



# Moulage d'un four du Néolithique ancien à Alleur. Rapport d'intervention

## Première partie : Les opérations de prise d'empreinte

Jean-Noël ANSLIJN, Jean-Christophe FERETTE et Jean-Philippe MARCHAL

### RÉSUMÉ

Suite à la découverte d'un four datant du néolithique ancien sur le site d'Alleur, les Chercheurs de la Wallonie, en accord avec le service des fouilles de la Région Wallonne (DGATLP), ont pris la décision de réaliser un moulage de l'intégralité du document avant de procéder à la poursuite de la fouille.

Les particularités du document, les conditions climatiques et la logistique nécessaire à ce type d'intervention ont soulevé divers problèmes concrets et apporté nombre d'informations quant aux mesures à prendre pour mener à bien un moulage d'une telle ampleur.

En parallèle à cette opération, nous avons aussi procédé au relevé d'une dizaine de profil stratigraphiques sous forme « d'arrachés » de stratigraphie.

Cette note a pour objectif de présenter les opérations de moulage dans leur ensemble, de l'examen du document au démoulage, ainsi que la réalisation des « arrachés » de stratigraphie. Un chapitre s'attardera plus particulièrement sur la problématique propre à cette intervention.

### ABSTRACT

*After the discovery of an Early Neolithic kiln on the site of Alleur, the staff of the association "Les Chercheurs de la Wallonie" decided to make a mould of the whole structure and then resume the excavation process, in partnership with the Archaeology Department of the Région Wallonne (DGATLP).*

*Some concrete problems arose, due to the particularities of this feature, the weather or the logistics necessary to the kind of work, and brought a lot of clues for the future of this type of wide surface moulding, as well as the measures to be taken for this purpose.*

*At the same time we also began the preparation of stratigraphic profiles, using glue-like materials and synthetic fibres.*

*The objectives of this article is to present the moulding operations globally, from the diagnosis to the peeling of the silicone rubber mould, as well as the stratigraphic surveys. A section of this note will also present a critical analysis of this peculiar intervention and the problems we encountered.*

## 1. INTRODUCTION

Le site d'Alleur est situé à l'emplacement de l'ancien domaine militaire, en bordure du parc industriel (fig. 1 et 2).

Menacé par l'extension de la zone industrielle, il a fait l'objet d'une fouille de sauvetage menée par l'équipe d'intervention des Chercheurs de la Wallonie<sup>1</sup> (subvention de la Région Wallonne n° 97/42430 du 18 juillet 1997), supervisée par M. Jean-Marc Léotard, archéologue provincial, attaché au service des fouilles (Direction de Liège, DGATLP, MRW).

Ces recherches ont notamment permis la mise au jour d'une structure rubéfiée, en

cuvette, d'1 m 50 de diamètre sur 75 cm de profondeur.

Le degré de rubéfaction des parois de cette cuvette correspond à une cuisson intense et répétée, ce qui semble indiquer qu'il s'agit d'un four. Les modalités de remplissage et le matériel associé à cette structure suggèrent une attribution chronologique au néolithique ancien : nous sommes donc vraisemblablement en présence d'un four « rubané » exceptionnellement bien conservé.

Étant donné le caractère exceptionnel de cette découverte et vu l'urgence de la situation, les Chercheurs de la Wallonie ont décidé, en accord avec la direction des fouilles de la Région Wallonne, de mouler l'intégralité de ce document avant d'en poursuivre la fouille et de prélever des échantillons pour une datation par archéomagnétisme.

<sup>1</sup> Constituée de MM. Jean-Philippe Marchal, archéologue, Frédéric Taïdeman, dessinateur et Victor Kadima, Opérateur.

