



**HAL**  
open science

# Apport de la modélisation et de l'animation tridimensionnelle dans la compréhension des objets et des techniques archéologiques

Pascal Raymond, Nicolas Saulière

► **To cite this version:**

Pascal Raymond, Nicolas Saulière. Apport de la modélisation et de l'animation tridimensionnelle dans la compréhension des objets et des techniques archéologiques. Virtual Retrospect 2009, Robert Vergnieux, Nov 2009, Pessac, France. pp.65-72. halshs-01864119

**HAL Id: halshs-01864119**

**<https://shs.hal.science/halshs-01864119v1>**

Submitted on 31 Aug 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Vergniew R. et Delevoie C., éd. (2010),  
Actes du Colloque Virtual Retrospect 2009,  
Archéovision 4, Editions Ausonius, Bordeaux

## Tiré-à-part des Actes du colloque **Virtual Retrospect 2009**

Pessac (France) 18, 19 et 20 novembre 2009



P. RAYMOND, N. SAULIERE

*Apport de la modélisation et de l'animation tridimensionnelle dans la  
compréhension des objets et des techniques archéologiques*

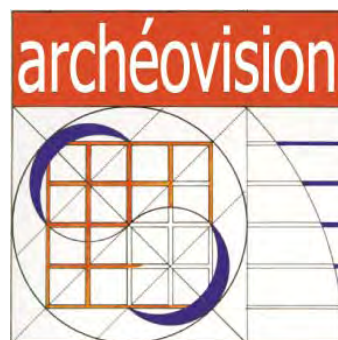
pp. 65-72



tge **ADONIS**



Conditions d'utilisation :  
l'utilisation du contenu de ces pages est limitée à un usage  
personnel et non commercial.  
Tout autre utilisation est soumise à une autorisation  
préalable.  
Contact : [virtual.retrospect@archeovision.cnrs.fr](mailto:virtual.retrospect@archeovision.cnrs.fr)





# Virtual Retrospect 2009

Collection Archéovision  
Volume 4

---

AUSONIUS ÉDITIONS

*Ouvrage financé avec le concours du  
Très Grand Équipement ADONIS du CNRS*



— Bordeaux 2010 —

# Apport de la modélisation et de l'animation tridimensionnelle dans la compréhension des objets et des techniques archéologiques

Pascal Raymond  
pascal.raymond@inrap.fr

Nicolas Saulière  
nicolas.sauliere@inrap.fr

Inrap  
34-36, avenue Paul Vaillant Couturier  
93126 La Courneuve  
[www.inrap.fr](http://www.inrap.fr)

**Résumé :** Nous présentons dans le présent article deux animations tridimensionnelles traitant d'objets archéologiques. Ces travaux furent réalisés dans le cadre de fouilles préventives.

Nous mettons en évidence l'utilité de la Conception Assistée par Ordinateur (C.A.O.) pour la compréhension de Paléolithique moyen et de techniques liés à leur fabrication ou à leur utilisation.

**Mots-clés :** archéologie préventive – 3D temps réel – interactivité – Débitage Levallois – Lithique – silex – Bas Empire – pieu – serrure – bois – Chelles

**Abstract<sup>1</sup> :** This article deals with the three-dimensional computer animation of archaeological objects found during preventive archaeological excavation. It explains how computer aided design can help to understand mechanisms and their component parts.

**Keywords :** preventive archaeology – 3D real time – interactivity – lithic reduction Levallois – lithic – flint – Late Empire – post – lock – wood – Chelles

## INTRODUCTION

Depuis le XIX<sup>e</sup> siècle, l'illustration des objets et des techniques tient une part importante dans toutes les publications archéologiques. Elle permet d'enrichir un texte tout en étant un des éléments majeurs des systèmes de datation par typochronologie.

Le dessin fut d'abord le principal *medium* de représentation d'objets et de techniques ; puis la photographie s'est développée ; elle a amené sa part d'innovation, sans toutefois supplanter le premier.

Avec l'essor de l'informatique et des moyens de communication de ces dernières décennies, il est important de s'interroger sur l'apport des nouveaux moyens de représentation tels que le permettent les logiciels de Conception Assistée par Ordinateur à la représentation des objets archéologiques. Ces

outils rendent possible l'ajout de deux nouvelles dimensions, à savoir la profondeur et le temps. De plus, ils offrent une interaction possible avec des modèles virtuels.

Nous présenterons ici deux travaux illustrant des recherches récentes menées à l'Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap) de Centre – Île-de-France. D'abord une animation expliquant le débitage Levallois, puis une restitution interactive, d'une serrure en bois aménagée dans un pieu du Bas Empire.

