/92 (Vértes 1955), Badlhöhle (Horusitzky 2006), D. b. 7 (Brodar 1999), P. z. 125, P. z. 94, P. z. 121, P. z. 112, P. z. 126, P. z. 118 (Brodar, Brodar 1983) et Dzeravá Pr. 10 (Prošek 1953). - (Pb = Istállóskő, D. b. = Divje babe I, P. z. = Potočka zijalka).

Auparavant j'ai utilisé un rapport de 2,5, donc suivant la forme de la base je préconise des valeurs entre 2,5 et 3.

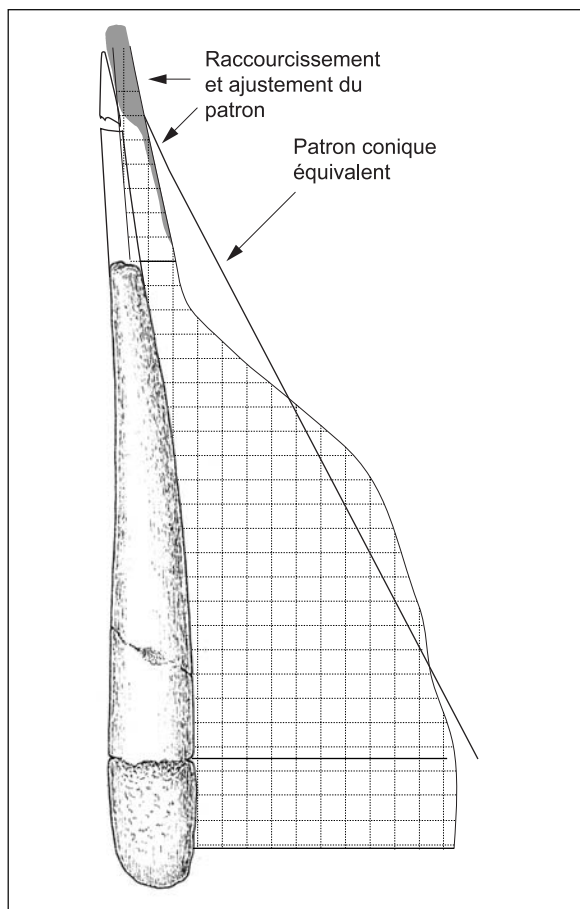


Fig. 3: Pointe D. b. 407. Face spongieuse. Dans le fond le patron égalisé. Échelle 2/3.

Sl. 3: Konica D. b. 407. Stran s spongiozo. V ozadju izravnana šablona. 2/3 naravne velikosti.

Modèle de reconstruction : détermination de la longueur de l'apex disparu

On dessine la forme hypothétique de l'apex disparu en continuant la convergence en largeur et en épaisseur. On aboutit à une longueur de 40 mm pour un endommagement du bout de section elliptique de $3,2 \times 4,7 \text{ mm}^2$.

Réalisation du patron égalisé avec ces valeurs :

Au cours de l'essai de flambage la zone de rayon de courbure minimal (- contrainte maximale) doit correspondre à 103 mm par rapport au niveau d'encastrement.

On réduit progressivement la longueur du patron en ajustant en même temps la forme de l'apex pour aboutir au résultat escompté.

Il est cependant possible de procéder sans manipulation de découpage. Il suffit de dessiner un triangle correspondant à une forme conique ou assimilable. On peut continuer par calcul avec

Tab. 1: Construction du patron égalisé pour la pointe D. b. 407. Le produit $2 \times L \times (E/5)^3 \text{ mm}$, avec une épaisseur de référence de 5 mm. Ligne de référence - la fracture apicale à 0 cm. Les valeurs du longueur et d'épaisseur sont fixes pour la partie proximale. Au-dessus de la référence 0 cm elles sont provisoires et variables en fonction des approximations successives de la longueur du fragment à reconstruire.

Tab. 1: Izdelava izravnane šablone za konico D. b. 407. Zmnožek $2 \times L \times (E/5)^3 \text{ mm}$ pri referenčni debelini 5 mm. Referenčna linija - apikalni prelom pri 0 cm. Vrednosti dolžine in širine so stalne za proksimalni del. Nad referenčno vrednostjo 0 cm sta obe vrednosti začasni in spremenljivi v povezavi z zaporednimi približki dolžine fragmenta, ki ga rekonstruiramo.

Largeur (L) (mm)	Epaisseur (E) (mm)	$2 \times L \times (E/5)^3$	Longueur (mm)
5	4	5,1	25
5,9	4	6,0	20
6,05	4,1	6,7	15
6,2	4,2	7,3	10
6,7	4,2	7,9	5
7,2	4,4	9,8	fracture 0
7,7	4,6	12,0	-10
9,1	5,2	20,5	-20
10,9	5,75	33,2	-30
12,2	6	42,2	-40
14,2	6	49,1	-50
14,7	6	50,8	-60
15,7	6	54,3	-70
16,3	6	56,3	-80
16,8	6,15	62,5	-90
18,3	6	63,2	-100
Fracture a -103 mm			

des approximations successives ou en utilisant les tables prédéterminées (voir note 3) (Tab. 1 et Fig. 3).

Commentaire des figures :

Sur la Figure 3 on voit le raccourcissement et l'ajustement du patron au fur et à mesure que l'endroit de la rupture réelle coïncide avec l'endroit du rayon minimale du patron soumis au flambage. La courbure maximale d'un patron triangulaire de rapport 5/60 et de longueur de 120 ou 130 mm, se situe par le calcul à 29,6 %, valeur très proche de ce que l'on a trouvé pour la pointe D. b. 407 reconstruite.

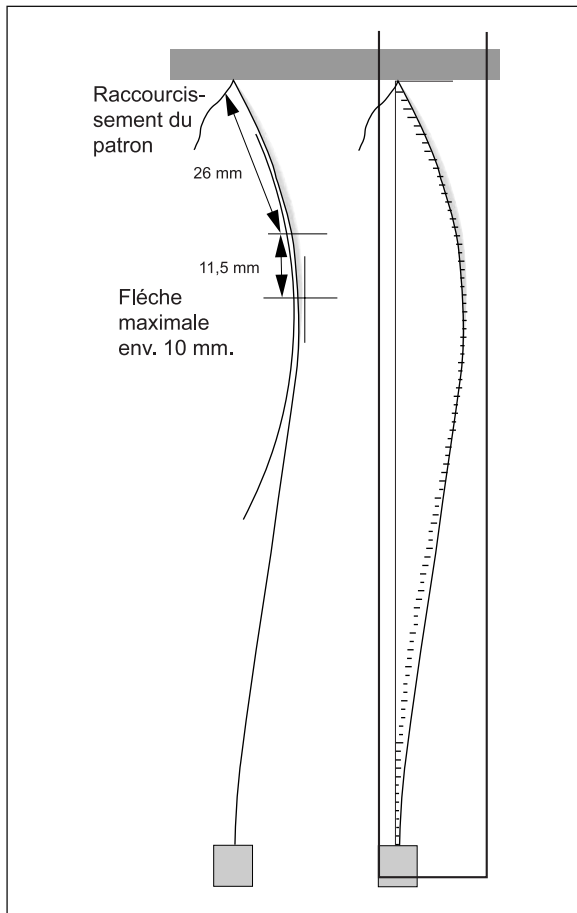


Fig. 4: Pointe D. b. 407. Essai de flambage avec le patron égalisé et découpé. Détermination de la flèche (= courbure) maximale. À droite : superposition d'une courbe calculée de patron triangulaire de 5 mm × 60 mm × 130 mm.

Sl. 4: Konica D. b. 407. Poskus obremenitve z izrezano izravnano šablono. Določitev največjega upogiba (= krivljenja). Na desni: prekritje s krivuljo, izračunano na podlagi trikotne šablone velikosti 5 × 60 × 130 mm.

Sur la *Figure 4* on voit le résultat des raccourcissements successifs du patron. L'endroit du rayon de courbure minimal, difficile à identifier, correspond bien au point décalé de 9 % (11,5 mm) par rapport à la courbure maximale plus facile à localiser. À droite se trouve la superposition du flambage expérimental et le résultat du calcul de flambage d'un triangle de rapport 5/60 de longueur 130 mm.

Pour mieux illustrer la courbure, la flèche dépasse la limite de rupture pour le bois de cerf : 10 mm à la place de 7 mm.

Les *Figures 5a-b* garde le souvenir d'une flèche de 7 mm au moment de la fracture, ce qui prouve que la limite élastique a été dépassée. J'évoque la possibilité d'un emmanchement désaxé par entaille latérale qui serait compatible avec la fonction de sagaie.