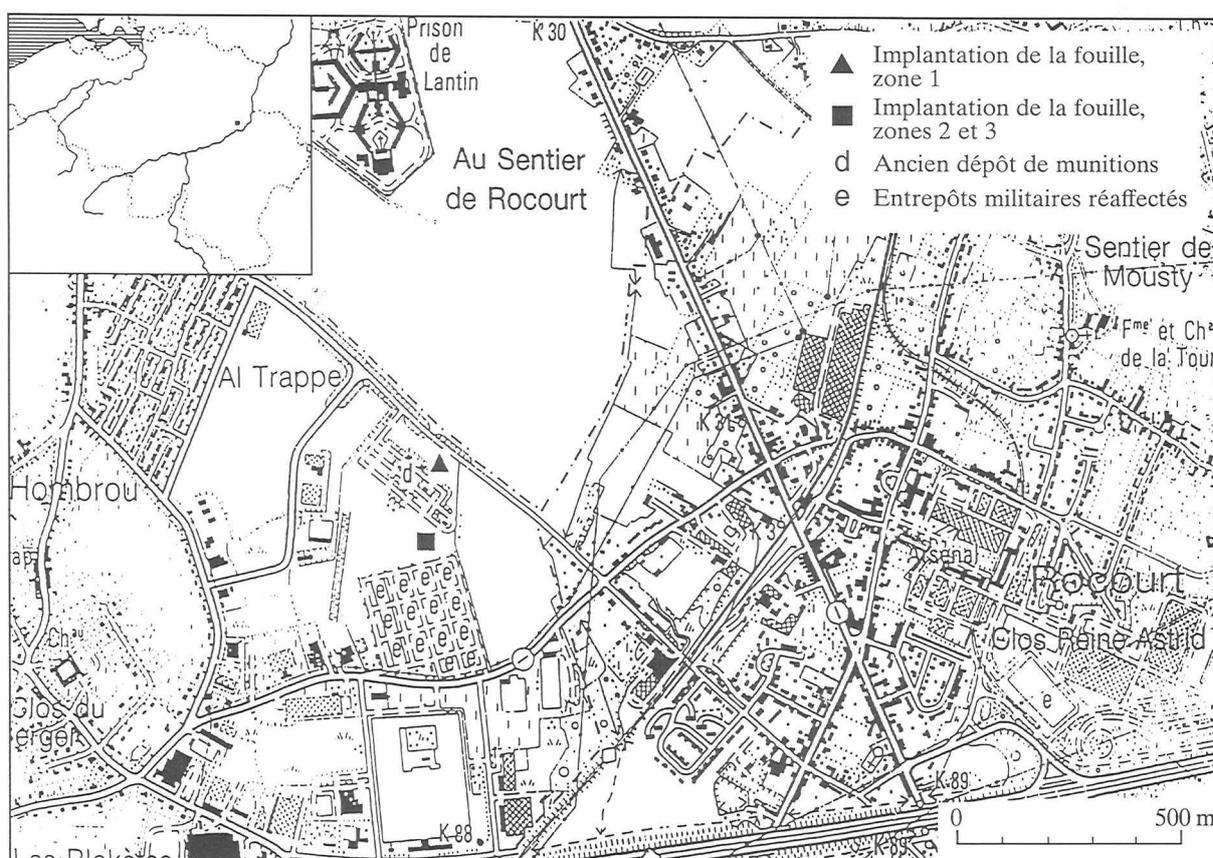


FIG. 1. – Carte de situation (J.-P. Marchal et F. Taïldeman).

Cette opération s'inscrit dans le sillage de quelques exemples connus de moulage de structures archéologiques : les sols d'habitat de Pincevent (Brézillon, 1965), de Terra-Amata ou de Tautavel (David & Desclaux, 1992), le sauvetage de la « Stèle du chef de tribu » (de Lumley *et al.*, 1990), ...

Tous ces cas de moulage font office de référence au travers de la publication dont ils ont fait l'objet, contrairement à d'autres exemples, tout aussi riches d'enseignement, mais malheureusement restés inédits (moulage du foyer de Chaleux, par exemple). Or, le manque de références constitue un handicap singulier quant à la préparation d'une intervention de ce type.

C'est la raison pour laquelle nous avons décidé de publier cet article, afin de présenter les opérations de moulage, les réflexions préalables à ce type d'intervention et les problèmes concrets qui peuvent se présenter dans ces circonstances précises.

Le but de cette note est de diffuser une information, aussi transparente et critique

que possible, qui puisse servir à d'autres personnes placées face à ce genre de situation. Notre volonté est aussi, et peut-être surtout, d'alimenter un débat de fond sur la pratique du moulage, afin de faire évoluer le moulage sur base de réflexions et de critiques constructives.

## 2. LA FOSSE 2.40, PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA STRUCTURE

La fosse 2.40 est la dernière structure apparue au décapage, en bordure des tas de terre (fig. 3 et 4). Elle présentait une forme irrégulière, approximativement circulaire d'environ 2 m de diamètre et fut classiquement ouverte selon la méthode des quadrants opposés. L'apparition, à environ 0,30 m de profondeur dans les deux quadrants, d'une bande de terre rubéfiée régulière, qui dessinait une forme circulaire à l'intérieur même du remplissage exigea alors une approche méthodologique différente.