## MODÉLISATION DU DÉBITAGE LITHIQUE EN ARCHÉOLOGIE

Percevoir la position d'un éclat de silex au sein d'un bloc et ainsi comprendre le schéma mental du tailleur qui l'a produit n'est pas évident lorsqu'on examine des produits issus d'un débitage d'éclats. Sorti de leur contexte, il est difficile de les replacer au sein d'une chaîne opératoire et d'entrevoir toutes les modalités et concepts qui ont induit leur détachement. À savoir, les intentions du tailleur, le choix de la matière première, les méthodes employées... La représentation graphique du matériel lithique répond à une codification que des lecteurs non avertis ne peuvent comprendre (fig. 1) et ne peu suffire à la communication vers le public. L'explication du débitage lithique n'est souvent comprise par celui-ci que lors de démonstration de taille en direct ou par des séquences vidéos du tailleur. La 3D est une nouvelle approche, complémentaire et informative qui permet de conceptualiser les gestes du tailleur.

L'animation qui a été réalisée tente d'expliquer deux types de débitage : le débitage Levallois à éclat préférentiel et le débitage à pointe Levallois. Deux techniques de production d'éclats employés par les Néandertaliens au Paléolithique moyen. Le débitage du silex, qu'on peut parfois simplifier

1. Traduction : Peter MacIntyre, Inrap.

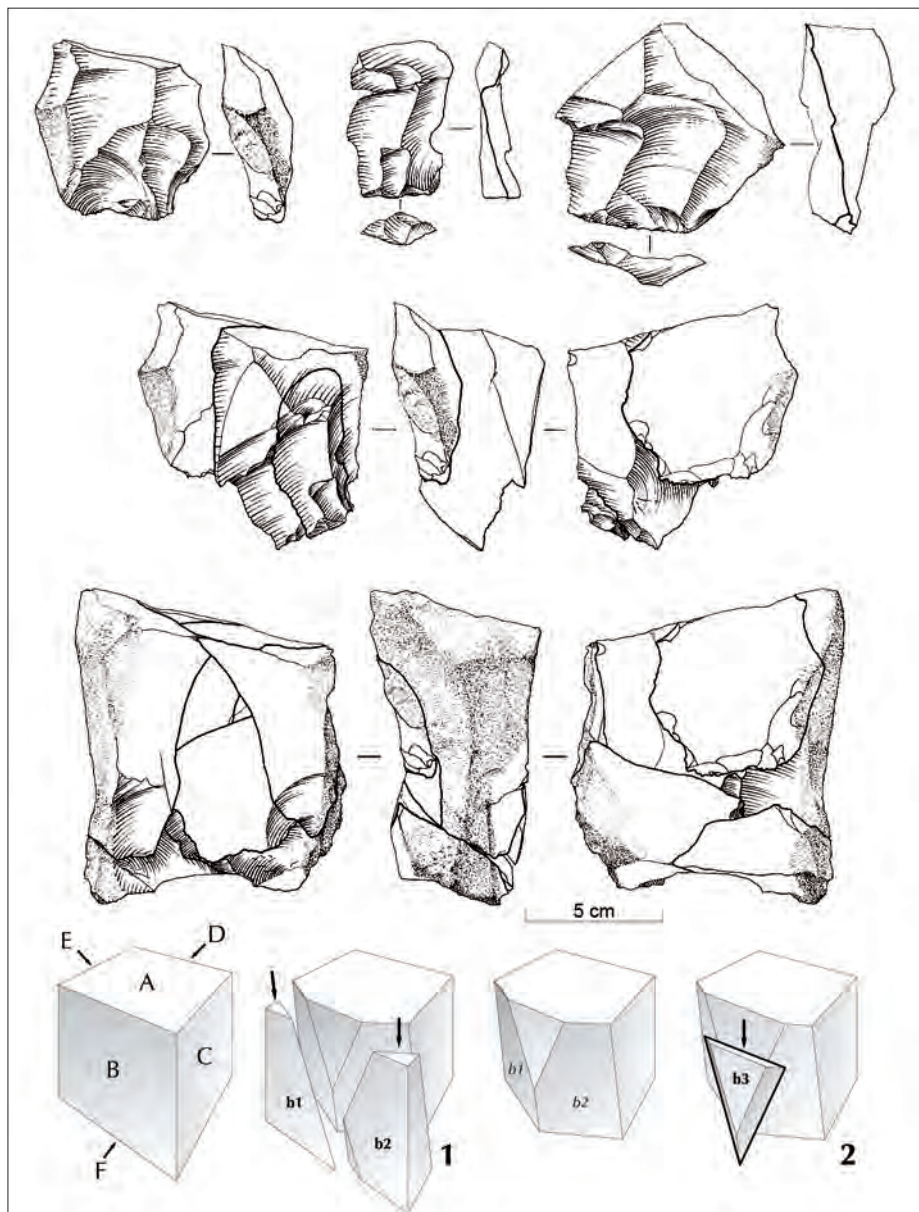


Fig. 1. Exemple d'illustration montrant les éclats et le nucléus d'un bloc débité selon un schéma unipolaire convergent de type Levallois à pointe. Dessin P. Raymond.

à l'exploitation d'une surface, s'inscrit néanmoins dans un volume. De fait, l'explication de la chaîne opératoire et la description des différents types d'éclats produits sont difficiles à restituer. En effet, mettre un volume à plat pose des problèmes que la modélisation 3D peut résoudre.

La 3D est un outil adapté à ce genre de démonstration. En effet, l'animation permet au spectateur de toujours garder à l'esprit la notion de volume indispensable pour comprendre le débitage lithique. Aussi, pour aller à l'essentiel et ne pas perturber la lecture avec des éléments techniques, il a été décidé de ne montrer que l'enlèvement des principaux éclats et de garder le bloc fixe dans l'espace. Toutefois, par souci