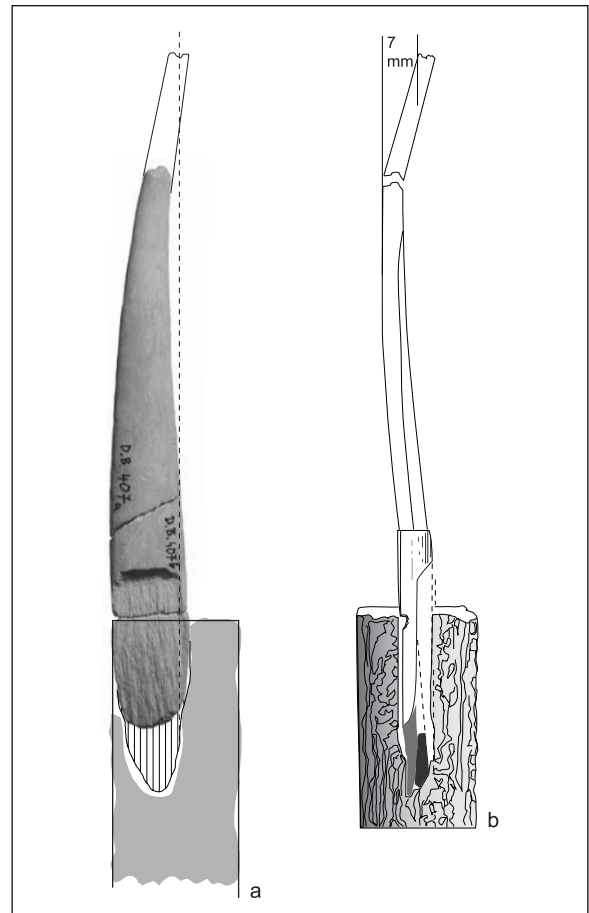


Fig. 5a,b: Pointe D. b. 407. (a) Reconstruction avec emmanchement. Face extérieure avec la lèvre intérieure conservée. Allongement éventuel des lèvres. La fente se prolonge au moment de la flexion. (b) Fixation par coin. Formation d'une "épaule" par la cassure. Échelle 2/3.

Sl. 5a,b: Konica D. b. 407. (a) Rekonstrukcija v nasajenem stanju. Zunanje lice z ohranjeno notranjo ustnico in eventualno podaljšanimi ustnicami. Precep se v trenutku, ko se konica upogne, samodejno podaljša. (b) Pritrditev konice s pomočjo zagozde. Pri prelomu nastane "zob". 2/3 naravne velikosti.

L'emmanchement reste problématique. Je propose une solution avec coin de fixation suivant l'idée de H. Knecht (2000) (*Fig. 5b*).

Scénario des fractures :

1. Impact - endommagement du bout de 15 mm.
2. Flambage encastré/pivotant - malgré la fragilité de la base la fracture se produit à l'endroit du rayon de courbure minimal.
3. Après la fracture apicale l'apex reste partiellement attaché à la partie proximale et exerce une poussée latérale qui fait casser la base.

Nous ne sommes pas loin de la reconstruction statistique d'Ivan Turk (2002) - (*Fig. 6*).

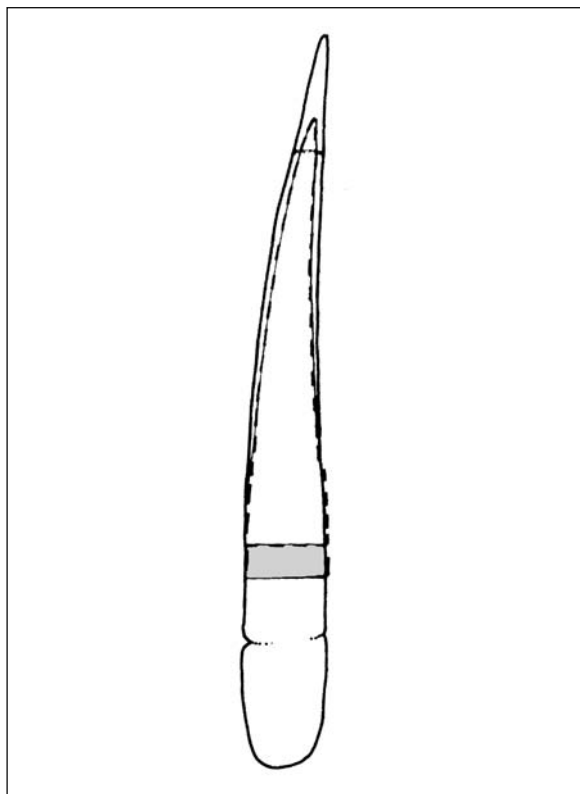


Fig. 6: La “reconstruction statistique” de la pointe D. b. 407 en comparaison avec la pointe de référence de Potočka zijalka n°75 (Turk 2002, sl. 4). Échelle 2/3.
Sl. 6: “Rekonstrukcija” konice D. b. 407 primerjalno z referenčno konico štev. 75 iz Potočke zijalke (Turk 2002, sl. 4). 2/3 naravne velikosti.

Une longueur globale de 200 mm est plus adaptée comme sagaie et conforme aux longueurs des pointes à base fendue trouvées à Istállóskő et à Dzeravá skala.

Une version “courte” à bout endommagé serait plus proche de la reconstruction statistique (voir note 3).

Pièces pliées, pièces courbées

Le pliage des pointes est une conséquence normale d’un impact avec flambage. La pointe flambée garde la courbure après la disparition de la force.

En revanche les pièces courbées ne s’expliquent pas par le flambage. À savoir : le flambage se fait toujours dans le sens du moment d’inertie le plus faible. Étant donné que celui-ci dépend du cube de l’épaisseur il est exclu que la pièce se flambe latéralement et l’épaisseur et la largeur de la pointe soient inversées. La forme courbée se ramène aisément à la forme des différentes parties du bois

de cerf. Il faut alors penser que l’artisan a pris les morceaux courbés parce que cette courbure était compatible avec le but recherché. Puisque la sagaie projetée est incompatible avec une excentricité latérale nous devons penser à limiter l’emploi des pointes courbées aux lances.

Éventuellement, par un emmanchement désaxé, qui donne une solidité supérieure à la hampe, la pointe peut rester dans l’axe de l’énergie agissante et remplir la fonction de sagaie.

Courbure, chasse, lance ou sagaie

L’hypothèse de pointe de sagaie du n°407 est à éliminer à cause de la courbure. L’énergie cinétique d’une sagaie fait casser irrévocablement toute pointe courbe lors d’un impact dans un objet dur : arbre, os ou pierre.

Nous revenons à l’hypothèse de lance. Une lance tenue par la main permet d’être orientée par la volonté du chasseur. Celui-ci peut profiter de la pointe courbée pour blesser un animal plus grand que lui avec la pointe courbée qui peut percer la peau sous angle perpendiculaire à la surface de la peau.

L’hypothèse de lance permet d’expliquer la présence d’un grand nombre de pointes courbées aux sites aurignaciens.

Nous pouvons poser la question si le chasseur avec sa lance peut-il exercer la force critique pour provoquer le flambage lorsque la pointe rencontre un os dur?

Force critique : (4)

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(0,7L)^2} = \frac{3,14^3 \times 7 \times 10^9 \times 0,018 \times 0,006^3}{64 \times 0,5 \times 0,15^2} = 1200 \text{ N}$$

Les notations suivantes : F = force ; E = module d’élasticité (de Young) ; I = moment d’inertie d’une barre de longueur “L” et de section uniforme (a × b de la Formule 1).

Dans le cas d’une pointe à section variable on peut estimer, grossièrement, que la force critique F_{cr} de 1200 N est divisée par 3 ou 4 : environ 30-40 kg, ce qui est compatible avec la poussée d’un chasseur.

3.1.2 Reconstruction du fragment D. b. n°427 (73 × 12 × 6 mm ; couche : “below the flowstone of the eastern cave wall” ; âge : aurignacien)

Le fragment apical n°427 n’offre pas des signes évidents de la matière d’origine. On peut penser au bois de cerf par analogie avec la plupart des

pointes aurignaciennes mais aussi à l'os parce que les fractures sont plutôt nettes et traduisent une matière cassante.

Avant d'aborder tout travail de reconstruction il faut examiner la pièce et décider s'il s'agit d'un fragment apical ou terminal. Deux critères entrent en considération : la convergence des bords en direction proximale et la longueur prévisible de la future pointe. L'hypothèse apicale donne une longueur prévisible de 210 mm sans la base et sans le bout endommagé, tandis que l'hypothèse terminale permet de prévoir une longueur de 171 mm. Compte tenu du caractère effilé de la pièce

Tab. 2: Construction du patron égalisé pour la pointe D. b. 427. Le produit $L \times (E/5)^3$ mm, avec une épaisseur de référence de 5 mm. Ligne de référence - la fracture terminale = 0 mm. Les valeurs du longueur et d'épaisseur sont fixes pour la partie terminale. Au-dessous de la référence 0 mm elles sont provisoires et variables en fonction des approximations successives de la reconstruction.