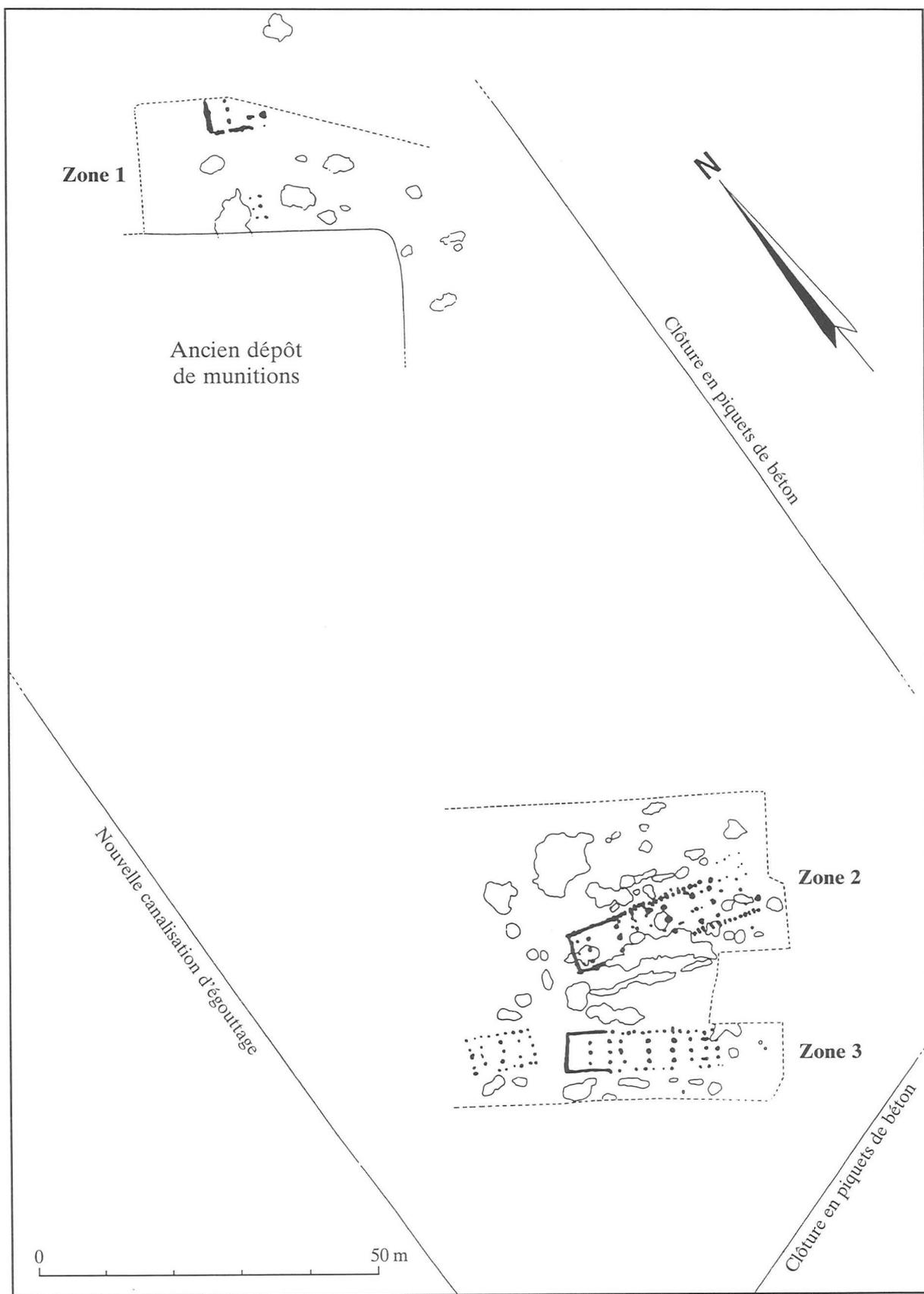


FIG. 2. – Localisation des zones d'intervention (J.-P. Marchal et F. Taïldeman).

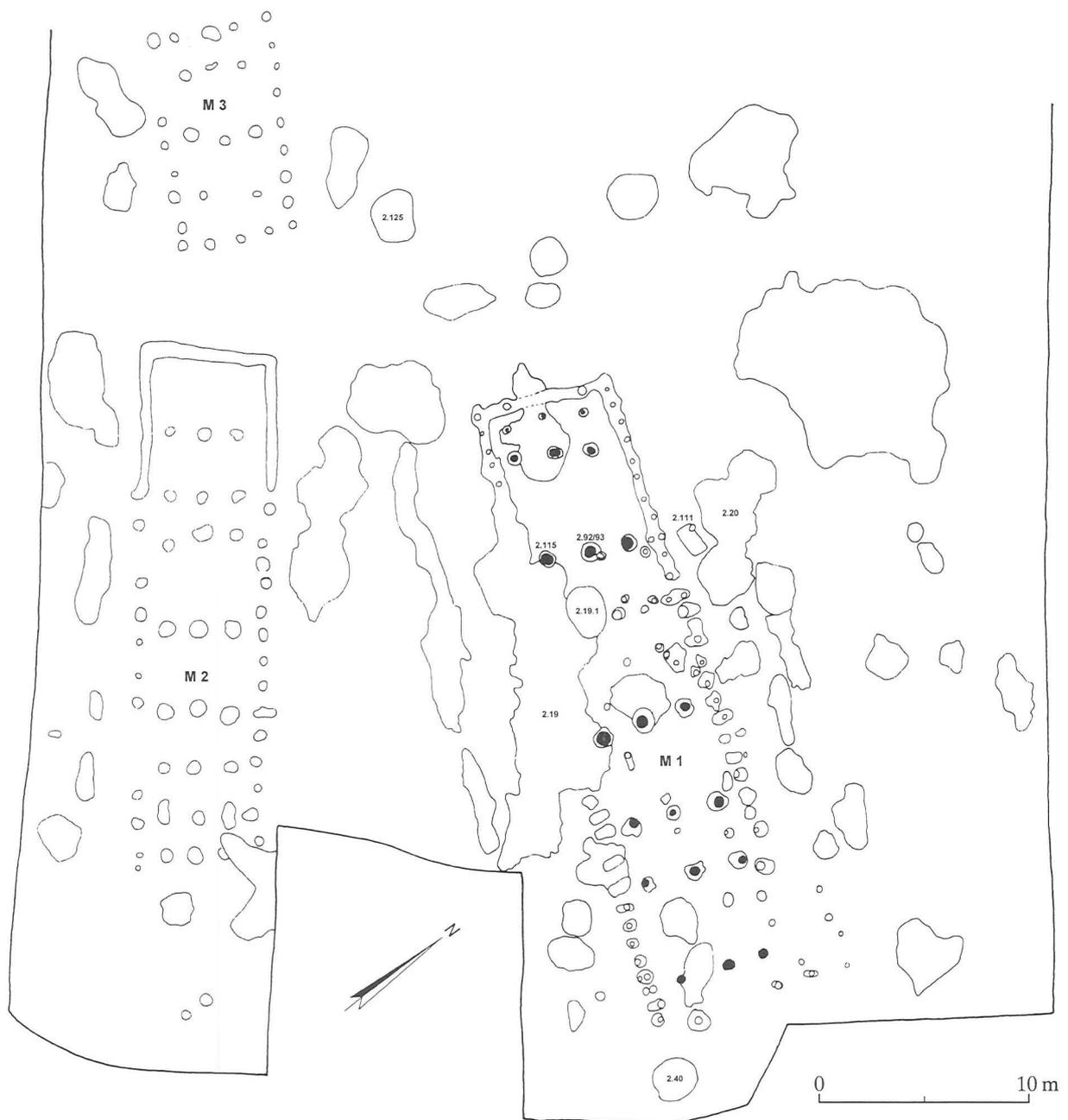


FIG. 3. – Plan d'ensemble des zones 2 et 3 (J.-P. Marchal et F. Taïldeman).

La couche rubéfiée fut laissée en place et parfaitement suivie de façon à pouvoir appréhender son extension en planimétrie.

Elle affectait une forte déclivité vers le centre de la fosse et une grande uniformité de teinte sur toute sa surface, témoin manifeste d'une rubéfaction *in situ* qui permettait de conclure à l'existence d'un four enterré. Après relevé des stratigraphies, les deux quadrants restants furent soigneusement dégagés et les prélèvements effectués dans les premiers niveaux de comblement De forme circulaire,

le four a été creusé dans le remplissage même d'une structure préexistante. Il présente un diamètre d'environ 1,60 m et est conservé sur une profondeur maximale de 74 cm. Il affecte, dans sa partie **sud-est** (axe B-A), une forme cylindrique, une paroi verticale et un fond plat qui remonte en s'incurvant vers le **nord-ouest**, restituant ainsi une paroi à forte pente, orientée vers la maison 1.