de réalisme, les éclats qui sont débités portent la marque des principaux stigmates, donnant ainsi une vision réaliste du sujet. Pour modéliser ces éclats, il faut déterminer les caractères récurrents qui les constituent. Ce qui détermine sa forme, c'est la nature de la roche, le type de percuteur, la force de l'impact et l'angle qu'imprime le tailleur avec le percuteur sur le bloc. Ce qui détermine l'aspect de surface d'un bloc ou d'un éclat, ce sont les traces laissées par les négatifs des enlèvements précédents comme le contre-bulbe et les nervures. Pour cette animation, nous avons simplifié le geste du tailleur en omettant l'abrasion et la préparation de plan de frappe. Les modalités de détachement de l'éclat, dans cette conception de débitage Levallois, sont réduits

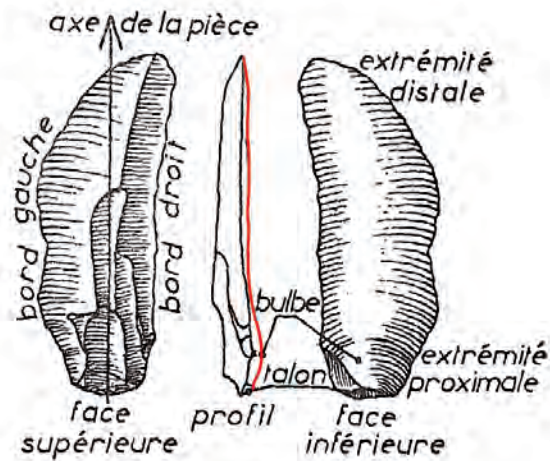


Fig. 2. Illustration tirée de Demars & Laurent 1992, 22. montrant le profil de la face inférieure d'un éclat utilisé comme référence pour la création d'emporte-pièce virtuel (en rouge).

à l'emploi d'un percuteur dur, donné comme référent. Ainsi, pour la part de réalisme, nous avons défini la forme des enlèvements en nous basant sur les caractéristiques couramment observées sur la face inférieure d'éclats débités avec un percuteur dur. Nous avons donc utilisé le profil depuis le point d'impact vers la partie distale en passant par la lèvre, le bulbe et les ondulations (fig. 2). Ces éléments ont servi à réaliser des emporte-pièce qui permettaient sur AutoCad d'extraire les éclats successifs d'un bloc (fig. 3). Ces emporte-pièce sont des volumes dont une face reprend la forme de la face inférieure d'un éclat. Ils sont positionnés sur le bloc de façon à soustraire le volume de l'éclat en éliminant les parties communes aux deux volumes. Puis, dans un second temps, avec le même positionnement, l'éclat est extrait en ne conservant que la partie commune aux deux volumes imbriqués. Une fois les différents éléments modélisés, ils ont été importés sur 3D StudioMax pour la mise en scène et l'animation de leur déplacement.

Ces animations montrent un débitage idéal sans être perturbé par les aléas de la taille que le tailleur doit reprendre au cours du débitage. Elles montrent également qu'avec le même bloc de base, un tailleur peut produire des éclats différents par une chaîne opératoire adaptée (fig. 4). À terme, il sera possible de reproduire virtuellement le façonnage qui induit des méthodes et des techniques différentes, comme d'autres conceptions de débitage, laminaire, discoïde...