Tab. 2: Izdelava izravnane šablone za konico D. b. 427. Zmnožek $L \times (E/5)^3$ mm pri referenčni debelini 5 mm. Referenčna linija - terminalni prelom pri 0 cm. Vrednosti dolžine in širine so stalne za terminalni del. Pod referenčno vrednostjo 0 cm sta obe vrednosti začasni in spremenljivi v povezavi z zaporednimi približki dolžine rekonstruiranega fragmenta.

Largeur (L) (mm)	Epaisseur (E) (mm)	$L \times (E/5)^3$	Longueur (mm)
4,5	4,0	2,3	70
5,8	4,3	3,7	60
6,5	4,9	6,1	50
7,5	5,0	7,5	40
8,6	5,3	10,0	30
10,0	5,8	15,2	20
11,1	6,0	19,2	10
11,8	6,0	20,4	fracture 0
12,4	6,0	21,4	-10
12,7	6,0	21,9	-20
13,0	6,0	22,5	-30
13,0	6,0	22,5	-40
13,0	6,0	22,5	-50
13,0	6,0	22,5	-60
13,0	6,0	22,5	-70
13,0	6,0	22,5	-80
13,0	6,0	22,5	-90
13,0	6,0	22,5	-100
			Fracture

n°427 et des bords très faiblement divergents, nous devons conclure pour la version moins longue c'est-à-dire considérer la pièce comme fragment terminal résultant d'une fracture double (proximale/terminale et basale).

La pièce D. b. 427 serait donc un fragment terminal avec la trace de l'impact qui a endommagé le bout sur 15 mm, une valeur arbitraire que j'ajoute systématiquement à chaque pointe fragmentée.

Le pas suivant est la détermination du fragment proximal disparu.

La construction du patron (*Tab. 2*) sera basée sur les largeurs apicales d'après la photographie, sur les épaisseurs relevées par Ivan Turk sur la pièce même, et sur les hypothèses de largeur en fonction de la divergences de l'apex et sur l'hypothèse que l'épaisseur proximale est uniforme comme la continuation de l'épaisseur uniforme de la partie apicale.

La *Figure 7a-d* permet de suivre la procédure de reconstruction :

Fig. 7a est le point de départ avec la photographie de la face avant du fragment.

Fig. 7b est la représentation du patron réalisé à partir du *Tableau 2*.

Fig. 7c montre la courbure et l'endroit de la flèche maximale correspondant à la fracture. La longueur est retouchée pour que la fracture réelle soit au même endroit que la courbure maximale. Dans le cas de flambage pivotant/pivotant nous admettons que le rayon de courbure minimal coïncide avec la courbure maximale.

Fig. 7d donne le résultat final.

Après deux découpes en deux pas du patron de la *Figure 7* nous pouvons fixer la longueur du fragment proximal la plus probable à 101 mm.

Après la détermination de la longueur proximale nous allons vérifier que l'option base fendue a été conforme à la réalité (*Fig. 8*). La *Figure 8* représente des détails secondaires.

Mais puisque la question de base fendue ou non fendue revêt une question fondamentale de l'Aurignacien, il m'a semblé justifié de présenter toute la procédure. La procédure est, peut-être, trop détaillée, mais je poursuis un double but : l'explication de la méthode des reconstructions et, comme exemple, la reconstruction effective des fragments de Divje babe I.

Comme on l'a vu pour le D. b. 407, pour la pièce D. b. 427 la contrainte à la base et la contrainte maximale sont les suivantes lors du flambage encastré/pivotant hypothétique :

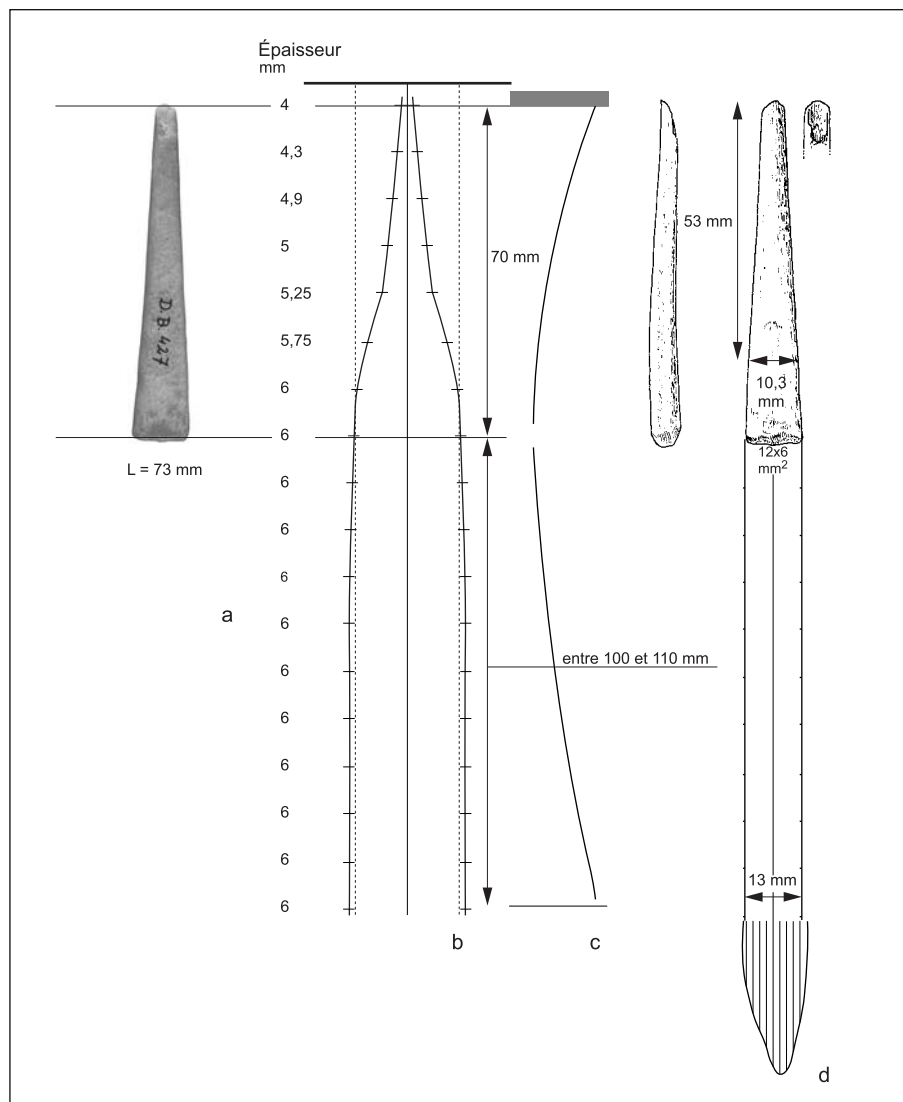


Fig. 7a-d: Pointe D. b. 427. La procédure complète de reconstruction. (a) Face arrière de la pointe D. b. 427. (b) Patron réalisé à partir du Tab. 2. (c) Le flambage du patron découpé. La courbure maximale est proche du point de fracture terminale. (d) La reconstruction de la partie proximale. Le résultat final après plusieurs retouches du patron. Échelle 2/3.

Sl. 7a-d: Konica D. b. 427. Celoten postopek rekonstrukcije. (a) Zadnja stran konice D. b. 427. (b) Šablona narejena s pomočjo podatkov v tab. 2. (c) Obremenitev izrezane šablone in posledica obremenitve. Največji upogib je približno v predelu terminalnega preloma. (d) Rekonstrukcija proksimalnega dela. Končni rezultat na podlagi več popravkov šablone. 2/3 naravne velikosti.

Contrainte à la rupture apicale : (5)

$$\frac{32FL}{\pi a_1 b_1^2} = \frac{1,3 \times Cte}{10,3 \times 5,83^2} = Cte \times 3,69 \text{ MPa}$$

Contrainte à la base fendue :

$$\frac{32FL}{\pi a_2 b_2^2} = \frac{Cte}{0,5 \times 13 \times 6^2} = Cte \times 4,27 \text{ MPa}$$

Les notations suivantes : F = force ; L = demi-longueur entre la position de la courbure maximale et l'encastrement ; a_1 , b_1 = valeurs à la courbure maximale ; a_2 , b_2 = valeurs à l'encastrement ; Cte = constante.

Contrairement aux résultats de la pièce D. b. 407, la contrainte à la base est plus élevée qu'à l'endroit du rayon de courbure minimal au flambage initial, supposé encasté/pivotant, donc la pièce s'est cassée à la base au lieu de se casser dans la zone de la courbure maximale.

On voit la superposition de la courbe de flambage calculée du patron triangulaire de 2,5 mm × 25 mm × 170 mm. Le coefficient 1,3 a été déterminé avec ce modèle mais il s'est avéré juste pour un certain nombre de formes coniques de tailles différentes.