Après creusement, les parois verticales ont été enduites d'une terre limoneuse jaune qui s'est rubéfiée progressivement sous l'effet

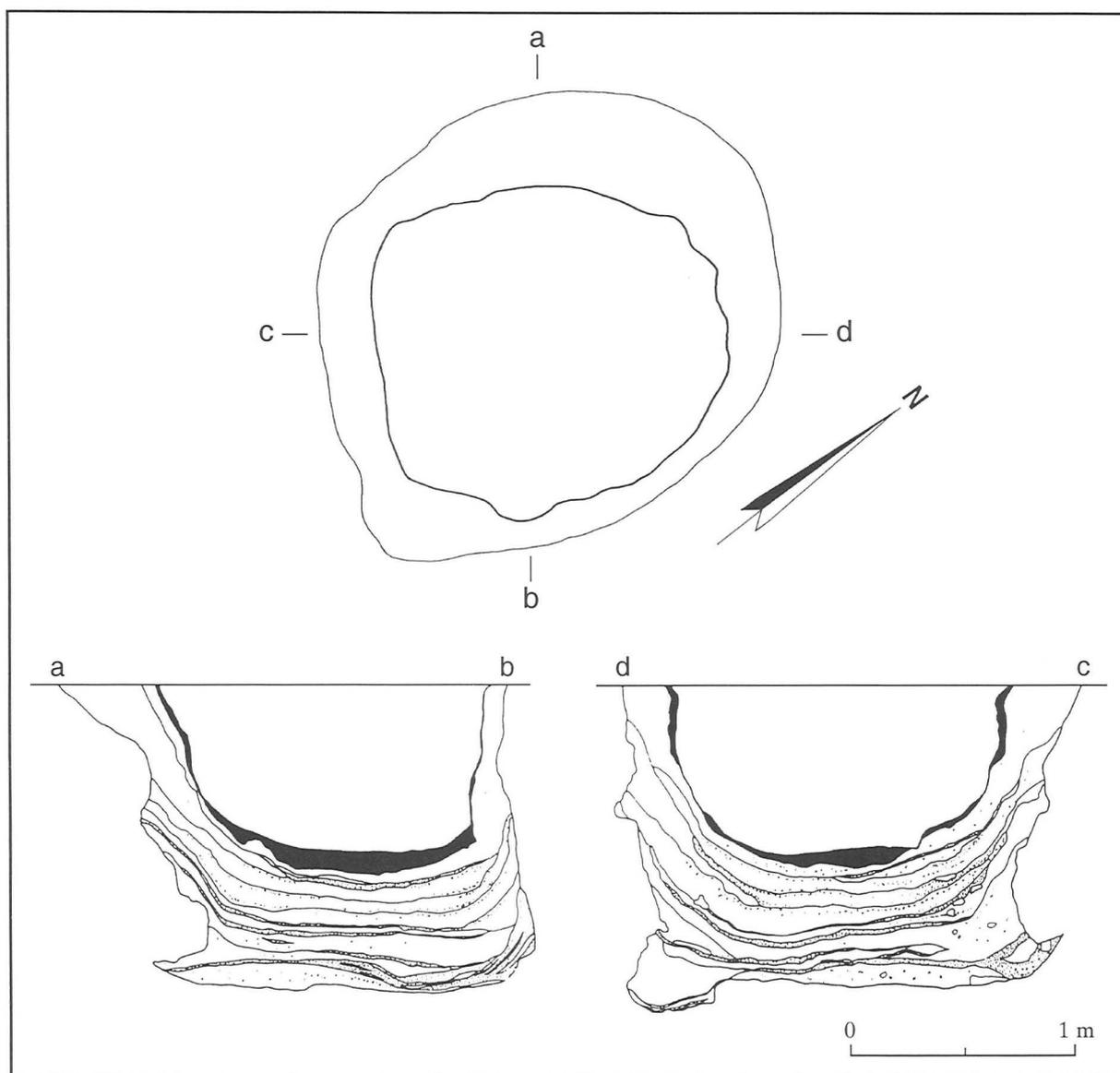


FIG. 4. – La structure 2.40, vue en plan (en haut) et profils stratigraphiques (en bas) [J.-P. Marchal et F. Taldeman].

de la chaleur comme l'indique l'atténuation des teintes du bas vers le haut. Le fond a, quant à lui, été soigneusement recouvert, tant dans sa partie plane que dans sa partie incurvée, de fragments de terre déjà brûlée provenant d'une autre aire de combustion et ré-amalgamés lors de la phase d'utilisation de la structure. Son épaisseur atteint, par endroits, 10 cm. Le centre de chaleur maximale apparaissait clairement dans la partie **est**, sous la forme d'une tache circulaire intensément brûlée. Une dizaine d'alvéoles de dimensions variables mais disposées sur les plans approximativement horizontaux se détachaient sur la partie incurvée du fond. La fouille montre

qu'elles existaient au moment de l'abandon du four, mais il n'est pas possible de préciser si elles sont accidentelles ou liées à son utilisation.

Après prélèvements archéo-magnétiques et archéo-pédologiques, les deux quadrants initiaux ont été réouverts de manière à obtenir les profils du four et de la fosse antérieure. Celle-ci se prolonge jusqu'à une profondeur de 50 cm depuis la base de la couche rubéfiée. Son remplissage est exclusivement constitué d'une succession de lentilles d'épaisseurs variables, mais présentant toutes d'énormes concentrations de charbons de bois. La fosse a donc servi à l'évacuation répétée de rejets d'aires

de combustion échelonnées sur une longue période, comme en témoigne l'épaisseur du comblement.

Au stade actuel de l'étude, de nombreuses questions se posent tant au niveau du fonctionnement du four que de sa destination ou de sa chronologie relative.

L'étude du matériel et les différentes analyses en cours nous apporteront d'indispensables informations complémentaires mais quelques considérations générales peuvent être émises ici.