#### LE "PIEU-SERRURE" DE CHELLES

##### Contexte de la découverte

En 2007, une fouille, dirigée par Corinne Charamond<sup>2</sup>, fut réalisée, au 5 – 7 rue des Sources à Chelles en Seine et Marne

(fig 5). Cette fouille a révélée la présence d'au moins deux niveaux distincts en contexte humide, stratigraphiquement séparés par un dépôt alluvial. Le plus ancien, de la Tène moyenne (environ 250 a.C.) a livré de nombreux vestiges ligneux dont un fond de pirogue. L'autre, attribuable au Bas Empire (235-476), a révélé des aménagements liés à une réoccupation de l'espace en bord de berge. C'est dans ce contexte que fut découvert le dernier jour de fouille un pieu singulier (fig. 6). La découverte tardive explique le manque de documentation visuelle sur site.

Le "pieu-serrure" fait actuellement l'objet d'une étude xylogologique par Véronique Guitton<sup>3</sup> et vient d'être restauré à Grenoble.

##### Les caractéristiques du pieu

L'artefact mesure dans son ensemble 165 cm de hauteur sur 65 cm de large. Il a la particularité d'abriter en son sein un système de serrure composé de 11 éléments en bois de chêne.

Le mécanisme se compose de trois goupilles, déposées dans des mortaises, pouvant être relevées au moyen d'une clé pour libérer le pêne. Le tout est protégé au moyen d'une planche fixée aux angles par des chevilles. Une pièce de bois coudée,

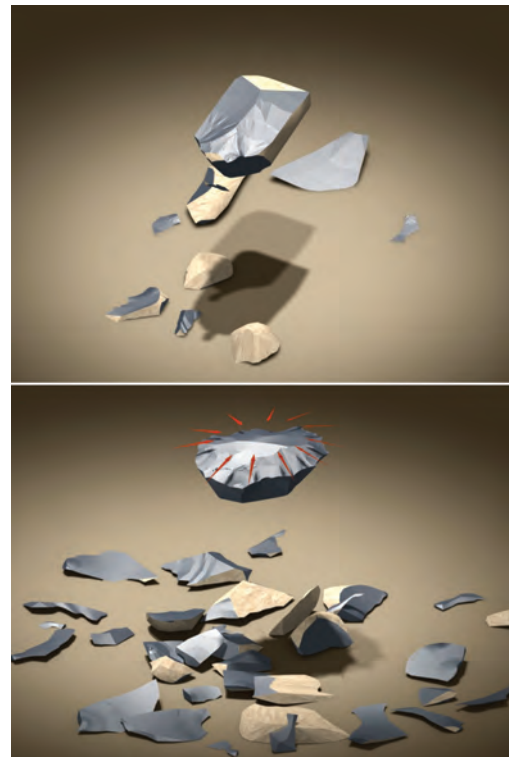


Fig. 4. Images extraites des animations sur le débitage lithique. En haut le débitage Levallois à pointe, en bas le débitage Levallois à éclat préférentiel.

Image P. Raymond et M. Belarbi

2. Corinne Charamond : responsable d'opération à l'Inrap au centre de recherches archéologiques de Croissy-Beaubourg en Île-de-France.