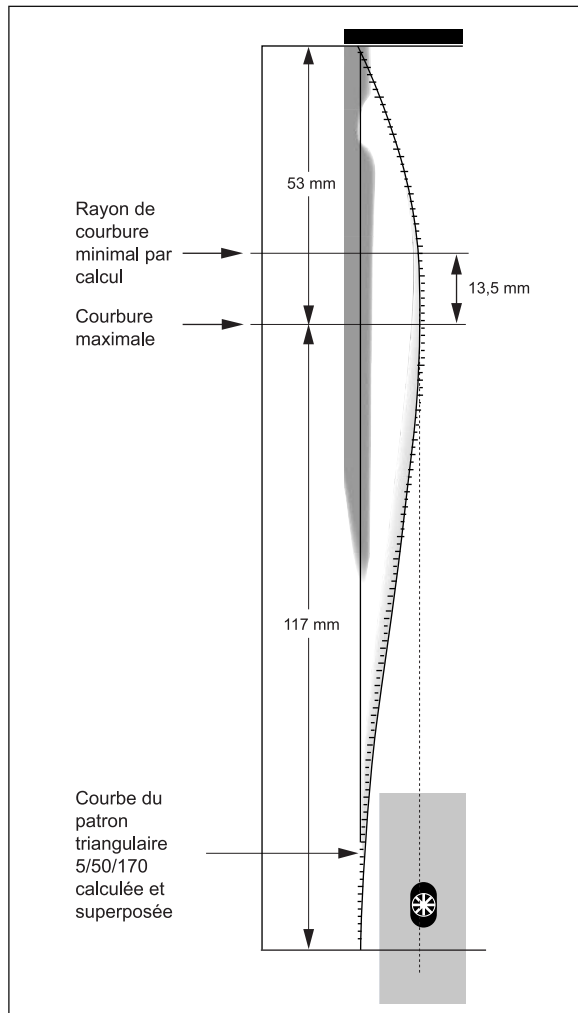


Fig. 8: Pointe D. b. 427. Justification de l'option "base fendue".
Sl. 8: Dokaz za "precepljeno bazo" pri konici D. b. 427.

La reconstruction aboutit à une pointe de gracilité et longueur remarquable mais non exceptionnelle.

Nous allons trouver sur la *Figure 9* un fragment comparable à Istállóskő et un montage du D. b. 427 sur la pièce Pb 50/59 d'Istállóskő.

3.2. Les fragments moustériens

3.2.1 Reconstruction du fragment D. b. n°3/10 (75 × 25 × 7 mm ; couche : 10 ; âge : environ 70.000 ans)

Au moment du choc, le flambage encastré/encastré a provoqué la fracture du bout de la pointe qui était nécessairement plus fragile que la base à cause des sections très différentes. La base est considérée comme massive. Le pliage du fragment

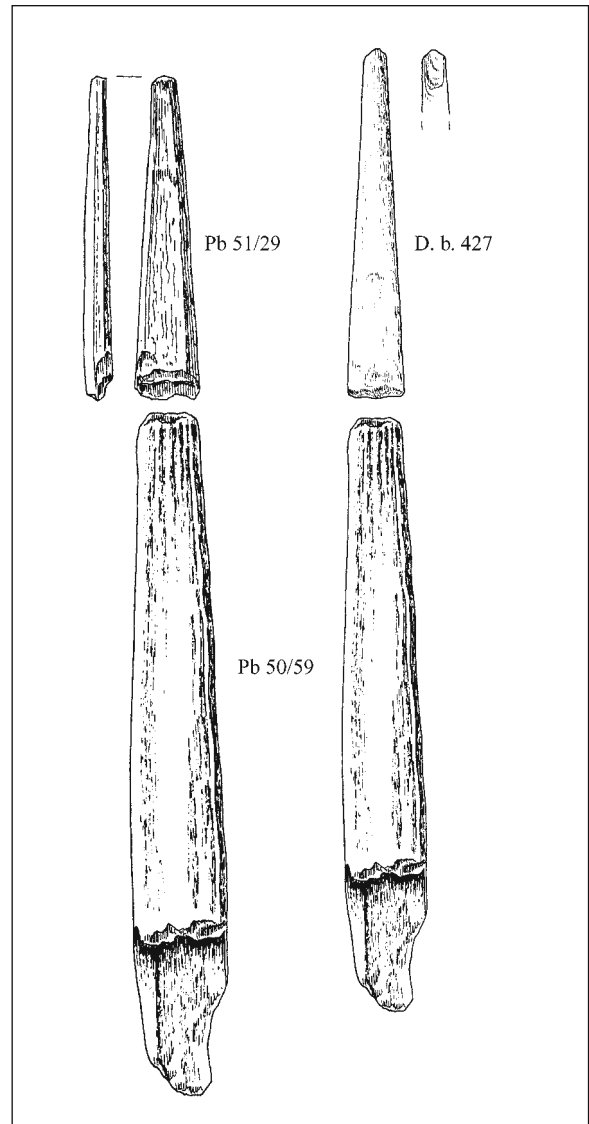


Fig. 9: Analogie et complément de la pointe D. b. 427 à Istállóskő. Échelle 2/3. À gauche en haut : le fragment apical Pb 51/29, en bas le fragment proximal Pb 50/59 agrandi de 15 %. À droite : le fragment D. b. 427 associé au fragment Pb 50/59. Dessiné par D. Knific Lunder et T. Korošec au Musée National de Budapest, avec la permission de V. T. Dobosi.
Sl. 9: Analogija za konico D. b. 427 v najdišču Istállóskő in njena dopolnitev. 2/3 naravne velikosti. Levo zgoraj: apikalni fragment Pb 51/29, spodaj proksimalni fragment Pb 50/59 povečan za 15 %. Desno: fragment D. b. 427 dodan fragmentu Pb 50/59. Narisali D. Knific Lunder in T. Korošec v Budimpešti (Magyar nemzeti múzeum, dovoljenje V. T. Dobosi).

avec une courbure maximale vers le milieu peut être la conséquence de l'amorce du flambage encastré/encastré⁷.

⁷ La pièce a été présentée à Mme de Sonnevile-Bordes par M. Brodar. Elle l'a trouvée parfaitement assimilable à un fragment de pointe aurignacienne (information d'Ivan Turk).

Deux schémas de reconstruction sont possibles : comme fragment proximal ou comme fragment médian.

Le premier est déterminé en partant de l'hypothèse d'un fragment proximal fracturé à l'emmanchement et à la courbure maximale d'un flambage encastré/pivotant. Il est indispensable de créer un patron et faire des expériences. Le résultat est sur la *Figure 10*. La reconstruction comprend un bout d'apex arbitraire de 1 à 2 cm. La longueur de la base sera égale à 2,5 fois la largeur à l'emmanchement.

Cette première reconstruction correspond au schéma d'Ivan Turk (2002) d'après des études morphométriques statistiques (*Figure 11*). La forme de référence est la pointe fusiforme. L'emmanchement est prolongé jusqu'au début de la zone terminale caractérisée par le début de la convergence apicale. La fracture d'après ce modèle s'est produite donc à l'emmanchement même.

Reconstruction de D. b. 3/10 comme fragment proximal

Pour la reconstruction de la pointe D. b. 3/10 comme fragment proximal deux scénarios sont envisageables.

- Scénario 1 avec fracture proximale/apicale : flambage encastré/pivotant - fracture apicale - fracture à la base.

- Scénario 2 avec fracture proximale/terminale : flambage encastré/pivotant - fracture de la base - flambage pivotant/pivotant et fracture terminale.

La forme particulière du fragment due à la diminution proximale de l'épaisseur nous fait choisir le scénario 2.

Nous devons procéder par des expériences en découpant des patrons de longueurs et formes différentes, jusqu'à aboutir à un rapport convenable entre l'apex reconstruit et le fragment conservé. La courbure maximale du patron doit correspondre à l'endroit de la rupture proximale/terminale.

Le patron de l'expérience a toujours une épaisseur constante (épaisseur du carton) et les variations de l'épaisseur du fragment seront répercutées par l'élargissement du patron s'ajoutant à la surface du fragment.

On admet que la surface converge régulièrement vers un bout endommagé de 6 mm de diamètre (environ) et la forme du patron permet de concevoir une diminution de l'épaisseur vers le bout de la pointe reconstruite.

L'épaisseur de la pièce réelle ou extrapolée variera suivant les chiffres associés sur la *Figure 10*.

Le rapport des deux fragments, fragment conservé et fragment terminal, sera finalement de 45,5/54,5 et les longueurs seront 70 et 58 mm. Longueur reconstruite : $45+70+58+18$ mm = 191 mm.

Le scénario 1 donne une pointe plus courte : $45+70+35+15$ mm = 165 mm. Compte tenu de la forme particulière du patron il est très difficile de choisir entre les deux options. La solution suivant le scénario 1 pourra être consultée avec celle du fragment médian sur la page Internet.

Le *Tableau 3* définit le patron, la forme égalisée en épaisseur qui devient une courbe en fonction du cube de l'épaisseur.