Si l'appartenance du four à la culture rubanée ne semble guère faire de doutes au vu du matériel retrouvé dans son comblement final, sa position dans la chronologie relative du site peut prêter à discussion. De prime abord, on serait tenté de le mettre en relation avec la maison 1. Au même titre que cette dernière, il recoupe une fosse antérieure et se positionne très précisément sur son angle extérieur **est**, sans superposition des deux ensembles. Il apparaît de surcroît désaxé par rapport à l'entrée présumée de la maison. Paradoxalement, cette proximité constitue, comme pour la structure 2.111 (fig. 2)<sup>2</sup>, le principal obstacle à leur caractère contemporain, pour d'évidentes raisons de sécurité (proximité d'un foyer de combustion et de la paroi de la maison, de même que la couverture du toit, présumées inflammables).

La destination primitive du four suscite aussi de nombreuses interrogations : four domestique ?, four à céramique ? Il est malheureusement situé en bordure de la zone de décapage et les quelques fosses avoisinantes ne livrent pas d'informations à ce sujet, pas

<sup>2</sup> Une autre structure rubéfiée, rectangulaire, découverte sur le flanc **nord-est** de la maison 1 (J.-P. Marchal, 1998).

plus que son comblement final. De plus, la fosse recoupée pour son installation présente, nous l'avons vu, d'énormes quantités de rejets de charbons de bois, indice probable de l'existence d'autres aires de combustion situées à proximité.

La poursuite des fouilles vers l'**est** paraît donc indispensable.

Pour plus d'informations concernant les fouilles du site d'Alleur, le lecteur se reportera à l'article publié dans les *Notae Praehistoricae*, 1998, dont cette présentation est extraite.

### 3. LES OPÉRATIONS DE MOULAGE

#### 3.1. Examen du document

Le four se présente donc sous forme d'une cuvette d'environ 1,50 m de diamètre et de 74 cm de profondeur. Concave sur presque tout le pourtour de la structure, la paroi se redresse nettement dans la partie **nord-est** sur une portion d'environ 125 cm de longueur. Cette partie abrupte de la paroi, conservée sur une plus grande hauteur, est aussi la plus fragile, étant éclatée en petits éléments peu solidaires.

La partie **sud-ouest** du four est également plus haute et plus fragile (fig. 5).

Le fond de la cuvette présente une relative homogénéité et semble rubéfié en profondeur.

La porosité générale de l'ensemble rend nécessaire une consolidation suffisante de la surface avant toute opération de moulage. Sur les conseils de Sylviane Mathieu, historienne, attachée à la Direction de l'archéologie (DGATLP, MRW), nous avons décidé d'appliquer plusieurs couches de Compaktuna (émulsion plastique principalement utilisée comme liant pour mortier), ce produit, véhiculé avec

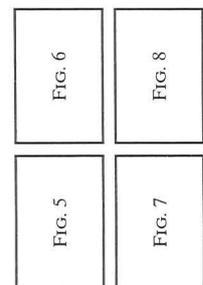
Page de droite :

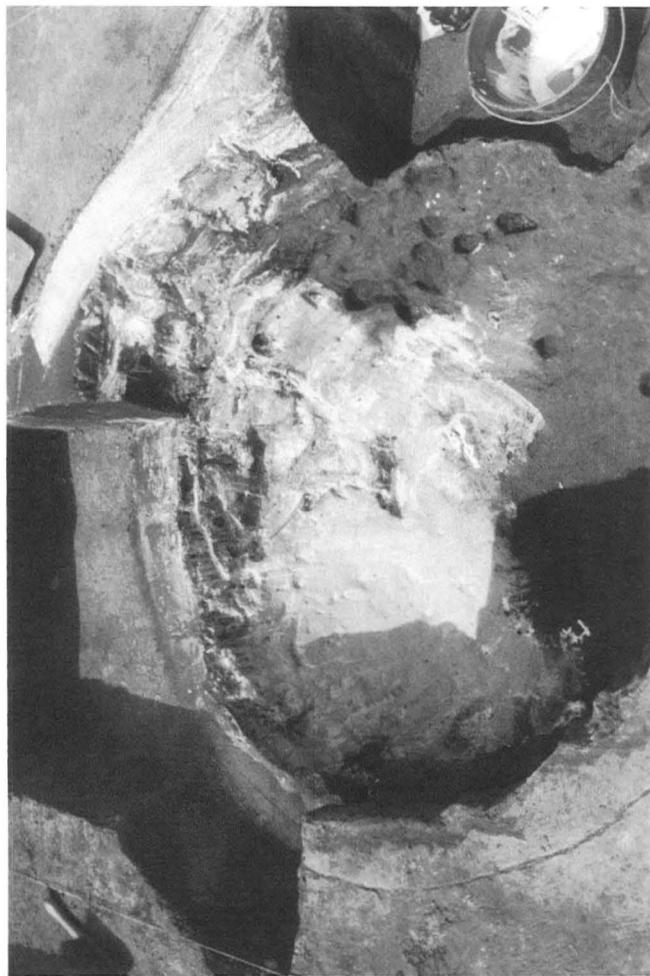
FIG. 5. – Le four entièrement dégagé. La partie sud-est, plus fragile, est bien visible (partie supérieure du cliché). Les alvéoles apparaissent également distinctement.

FIG. 6. – Consolidation de la surface du document. Application d'une pellicule de Compaktuna.

FIG. 7. – Consolidation de la surface du document. Vue générale du four en cours de consolidation.

FIG. 8. – Réalisation de la membrane (première couche). Application de la première couche de silicone. Un agent de démoulage a été préalablement vaporisé sur toute la surface à mouler. La première couche de silicone, la couche de prise d'empreinte, doit être exempte de bulles d'air. L'utilisation d'une brosse permet de crever les bulles contenues dans le mélange. Pour améliorer le résultat, cette couche sera ensuite lissée à l'aide d'une spatule.





de l'eau, étant parfaitement compatible avec une application sur une surface humide (Berducou, 1990).