3. Véronique Guitton : xylogologue à l'Inrap au centre de recherches archéologique de Cesson-Sévigné en Bretagne

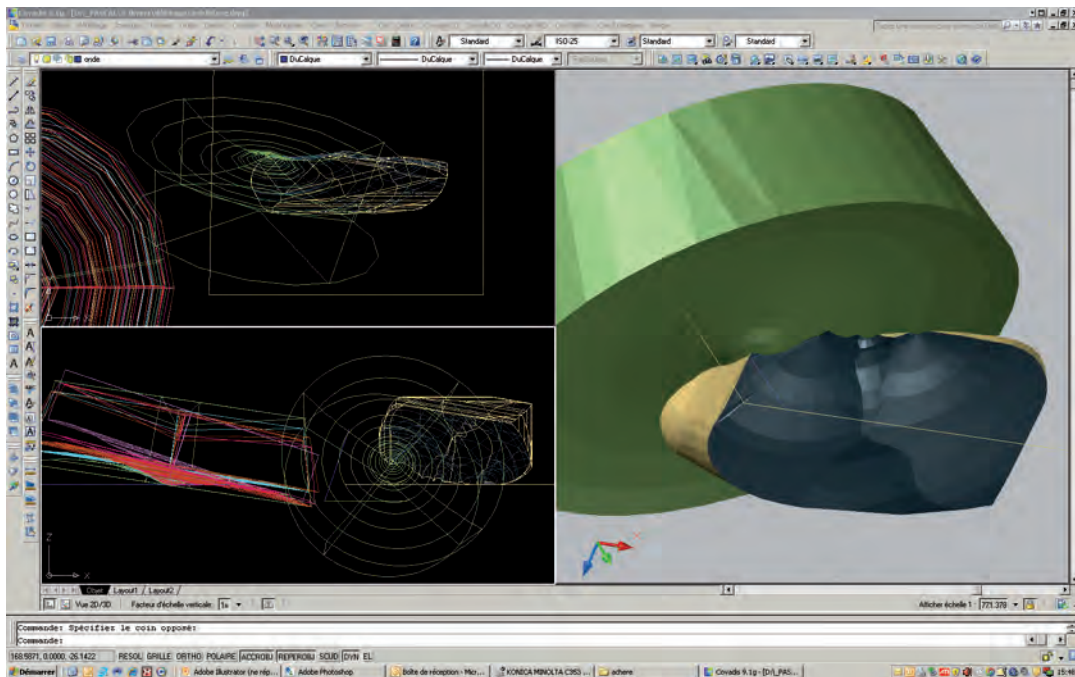


Fig. 3 Capture d'écran montrant la mise en place d'un emporte-pièce sur le bloc pour en soustraire un éclat.

mortaisée, fichée dans le petit côté du pieu, puis fixée au moyen d'une cheville, permet d'accueillir une traverse munie de trois encoches destinées à fermer la serrure (fig.7).

#### L'élaboration d'un modèle virtuel

Avant la réalisation d'un modèle tridimensionnel, le pieu fut d'abord dessiné à taille réelle, travail préliminaire nécessaire à l'élaboration du rapport de fouille. Le dessin fut réalisé en décalquant l'objet sur du film plastique à l'aide d'un marqueur, à travers une vitre de plexiglas. De multiples sections furent relevées en prévision de la modélisation. Notre production fut ensuite réduite au dixième pour pouvoir être publiée (fig.8). Une fois ce travail achevé, le travail de modélisation put démarrer.

Plusieurs problèmes se sont posés lorsque nous avons voulu réaliser un modèle tridimensionnel. Premièrement, le temps pour un tel ouvrage était très court. Rappelons ici, que le pieu fut trouvé sur un chantier d'archéologie préventive, ce qui implique pour le traitement des délais relativement brefs. Par ailleurs, le bois se conservant très mal une fois mis au jour, il était impératif d'agir vite.

Deuxièmement, n'ayant pas à notre disposition de matériel adéquat à la Conception Assistée par Ordinateur (CAO), il a fallu trouver d'autres alternatives.

Enfin, le modèle devait être à la fois didactique, afin d'expliquer le mécanisme de la serrure, mais il devait aussi avoir une portée scientifique en respectant au mieux les caractéristiques de l'objet.

Ces contraintes nous orientèrent sur l'utilisation du logiciel libre *Blender*. Il présente la particularité de disposer d'un



Fig. 5. Localisation du chantier archéologique des 5-7 rues des sources à Chelles. Nicolas Saulière, Inrap.

outil, le *game engine*, conçu pour l'élaboration de modèles de 3D en temps réel<sup>4</sup>. L'utilisation de ce type de production dégage une économie sur le temps. En effet, une animation pré-calculée nécessite de nombreuses heures de rendu, et

4. La **3D temps réel** qui concerne l'imagerie de synthèse, est une méthode de représentation de données tri-dimensionnelles pour laquelle chaque image composant l'animation est rendue dans l'instant qui précède son affichage. Source : <http://fr.wikipedia.org>



Fig. 6. Le pieu-serrure de Chelles.  
Photo Loïc de Cargouet, Inrap

il est relativement difficile de juger le travail avant d'avoir totalement fini notre animation. La 3D temps réel présente l'avantage d'obtenir une image directe de notre modèle dans son rendu définitif et permet des interactions sur les animations. Cependant, certaines limites existent en ce qui concerne le nombre de polygones affichables et l'utilisation de *Shader*<sup>5</sup>.