On trouve que le produit ab^2 au niveau de la flèche maximale pendant le flambage encastré/pivotant est supérieure à celle de la base donc la contrainte à la base sera plus importante et notre scénario 2 préconisé se justifie, la base se fracture avant la fracture apicale putative et le flambage devient pivotant/pivotant.

Notations : voir *Équations 2*.

La *Figure 10* représente les phases de reconstruction du D. b. 3/10 comme fragment proximal. Après avoir rempli le *Tableau 3* et calculé les largeurs égalisées on peut tracer point par point le patron à découper.

La longueur de l'apex d'abord estimée peut alors être définie avec précision lors de l'essai de flambage du patron.

On peut constater une bonne concordance avec la reconstruction statistique (*Fig. 11*) (Turk 2002).

Sur la *Figure 12* nous pouvons voir une reconstruction du fragment de Vogelherd de la couche VI moustérienne. Le fragment présente tous les signes d'un réaffûtage après une première fracture. Il s'agit d'une des analogies rares et hypothétique de D. b. 3/10 dont la ressemblance est forte avec les pointes réparées de Potočka zijalka, sauf l'épaisseur qui est plus réduite. Nous étudions donc le scénario d'une première fracture et d'une deuxième après réparation de réaffûtage.

Première fracture de la pointe de Vogelherd

1. Endommagement du bout à l'impact (pierre ou os dur).

2. Flambage encastré/pivotant, rapport de l'apex entre 30 et 33 %. Le rapport exclut une base fendue.

3. Réaffûtage sans sortir de l'emmanchement.

Deuxième fracture de la pointe de Vogelherd

4. Deuxième flambage après réaffûtage : le produit largeur \times épaisseur au carré à l'endroit du deuxième flambage encastré/pivotant est plus

Tab. 3: Construction du patron égalisé pour le fragment D. b. 3/10. Le produit $0,005 \times L \times E^3$ mm, avec une épaisseur de référence de 5 mm. Ligne de référence : la fracture terminale est à 7 cm. Les valeurs du longueur et d'épaisseur sont fixes pour la partie proximale. Au-dessus de la référence de 7 cm elles sont provisoires et variables en fonction des approximations successives de la reconstruction.

Tab. 3: Izdelava izravnane šablone za konico D. b. 3/10. Zmnožek $0,005 \times L \times E^3$ mm pri referenčni debelini 5 mm. Referenčna linija: terminalni prelom pri 7 cm. Vrednosti dolžine in širine so stalne za proksimalni del. Nad referenčno vrednostjo 7 cm sta obe vrednosti začasni in spremenljivi v povezavi z zaporednimi približki dolžine rekonstruiranega fragmenta.

Largeur (L) (mm)	Épaisseur (E)(mm)	$0,005 \times L \times E^3$	Longueur (mm)
5,6	5,2	3,9	130
6,9	5,2	4,9	120
8,3	5,6	7,1	110
9,6	6,6	13,8	100
10,9	7,3	21,3	90
12,3	7,5	25,9	80
13,0	7,5	27,4	fracture 70
14,9	7,3	29,0	60
17,0	7,0	29,2	50
19,0	6,8	29,9	40
21,8	6,4	28,6	30
23,3	5,6	20,5	20
24,7	5,0	15,4	10
26,0	4,7	13,5	fracture 0

élevé que le même produit à l'emmanchement, d'où fracture à l'emmanchement même avec une base solide.

Conclusion : vu l'épaisseur, la pièce est ancienne et compatible avec un fragment moustérien. Compte tenu de l'ancienneté présumée et de l'analyse des contraintes, le fragment ne provient pas d'une base fendue.

Reconstruction de D. b. 3/10 comme fragment médian

Au début de mon étude j'ai considéré la pièce comme un fragment médian⁸. Il s'est avéré que la reconstruction comme fragment médian aboutit

⁸ La solution comme fragment médian et proximal court est disponible sur le site Internet (voir note 3).

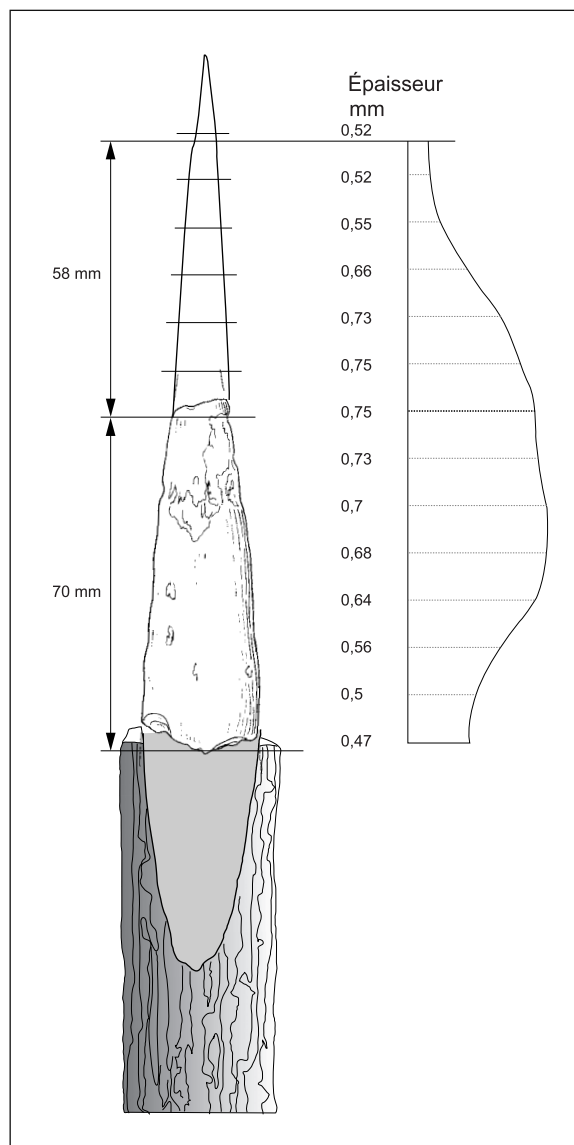


Fig. 10: Reconstruction de la pièce D. b. 3/10 comme fragment proximal. Reconstruction avec l'hypothèse de cassure à l'emmanchement lors du flambage encastré/pivotant qui est suivi de flambage pivotant/pivotant. À droite : patron de découpage, construit d'après le Tab. 3, ayant subi plusieurs corrections terminales. Les chiffres indiquent les épaisseurs réelles (partie fragment) et hypothétiques (apex). Longueur reconstruite 191 mm. Échelle 2/3.

Sl. 10: Rekonstrukcija konice D. b. 3/10 v primeru, da gre za proksimalni fragment. Rekonstrukcija ob predpostavki, da se je konica pri obremenitvi (en konec pritren, drug prost) zlomila pri toporišču, nakar sta se oba konca sprostila, obremenitev pa je še trajala (in povzročila sredinski prelom, op. prevajalca). Desno: izrezana šablona, narejena na podlagi podatkov v tab. 3, ki je bila terminalno večkrat popravljena. Številke predstavljajo dejanske debeline na ohranjenem fragmentu in domnevne na apeksu. Dolžina rekonstruirane konice znaša 191 mm. 2/3 naravne velikosti.

à une longueur considérable qui fera peut-être choisir de préférence la reconstruction comme fragment proximal.

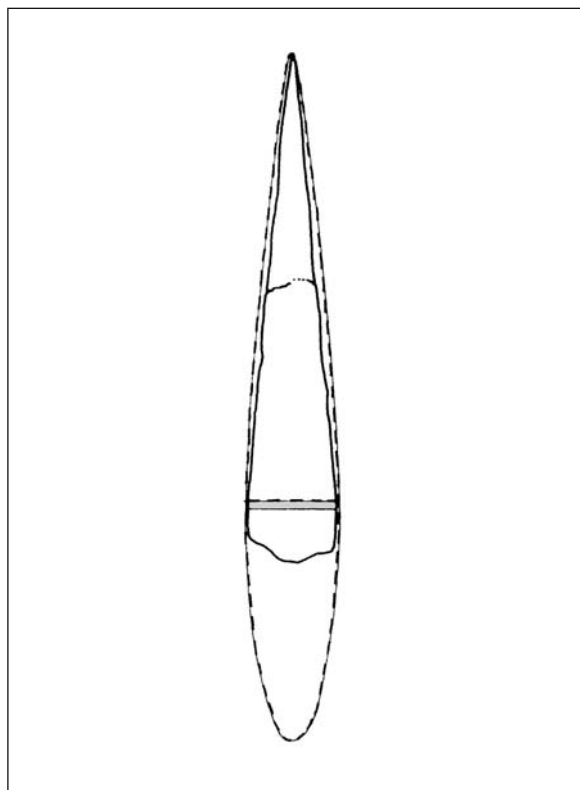


Fig. 11: Reconstruction de la pointe D. b. 3/10 par Ivan Turk (2002) (partie distale) sur la base de la pointe de référence n°75 de Potočka zijalka. Échelle 1/2. Bonne concordance avec notre reconstruction. Inutile de dire que les deux opérations ont été menées en totale indépendance.