Dans de nombreux cas, les interventions de consolidations posent un sérieux problème quant à la pollution des datations effectuées sur base d'échantillons prélevés suite à l'induration ou au moulage. Ce postulat s'applique essentiellement aux datations isotopiques ( $^{14}\text{C}$ , K/Ar, U/Th, AMS, ...), mais la prudence reste de mise vis-à-vis de toutes les méthodes envisageables. Il est donc essentiel d'intégrer ce raisonnement dans la dynamique du chantier et d'établir un dialogue avec les spécialistes concernés.

## 3.2. Préparation du moulage

### 3.2.1. Choix de la méthode de moulage

Le choix de la méthode de moulage, en l'occurrence un moulage par stratification (Anslijn, 1995; David et Desclaux, 1992), dépend principalement des dimensions de la structure (environ  $5 \text{ m}^2$ ) et de la fragilité de la surface à reproduire. Cette méthode permet notamment de réduire le poids de la membrane et de la chape par l'adjonction de couches de renfort fibreux (mat de verre ou verranne) dans les couches d'élastomère et de polyester. Ces particularités permettent en outre de limiter fortement la consommation en matériaux de moulage.

### 3.2.2. Consommation en matériaux de moulage

L'estimation de la consommation en matériaux de moulage dépend d'une part de la superficie à mouler, exprimée en  $\text{m}^2$  et de

l'épaisseur souhaitée de la membrane ou de la chape exprimée en mm :

superficie × épaisseur = consommation.
(m <sup>2</sup> )            (mm)            (litres)

La surface à reproduire s'étend sur environ  $5 \text{ m}^2$  et la membrane, compte tenu de l'utilisation de plusieurs couches de mat de verre, ne dépassera guère 8 mm d'épaisseur. La consommation en élastomère s'élèvera donc à environ 40 litres.

L'épaisseur de la chape atteindra 5 mm (le polyester sera renforcé par deux épaisses couches de mat de verre), nécessitant donc une consommation de 25 litres de polyester.

### 3.2.3. Gestion des dépollués et des contre-dépollués

En terme de moulage, une des principales sources de problèmes réside dans la présence de creux et de reliefs qui peuvent, en fonction de leur orientation et de leur profondeur, constituer des zones de rétention lors du démoulage. Ces contre-dépollués sont susceptibles d'empêcher un démoulage en douceur et devront être colmatés avant la réalisation de la chape. En effet, la réalisation d'un contre-moule s'apparente à une prise d'empreinte, la surface extérieure de la membrane définissant le relief intérieur de la chape. La gestion des contre-dépollués permet d'éviter d'éventuelles rétentions au déchappage (démoulage de la chape).

Dans le cas présent, la solution envisagée consiste à colmater les contre-dépollués qui seront encore suffisamment marquées après la réalisation de la membrane avec une

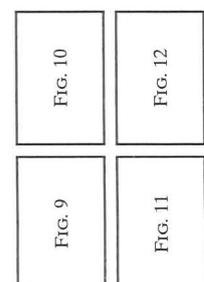
Page de droite :

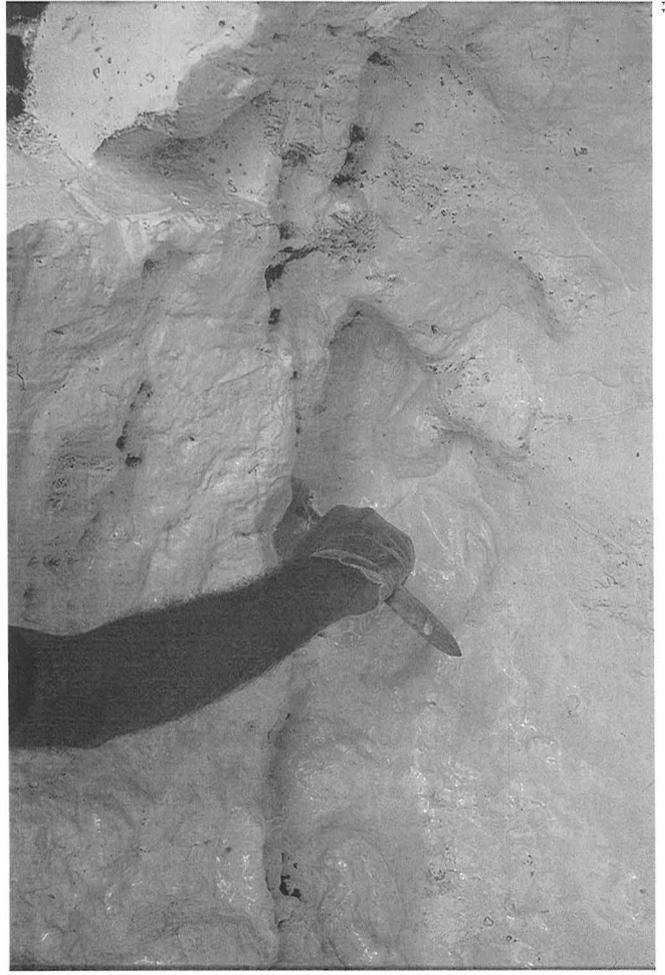
FIG. 9. – Réalisation de la membrane (première couche). Pour limiter la formation de bulles d'air, on peut aussi verser le silicone en un fin filet. Les bulles d'air seront alors éliminées avant que le mélange ne se répande sur la surface du document. Le silicone sera ensuite étendu à la brosse ou à la spatule.

FIG. 10. – Réalisation de la membrane (première couche). Vue générale du four en cours de moulage. Pour éviter de marcher sur la surface à mouler, nous avons installé une « passerelle » au-dessus de la structure.

FIG. 11. – Réalisation de la membrane (première couche). Application d'un mélange de silicone épaissi (consistance pâteuse) sur les parties des surfaces abruptes, afin de limiter les coulées de silicones et d'assurer une bonne prise d'empreinte sur tout le document.