Le travail de numérisation consista à décalquer les différentes vues du dessin (fig. 9). Cette technique de modélisation nous permis de garder les proportions au plus proche de celles de l'objet. Afin d'obtenir un modèle utilisable pour notre animation, le pêne fut restitué dans sa forme première supposée. Par ailleurs, une clé théorique, objet manquant lors de la découverte, fut modélisée grâce au mécanisme qui permet de comprendre sa forme.

Une fois les différentes pièces de l'objet modélisées, un soin particulier fut donné à l'élaboration de textures. Il était

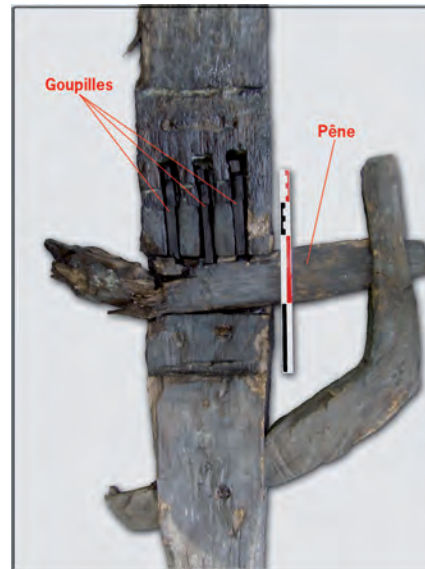


Fig.7. Détail de la serrure. Photo Loïc de Cargouet, Inrap

important de garder une image proche de la réalité pour le sens des cernes du bois, information des plus importantes pour les xylogues (fig. 10).

C'est à partir des textures internes au logiciel que nous avons réalisé le rendu bois. L'utilisation de texture en *normal mapping*<sup>6</sup> permet d'avoir un rendu plus naturel.

Pour le passage au *game engine* nous avons conçu une animation restituant les mouvements du mécanisme de la serrure. Nous attribuâmes des fonctions à certaines touches du clavier, afin qu'elles déclenchent le mouvement d'une ou plusieurs pièces. Ainsi, une touche lance l'ouverture de notre mécanisme de manière à rendre visible le fonctionnement de la serrure, chose qui en réalité n'est pas envisageable sans détériorer l'objet (fig. 11). Une autre touche déclenche l'action de la clé qui va soulever les goupilles, libérant de la sorte le pêne (fig. 12). Par ailleurs, nous avons ajouté des fonctionnalités de zoom centrées sur la serrure et la possibilité de mettre en avant une goupille pour que l'on puisse voir la forme de ces éléments dans leur ensemble (fig. 13).

Une fois notre modèle définitif achevé, il fut compilé en un fichier exécutable, ouvrable sur tous les ordinateurs dotés de *Windows XP*.

## CONCLUSION

Ces travaux novateurs pour l'Inrap en Île-de-France, montrent l'utilité que peut avoir la modélisation tridimensionnelle, dans la représentation et l'explication d'objets et de techniques mises en évidence par l'archéologie. Ils ouvrent de nouvelles

5. Un **shader** (anglais, du verbe *to shade* : ombrager ou estomper, nuancer) est un programme utilisé en image de synthèse pour paramétrer une partie du processus de rendu réalisé par une carte graphique ou un moteur de rendu logiciel. Source : <http://fr.wikipedia.org>

6. Le "normal mapping" est un "shader" permettant grâce à une réorientation de la lumière en fonction de normales attribuées à chaque pixel de notre texture, de simuler un relief.



perspectives pour la diffusion des découvertes et peuvent s'avérer être de nouveaux supports d'échanges scientifiques entre chercheurs. Nos travaux s'orientent maintenant sur la mise en ligne de modèles et nous aimerions explorer la possibilité de faire des conférences interactives gérées sur serveur, grâce à des moteurs 3D destinés à la production de jeux vidéo en réseau.

Mais pour l'heure une réelle discussion est nécessaire au sein de l'Inrap pour que la modélisation tridimensionnelle soit considérée comme un moyen scientifique et communicatif d'études archéologiques.

### Bibliographie

- Charamond, C. (2007) : "Une serrure en bois unique en France à Chelles", in : Rapport d'activité 2007, 66.
- Demars, P.-Y. et P. Laurent (1992) : "Types d'outils lithiques. Du paléolithique supérieur en Europe", in : Presses du CNRS, 1-178.
- Locht, J. L. et al. (2003) : "Le gisement paléolithique moyen et les séquences pléistocènes de Villiers-Adam (Val-d'Oise, France). Chronostratigraphie, environnement et implantations humaines", *Gallia Préhistoire* 2003 n° 45, 1-112.