Sl. 11: Rekonstrukcija distalnega dela konice D. b. 3/10 po I. Turku (2002) na podlagi referenčne konice P. z. 75 iz Potočke zijalke. 1/2 naravne velikosti. Ujemanje z našo rekonstrukcijo je popolno. Treba je poudariti, da sta bila oba postopka izvedena povsem neodvisno.

La condition de fragment médian suppose que le fragment devient de plus en plus épais vers la base.

Plusieurs scénarios sont possibles. On choisira la solution la moins spéculative qui conduit à une longueur totale ne dépassant pas 300 mm.

Scénario possible pour la création de fragment médian : flambage encastré/pivotant - fracture apicale - fracture de la base par poussée latérale - flambage pivotant/pivotant - fracture médiane/proximale.

La reconstruction suivant ce scénario aboutit à une longueur en dessous de 300 mm.

La longueur médiane est connue (= longueur conservée). Déterminons la longueur proximale pour le scénario choisi. Il est facile à prévoir un rapport 50/50 ce que l'essai du patron découpé confirme parfaitement. L'essai de flambage du patron découpé donne la longueur de l'apex perdu : 58 mm (rapport 29,5 %). La longueur de la pièce reconstruite comme fragment médian est donc $70 + 70 + 58 +$

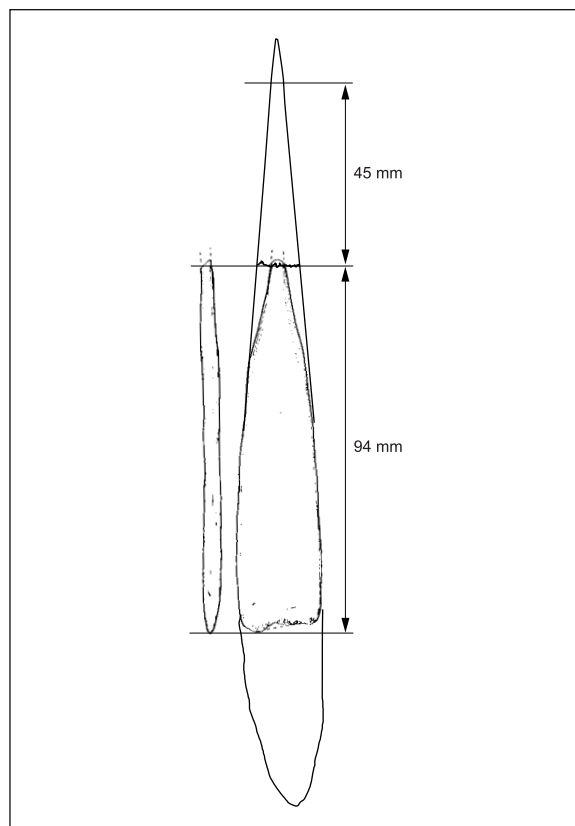


Fig. 12: Reconstruction de la pointe Vogelherd VI (Albrecht et al. 1972, Pl. 4: 52) avec supposition de réaffûtage. Échelle 1/2.

Sl. 12: Rekonstrukcija domnevno ponovno ošiljene konice, najdene v musterjenski plasti VI najdišča Vogelherd (Albrecht et al. 1972, T. 4: 52). 1/2 naravne velikosti.

$2,5 \times 26 + 15 \text{ mm} = 278 \text{ mm}$, 77 mm de plus que la reconstruction comme fragment proximal.

3.2.2 Les autres fragments moustériens de Divje babe I. Deux fragments médians et un fragment basal (Fig. 13 et 14)

Les conditions de fractures par flambages multiples et les reconstructions

Les bouts s'endommagent par écrasement, par cisaillement ou par encastrement. S'il s'agit de ce dernier, le bout de la pointe se casse inévitablement, étant donné les grandes différences de section, et surtout d'épaisseur, entre le bout et la zone au milieu ou à la base.

Après cette rupture le bout devient pivotant et le deuxième flambage se produit avec la fracture du côté médian/apical. L'énergie de la sagaie étant toujours largement disponible, il s'ensuit le troisième flambage qui crée le fragment médian. Nous

avons démontré dans une étude plus générale que la contrainte dans la zone de courbure maximale est toujours supérieure à celle de la zone d'emmanchement à sections égales. Donc la rupture se produit toujours vers le milieu sauf dans le cas des bases fendues. De sorte que la présence de fragments médians est une indication très forte pour considérer la base comme non fendue.

Le calcul des forces nécessaires aux ruptures s'avère superflu, étant donné que l'énergie cinétique est largement excédentaire et après les pertes de vitesse à la suite des freinages pendant la pénétration et à la suite des fractures, la majeure partie de la force reste disponible et fera flamber et vibrer le manche.

Le fragment D. b. n°406/20

(18 × 12 × 4 mm ; couche 20 ; âge : environ 110.000 ans)

Le fragment présente toutes les caractéristiques de bois de cervidés comme matière première.

Nous avons deux reconstructions à proposer.

1. L'une, purement visuelle, est la superposition sur le fragment D. b. n°3/10 : Le résultat est peu compatible avec les calculs de flambage mais il faut toujours admettre la possibilité de fracture dans le gisement, gels, piétinement etc. Les deux fragments semblent bien s'adapter l'un à l'autre malgré les différences de l'épaisseur.

2. L'autre reconstruction, (Figure 13), est réalisée à partir du calcul des deux fractures par le rapport des cassures.

Phase zéro : endommagement du bout hypothétique de 15 mm que l'on ajoute à la longueur totale.

D'abord on calcule la fracture par le deuxième flambage encastré/pivotant avec des sections médiane et proximale sensiblement similaires, d'où le rapport 35/65 généralement adopté.

Il en résulte la longueur de la partie proximale manquante : 29 mm.

Ensuite on revient au premier flambage : on emploie le rapport 1/2, flambage encastré pivotant avec un fragment d'apex disparu à épaisseur inconnue. Ainsi la longueur du fragment apical serait de 22,5 mm.

Longueur totale avec un emmanchement hypothétique de 40 mm correspondant au fragment réel de D. b. n°7 : Base 38 mm (35 + 3 mm endommagé), longueur totale avec 15 mm de l'endommagement présumé du bout : 38 + 29 + 16 + 22,5 + 15 mm = 120,5 mm.

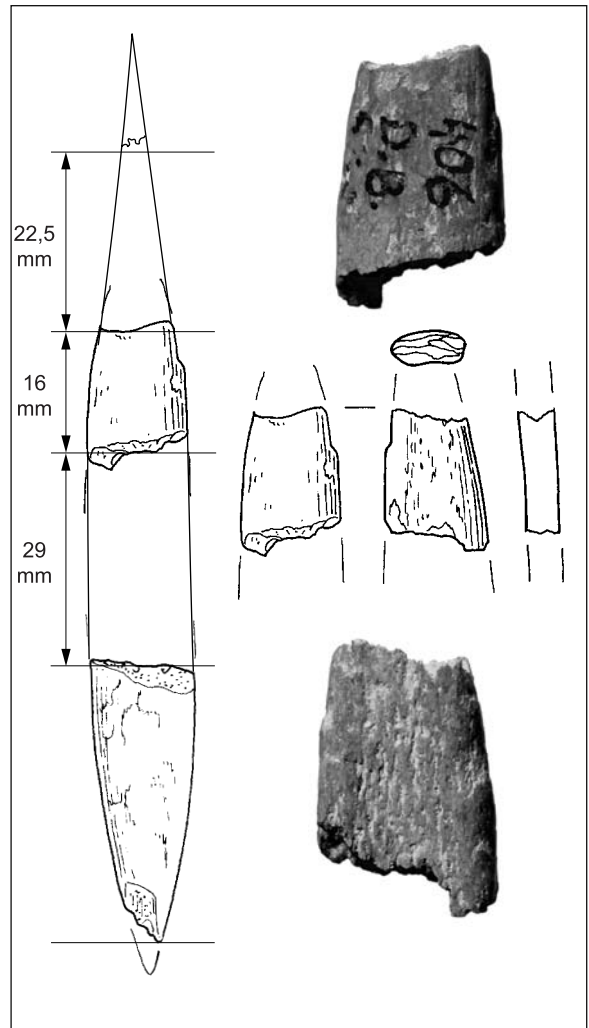


Fig. 13: Reconstruction du fragment D. b. 406 avec le fragment de base D. b. 7. Échelle 1 sauf photo : vue avant et arrière du fragment qui est à échelle 2. Longueur reconstruite 120,5 mm.
Sl. 13: Rekonstrukcija fragmenta konice D. b. 406 s pomočjo bazalnega fragmenta D. b. 7. Naravna velikost razen sprednje in zadnje strani fotografiranega fragmenta, ki je dvakrat večji. Dolžina rekonstruirane konice znaša 120,5 mm.

Le fragment basal D. b. n°7/?