FIG. 12. – Réalisation de la membrane (deuxième couche). Application d'une couche de verranne (fibre de verre) sur les parois abruptes, plus fragiles. Cette couche de fibre permettra de renforcer la membrane et, en outre, de faciliter l'accrochage du silicone épaissi.





préparation à base de latex. Ce colmatage, réalisé à l'aide d'un matériau élastique, pourra être retiré de la membrane après l'extraction de la chape de polyester et replacé entre la membrane et la chape lors du remontage du moule. Dans des cas de moulage similaires, on cite également l'emploi de plâtre ou de mastic à base de silicone pour le colmatage des contre-dépouilles (Anslijn, 1995; David & Desclaux, 1992; Rosier, 1990; Delpech, 1992).

### 3.2.4. Planification des opérations

#### 3.2.4.1. Consolidation du document

Une couche de Kompaktuna sera appliquée sur toute la zone à reproduire. Étalaé à la brosse, ce produit formera une fine pellicule destinée à protéger et à renforcer la surface du document (fig. 6 et 7). Le Kompaktuna jouera en outre le rôle de bouche-pores, empêchant l'élastomère de s'infiltrer dans la terre rubéfiée. Les opérations de moulage proprement dites pourront commencer dès que ce film protecteur sera sec.

#### 3.2.4.2. Réalisation de la membrane

Après vaporisation d'une pellicule de dé-moulant<sup>3</sup> débutera l'application des couches successives d'élastomère (en l'occurrence un élastomère silicone RTV à deux composants).

1. Pour améliorer la qualité de la prise d'empreinte, la première couche de silicone sera appliquée pure, par coulée (fig. 8 et 9). Cette couche de prise d'empreinte épousera

parfaitement la forme du document en se répandant lentement sur toute sa surface. En cours d'application, cette pellicule de silicone sera lissée à la spatule pour éliminer les dernières bulles d'air qui s'infiltrèrent dans la préparation lors du mélange des composants (fig. 10 et 11).

2. La deuxième application de silicone interviendra avant la fin de la prise de la première couche. Le produit sera d'abord coulé sur la couche précédente pour faciliter la répartition du silicone avant l'application des bandes de fibre de verre. Le mouleur tamponnera ensuite le tissu afin d'uniformiser la surface et de bien faire pénétrer le silicone dans le tissu fibreux. Cette opération aura pour effet d'homogénéiser la membrane et d'éviter l'apparition de poche d'air (fig. 12 à 14).
3. Une troisième couche sera alors appliquée, selon la même technique, pour renforcer la membrane et lui donner une résistance suffisante à l'étirement — lors des opérations de démoulage — (fig. 15 à 17).
4. Avant la fin du temps de prise de la dernière couche, le mouleur appliquera quelques plots de recentrage sur des points stratégiques de la membrane. Ces plots de recentrage, réalisés en silicone<sup>4</sup>, permettront de positionner la membrane sur la chape de polyester après le démoulage.

<sup>3</sup> *Trenn Spray* de Voss Chemie, un dé-moulant spécifique conditionné en aérosol.

<sup>4</sup> Silicone coulé dans des moules à glaçons classiques. Ces moules à glaçons offrent l'avantage d'être étudiés pour présenter des formes parfaitement « de dépouille », c'est-à-dire sans aspérités et faciles à démouler.

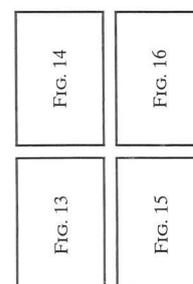
Page de droite :

FIG. 13. — Réalisation de la membrane (deuxième couche). Application d'une couche de verranne (détail). Pour bien imbiber le tissu fibreux, le mouleur presse la verranne sur la couche de silicone encore frais. Une fois l'opération terminée, la verranne sera parfaitement intégrée dans la membrane.

FIG. 14. — Réalisation de la membrane (deuxième couche). Application de silicone épaissi dans les creux les plus importants. Cette opération doit tenir compte des possibilités de démoulage. En effet, la membrane de silicone ne doit pas boucher les creux mais en réduire la profondeur. Pour le colmatage des contres dépouilles les plus importantes, on procédera plus spécifiquement à la réalisation des pièces de colmatage amovibles.

FIG. 15. — Réalisation de la membrane (troisième couche). Il est important de renforcer les parties les plus fragiles par une couche de verranne supplémentaire, afin de réduire les risques de déchirement de la membrane lors du démoulage.

FIG. 16. — Réalisation de la membrane (troisième couche). Lissage de la surface à l'aide d'une spatule. Cette dernière couche de silicone, la couche extérieure de la membrane, ne doit pas présenter de reliefs afin de réduire les risques d'adhérence et de rétention entre la membrane de silicone et la chape de polyester.