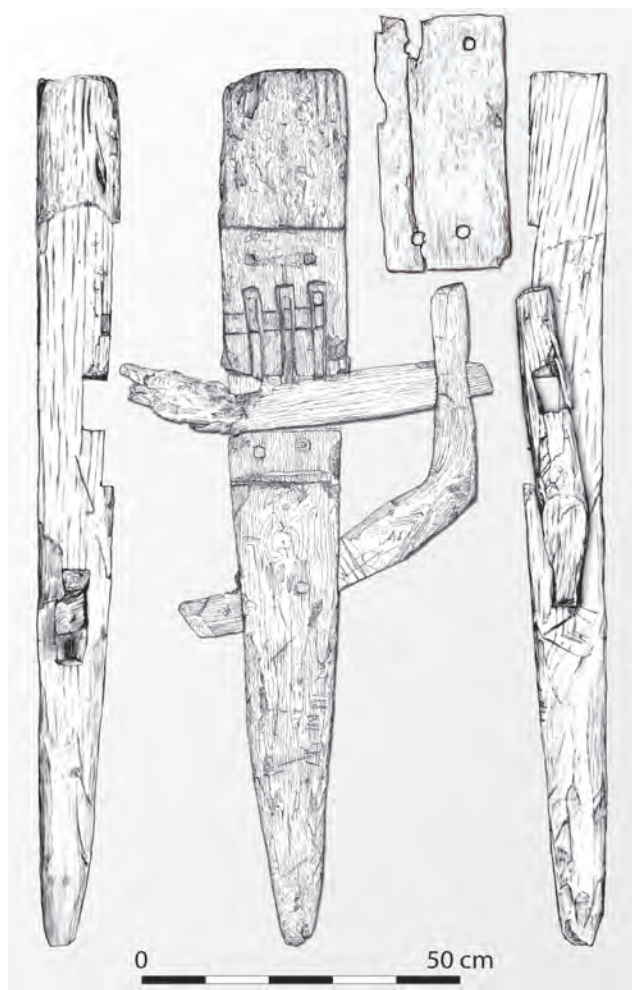


Fig. 8. Dessin du pieu serrure à l'échelle 1/10. Nicolas Saulière, Inrap

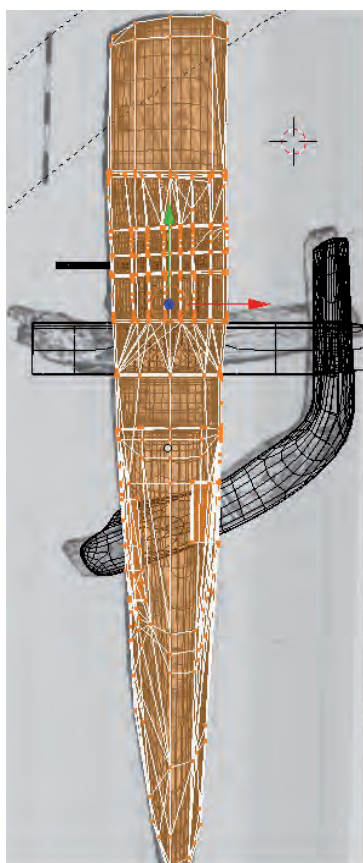


Fig. 9. Modélisation par décalquage du dessin du pieu.