(35 × 13 × 4,5 mm ; couche incertaine, d'après M. Brodar (1999) il s'agit de la couche 12 ; âge : environ 80.000 ans. D'après I. Turk, voir protocole des fouilles, il s'agit de la couche 8 - partie inférieure; âge : 60.000-70.000 ans).

Le fragment n°7/? est très probablement un fragment de base, conformément à l'orientation par M. Brodar (1999). L'orientation comme fragment apical (Turk et al. 2001) a été rectifiée par I. Turk.

L'interprétation des fragments de base comme fragment apical n'est pas exceptionnelle. Nous avons rencontré cette hésitation dans l'ouvrage de Vértes (1955, Table XLI./3, rectifié dans le texte) et dans la publication de Lieglloch (Mottl 1950) où la pointe est illustrée comme fragment apical.

L'association de la pièce n°7/? avec les deux fragments n°406 et s.n. 6 ali 7 est très probante malgré les différences d'âge. En plus il existe une similitude frappante avec le fragment de pointe de Lieglloch retournée comme base bien que cette dernière soit beaucoup plus épaisse.

Le fragment D. b. s.n. 6 ali 7

(30 × 13 × 4 mm ; couche : 6 ou 7 ; âge : environ 55.000 ans)

Fragment médian. Nous proposons une reconstruction calculée sur la base d'un fragment médian ayant la pièce D. b. n°7/? comme base. Le pointe est supposée à base solide, la fracture médiane est le produit d'un flambage encastré/pivotant qui fait casser l'apex, suivi d'un deuxième flambage encastré/pivotant qui produit la fracture médiane. Puisque les épaisseurs sont constantes ou peu variables nous adoptons le rapport 35/65 pour le deuxième flambage. Le rapport du premier flambage d'un apex à épaisseur inconnue est supposé égal à 1/2.

La longueur totale reconstruite suivant le procédé avec le fragment n°7/? comme base, est de 149 mm, la longueur terminale étant de 109 mm (longueur totale = 38 + 50 + 27 + 37,5 + 15 mm = 167,5 mm). On voit la reconstruction proposée sur la *Figure 14*.

À côté on peut voir la reconstruction de la pointe de Lieglloch réalisée suivant le même principe.

La partie basale ressemble au fragment basal du D. b. n°7/? Cette ressemblance offre une interprétation plausible de la curieuse pièce de Lieglloch contestée, parce qu'elle était plutôt arrondie, par Brodar (1968) qui a évoqué la possibilité, d'après lui peu vraisemblable, d'un fragment basal.

3.3 Conclusion des reconstructions moustériennes

On ne connaît que des vestiges sporadiques de l'utilisation de l'os dans la culture moustérienne.

En comparant les fragments étudiés aux débris d'os moustériens de Subalyuk (11 pièces) (Kadić 1939) notre conviction de leur origine artificielle est renforcée et nos doutes quant aux pièces de Subalyuk également.

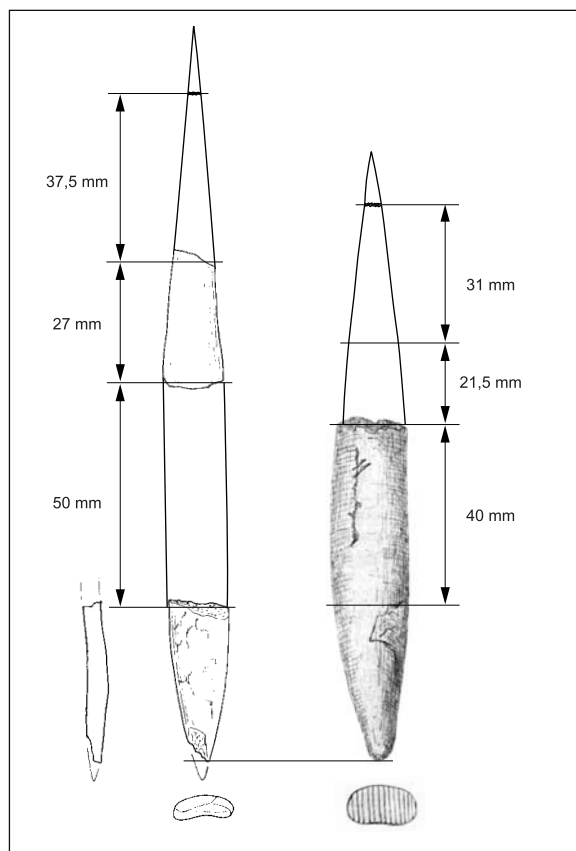


Fig. 14: Reconstruction du D. b. s.n. 6 ali 7 avec la base D. b. 7. Longueur reconstruite : 167,5 mm.

À droite : Reconstruction et similitude de la pointe de Lieglloch (Mottl 1950, Pl. 1: 8).

Sl. 14: Rekonstrukcija fragmenta konice D. b. s.n. 6 ali 7 s pomočjo bazalnega fragmenta D. b. 7. Dolžina rekonstruirane konice znaša 167,5 mm. Desno: Rekonstrukcija konice iz jame Lieglloch (Mottl 1950, T. 1: 8) in njena podobnost z rekonstruirano konico iz Divjih bab I.

L'autre source célèbre d'artefacts osseux du Moustérien est Salzgitter-Lebenstedt (Gaudzinski 1999) On y trouve des fragments artificiels en côte de mammoth, ainsi la similitude avec les fragments de Divje babe I est peu évidente. Une pointe en os de forme triangulaire courte est très différente de nos pièces.

Marylène Patou-Mathis cite quelques exemples isolés (Patou-Mathis 2006, p. 273) qui par leur rareté contredisent l'emploi généralisé des pointes en os au Moustérien.

Les fragments de Divje babe I témoignent d'un début de l'industrie osseuse telle qu'on la connaît plus tard.

La forme du D. b. n°3 rappelle certaines pointes de Potočka zijalka. On pourrait penser que, emmanchée au bout de sagaie ou de lance, elle a remplacé des éclats de pierre minces et a pu servir comme arme de chasse de proximité, notamment

contre les ours des cavernes. La chasse aux ours au Moustérien, sujet controversé, a trouvé une réponse positive par la découverte du site plein air à Érd (Gábori-Csánk 1968) où les restes d'ours ne peuvent pas être attribués aux décès naturels.

Les autres fragments moustériens offrent des indices intéressants. Les dates sont embarrassantes, mais rien n'exclut qu'un artisans de Néandertal ait conçu des objets comparables à ceux d'époques ultérieures. On peut constater avec étonnement l'origine manifestement artificielle des quatre fragments sélectionnés.

Une série de fragments de base, inadaptés à la reconstruction, fait encore partie de la collection des fragments moustériens.

Pourquoi l'homme de Néandertal n'a-t-il pas profité de l'abondance de la matière osseuse pour fabriquer des armes?

Probablement il était content des javelots en bois et des lances à pointe de silex.

Les javelots en bois ont une tradition très ancienne de 400.000 ans (Thieme 1999). Les javelots sont utiles pour la chasse des animaux grégaires se déplaçant en groupes.

Les ours sont des solitaires et leur cousins des cavernes ont été probablement aussi solitaires. La chasse était organisée probablement par un petit groupe de chasseurs. Ces chasseurs ont pu utiliser les lances à pointes moustériennes. L'opinion de Martina Pacher (2000, p. 99) est plutôt dubitative : la chasse aux ours est moins fréquente qu'on l'a pensé généralement, mais les javelots en bois sont plausibles.

Les deux types de chasse sont documentés à Érd :

La quantité de restes d'ours prouve la chasse aux ours.

Les silex à encoche suggèrent leur utilisation pour fabriquer les javelots.

En revanche les pierres ou les os pouvant servir de pointes de lance ou de sagaie sont absents.

On est surpris par les grandes différences d'âge des fragments (110.000, 70.000 et 55.000

ans). Cela renforce notre image développée sur les néandertaliens. Peu de tendance à l'évolution mais présence de facultés similaires à travers des périodes invraisemblablement étendues.

4. CONCLUSION

Une étape suivante de l'étude des pointes en os au Moustérien et à l'Aurignacien, ne pourra être franchie sans l'étude des emmanchements possibles et cela dépend de deux conditions :

- l'archéozoologie devra bien approfondir les zones sensibles des animaux qui ont été les proies préférées et ces mêmes proies dépendront également des axes de recherche des mêmes archéozoologistes,

- la paléobotanique devra nous renseigner sur la présence ou absence des plantes pouvant fournir des manches solides, faciles à façonner et à entailler.

Déjà nos calculs de résistance de matériaux élargissent le domaine classique de l'archéologie. Les sciences naturelles prendront une part de plus en plus importante dans la recherche de la préhistoire.

Les calculs sont importants mais, bien entendu, les fractures ont pu être provoquées par des pressions dans les gisements, gels, chutes de pierre, par le piétinement des ours ou par des coups de pioche pendant les fouilles. J'ai tenté d'expliquer les fractures des pointes comme la conséquence de leur utilisation normale. Les autres facteurs naturels sont en dehors de mes possibilités d'observation et de discussion.