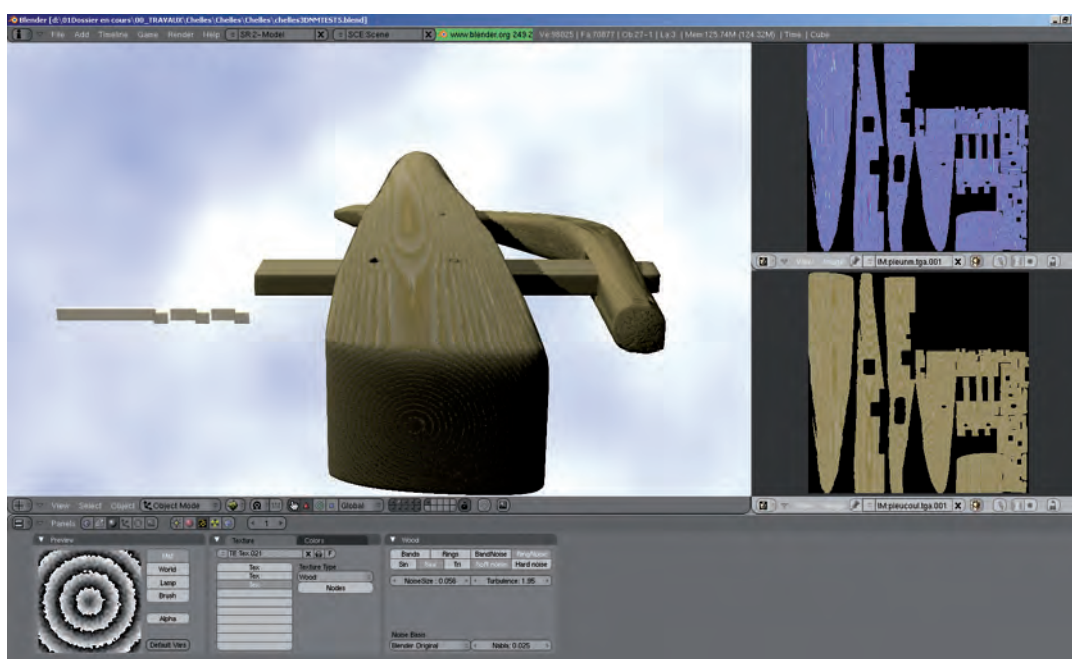


Fig. 10. Détail de la texture du bois.

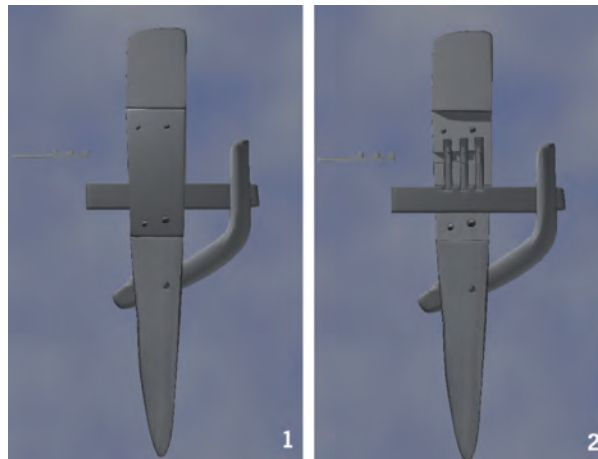


Fig. 11. Ouverture du capot de la serrure.

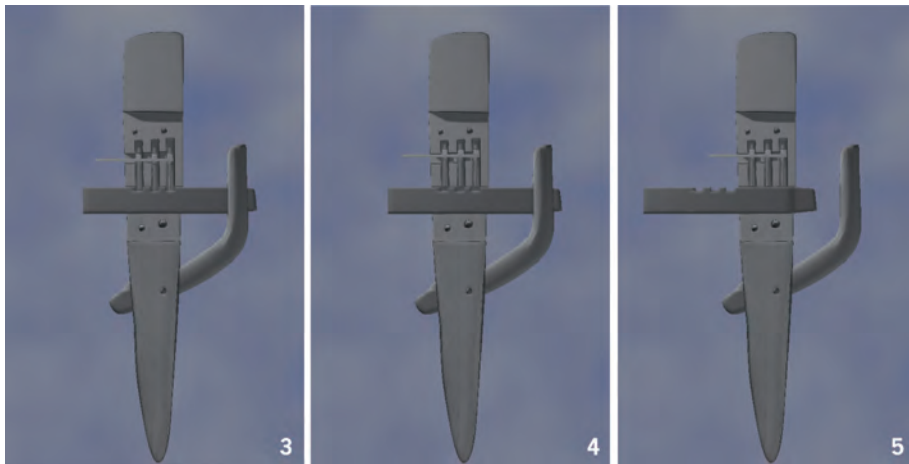


Fig. 12. Actionnement du mécanisme de la serrure.

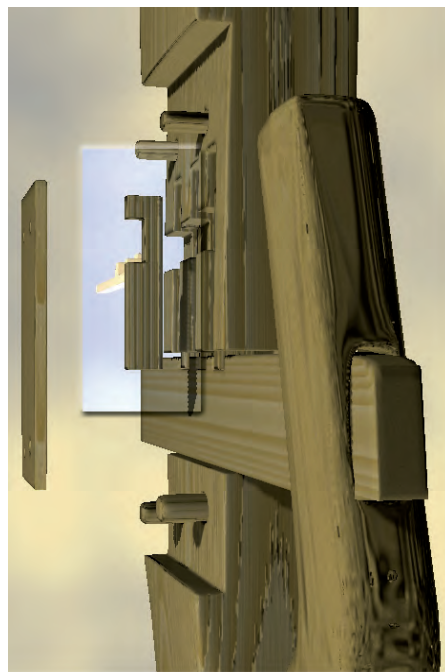


Fig. 13. Détail sur une goupille.