Remerciements

Je remercie vivement Ivan Turk pour son encouragement et pour des renseignements complémentaires concernant les objets examinés qui ont fait défaut dans les publications.

J'exprime ma gratitude également pour sa participation aux travaux d'édition de mon texte, pour ses critiques ainsi que pour les traductions et la mise en place et arrangement des figures.

AGUIRRE, E. 2005-2006, La industria ósea primitiva de Torralba / The primitive bone industry in Torralba. - *Munibe (Antropología-Arqueología)* 57, Homenaje a Jesús Altuna 2 (Arqueología), 19-52.

ALBRECHT, G., J. HAHN et W. G. TORKE 1972, *Merkmalanalyse von Geschoßspitzen des mittleren Jungpleistozäns in Mittel- und Ostropa*. - *Archaeologia Venatoria* 2.

BOLUS, M. et N. J. CONARD 2006, Zur Zeitstellung von Geschosspitzen aus organischen Materialien im spätern Mittelpaläolithikum und Aurignacien. - *Archäologisches Korrespondenzblatt* 36, 1-15.

BLACKWELL, B. A. B, E. S. K. YU, A. R. SKINNER, I. TURK, J. I. B. BLICKSTEIN, J. TURK, V. S. W. YIN et B. LAU 2007, ESR-datiranje najdišča Divje babe I, Slovenija / ESR Dating at Divje babe I, Slovenia. - En: I. Turk (éd.), *Divje babe I. Paleolitsko najdišče mlajšega pleistocena v Sloveniji*. 1. del: *Geologija in paleontologija / Divje babe I. Upper Pleistocene Palaeolithic site in Slovenia. Part I: Geology and Palaeontology*. - Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 13.

BRODAR, M. 1968, Knochenspitzenfundstellen des älteren Jungpaläolithikums in Deutschland und Österreich. - *Quartär* 19, 219-237.

- BRODAR, M. 1999, Die Kultur der Höhle Divje babe I. - *Arheološki vestnik* 50, 9-57.
- BRODAR, S. et M. BRODAR 1983, *Potočka zijalka. Visokoalpska postaja aurignacijskih lovcev*. - Dela 1. razreda SAZU 24/13.
- GÁBORI-CSÁNK, V. 1968, *La station du paléolithique moyen d'Érd, Hongrie*. - Budapest.
- GAUDZINSKI, S. 1999, Middle Palaeolithic bone tools from the open-air site Sallzgitter-Lebenstedt (Germany), *Journal of Archaeological Science* 26, 125-141.
- HORUSITZKY, F. Z. 2004, Les artefacts en os et en bois de cerf à Bukovac - Lokve (Croatie). Une seconde flûte possible ? - *Arheološki vestnik* 55, 9-37.
- HORUSITZKY, F. Z. 2006, La "flûte" et pointes de la Grosse Badlhöhle, Autriche. - *L'Anthropologie* 110, 318-354.
- HORUSITZKY, F. Z. 2007, Reconstruction des pointes organiques aurignaciennes de la Dzeravá skala (Pálffy-barlang), Slovaquie. - *L'Anthropologie* (en préparation).
- KADIĆ, O. 1939, Archäologische Ergebnisse. - En: Bartucz et al.: *Die Mussolini-Höhle (Subalyuk) bei Cserépfalu*. - Geologica Hungarica. Series Paleontologica 14.
- KERGUIGNAS, M. et G. CAIGNAERT 1991, *Résistance des matériaux* 3. *Flambement*. - Paris.
- KNECHT, H. 2000, Design Strategies of Early Upper Paleolithic Bone and Antler Projectile Technologies. - *Anthropologie et Préhistoire* 3, 28-36.
- MOTTL, M. 1950, Das Lieglloch im Ennstal, eine Jagdstation des Eiszeitmenschen. Die paläolithische Funde aus der Salzofenhöhle im Toten Gebirge. - *Archaeologia Austriaca* 5, 18-34.
- PATOU-MATHIS, M. 2006 *Neandertal. Une autre humanité*. - Paris.
- PROŠEK, F. 1953, Szeletien na Slovensku. - *Slovenská archeológia* 1, 133-194.
- RABEDER, G., D. NAGEL et M. PACHER 2000, *Der Höhlenbär*. - Stuttgart.
- THIEME, H. 1999, Altpaläolithische Holzgeräte aus Schöningen. Ldkr. Helmstadt. - *Germania* 77, 451-487.
- TURK, I. (éd.) 1997, *Moustérienska "koščena piščal" in druge najdbe iz Divjih bab I v Sloveniji / Mousterian "bone flute" and other finds from Divje babe I cave site in Slovenia*. - Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 2.
- TURK, I. 2002, Morfometrična analiza zgodnjih koščenih konic v povezavi z najdbami koščenih konic iz Divjih bab I / Morphometric analysis of early bone points in connection with finds of bone points from Divje babe I. - *Arheološki vestnik* 53, 9-29.
- TURK, I. 2005, Zagovor morfometrične analize koščenih konic / In defence of morphometric analysis of bone points. - *Arheološki vestnik* 56, 453-464.
- TURK, I., J. DIRJEC, G. BASTIANI, M. PFLAUM, T. LAUKO, F. CIMERMAN, F. KOSEL, J. GRUM et P. CEVC 2001, Nove analize "piščali" iz Divjih bab I (Slovenija) / New analyses of the "flute" from Divje babe I (Slovenia). - *Arheološki vestnik* 52, 25-79.
- VÉRTES, L. 1955, Neuere Ausgrabungen und paläolithische Funde in der Höhle von Istállóskő. - *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 5, 111-131.
- VILLA, P., E. SOTO, M. SANTONJA, A. PÉREZ-GONZÁLEZ, R. MORA, J. PARCERISAS et C. SESÉ 2005, New data from Ambrona: closing the hunting versus scavenging debate. - *Quaternary International* 126-128, 223-250.
- [http:// site.voila.fr/horusitzkymusic](http://site.voila.fr/horusitzkymusic)
[http:// site.voila.fr/horusitzkymusic1](http://site.voila.fr/horusitzkymusic1)
[http:// site.voila.fr/horusitzkymusic2](http://site.voila.fr/horusitzkymusic2)

Orinjasjenske in musteljenske konice iz organskih materialov v Divjih babah I, Slovenija Rekonstrukcija konic s pomočjo teorije o obremenitvi materiala in njenih posledic

Povzetek

Rekonstrukcija fragmentiranih konic številčno okrepi vzorec konic, namenjen statistični analizi, in omogoča primerjavo med/z najdišči, v katerih je večina konic fragmentarno ohranjena.

V prispevku si je avtor zadal dva cilja: želel je predstaviti metodo za rekonstruiranje fragmentiranih konic iz organskih materialov, ki temelji na teoriji o obremenitvi materiala in posledicah obremenitve ter na poznavanju trdnosti materialov; hotel je nazorno pokazati metodo, tako da je rekonstruiral fragmentirane konice iz Divjih bab I.

Izbrani fragmenti so omogočili nazoren prikaz večine problemov, povezanih s prelomi in rekonstrukcijami konic. Posebna skrb je bila posvečena razlagi večkratnih prelomov in kriterijem za določanje precepljene baze.

Dvema fragmentiranima orinjasjenskima konicama s precepljeno bazo so najbolj podobne konice iz najdišč Istállóskő in Dzeravá skala.

Fragmentirane musteljenske konice so pomembne predvsem zato, ker so takšne najdbe izjemno redke. Rekonstrukcija teh fragmentiranih primerkov omogoča dobro utemeljene sklepe o njihovi prvotni obliki in pojasnjuje druge podobne, zelo stare primerke, kot tiste iz Vogelherda in Liegllocha.

Ker arheološka objava ni primerna za tehnične in računske podrobnosti, je avtor na spletu (Priloga Teorija: <http://site.voila.fr/horusitzkymusic1>) zbral osnove, povezane s konkretnimi rezultati in praktičnimi rešitvami, ki so razumljive in na voljo vsem raziskovalcem. Te teoretske osnove ne nudijo vedno odgovora na praktična vprašanja. Če fragmenta ne moremo primerjati s presekanim stožcem in trikotno šablono, ker se presek konice nepravilno spreminja, ali je udarec ekscentričen in/ali konica ni trdno nasajena, si bomo pri določitvi con prelomov za oceno dolžine manjkajočega dela lahko pomagali samo s poskusom in simulacijo.

Vendar je treba opozoriti, da izračun in izkustvo ne vodita do absolutne resnice. Še vedno je arheolog tisti, ki mora prispevati svoje znanje pri ustvarjanju dodatnih ali začasnih domnev in tudi sam izbirati med različnimi možnimi rekonstrukcijami.

Prevod: Ivan Turk

François Zoltán Horusitzky
14, allée des Comtes de Montfort
F-78610 Auffargis
zhorusitzky@voila.fr