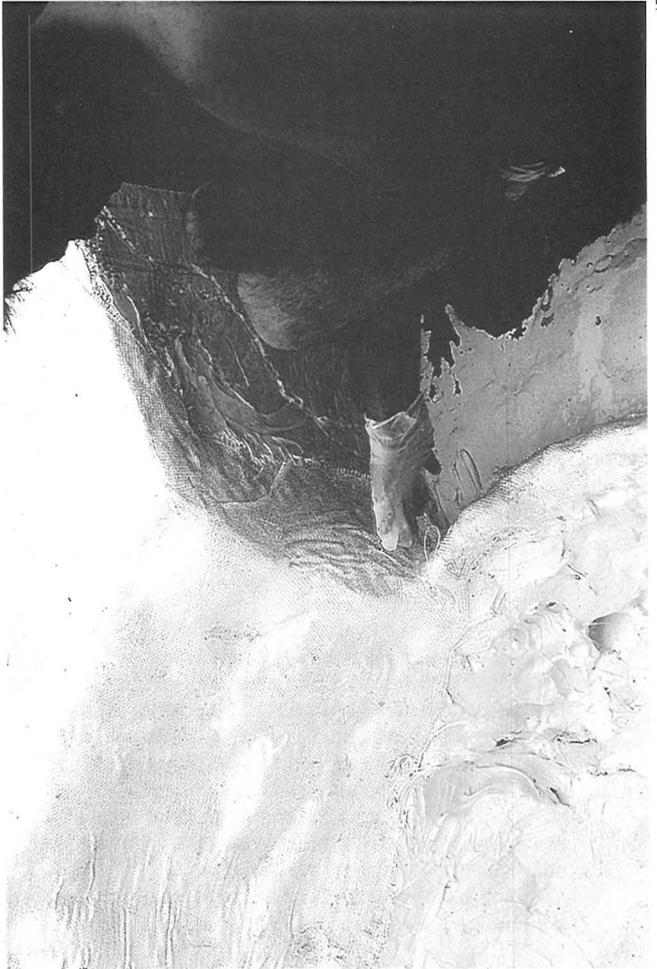




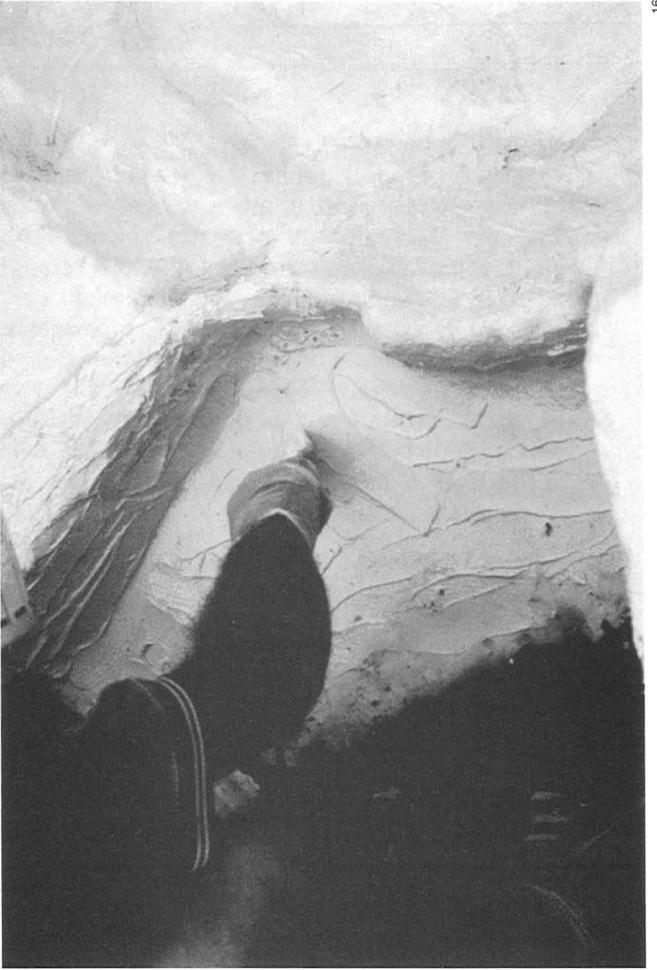
13



14



15



16

**Remarque**

Dès la première application, les parties les plus abruptes seront traitées de manière particulière. En effet, le temps de prise du silicone utilisé étant d'environ huit heures, il est à craindre de voir le produit couler complètement sur le fond de la cuvette en raison de sa consistance quasi liquide. Afin d'éviter ce phénomène, un additif thixotropant (épaississeur) spécifique sera ajouté au silicone pour lui donner une consistance plus « pâteuse ». Le mélange « accrochera » mieux la surface à mouler et permettra une prise d'empreinte parfaite.

**3.2.4.3. Colmatage des contre-dépouilles**

Les contre-dépouilles qui subsistent après la réalisation de la membrane seront colmatées avec du latex épais. Ces pièces de colmatage permettront d'obturer les creux afin de faciliter l'enlèvement de la chape de polyester (fig. 18 à 21).

**3.2.4.4. Réalisation de la chape****Remarque**

La chape, réalisée après réticulation complète des couches d'élastomère composant la membrane, sera découpée en plusieurs pièces pour faciliter le déchapage. Les limites de chaque pièce seront définies en fonction de trois critères : l'absence de contre-dépouilles dans le sens du démontage, l'accessibilité de la zone lorsque la chape sera terminée, l'intégration logique de la forme de la pièce dans l'ordre de succession des phases du démontage (fig. 22).

La planification des opérations de déchapage est une phase cruciale dans la préparation du moule. La moindre erreur de calcul peut empêcher l'enlèvement de la chape ou provoquer la destruction d'une partie du document.

1. Matérialisation de la limite de la première pièce par un muret de pâte à modeler et régularisation du plan de joint. La hauteur et l'inclinaison du muret définiront la direction des bords de la chape qui serviront à boulonner les différentes pièces de la chape (David & Desclaux, 1992) [fig. 23 à 25].
2. Application d'une pellicule de démoulant.
3. Application de la première couche de polyester, pur, sur toute la zone définie et sur les bords du plan de joint (fig. 26).
4. Dès le début de la polymérisation de cette couche, application d'une bande de mat de verre (fig. 27).
5. La couche de fibre de verre est imbibée de polyester et vidée de ses bulles d'air à l'aide d'un « ébulleur » — petit rouleau composé d'une centaine de roulettes séparées par des œillets d'un diamètre inférieur — (fig. 28).
6. Les opérations sont répétées deux fois (application de trois couches de polyester stratifié) avant de procéder aux dernières retouches (fig. 29 et 30).

Pour les autres pièces, les mêmes opérations seront reproduites systématiquement sauf en ce qui concerne la réalisation des murets puisque, au bout d'un certain nombre de pièces, les bords déjà réalisés serviront de support à la réalisation de leur pendant sur la pièce adjacente (fig. 31 à 34).

Dès que toutes les pièces de la chape seront terminées, c'est-à-dire après la polymérisation de la dernière couche de polyester, il ne restera plus qu'à percer des trous à intervalles réguliers et à boulonner toutes les pièces (pour vérifier si la fixation est suffisante). Ceci étant fait, il faudra déboulonner l'ensemble et procéder au déchapage.

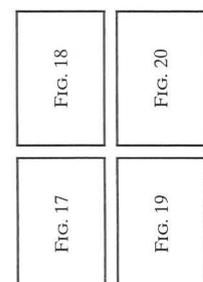
Page de droite :

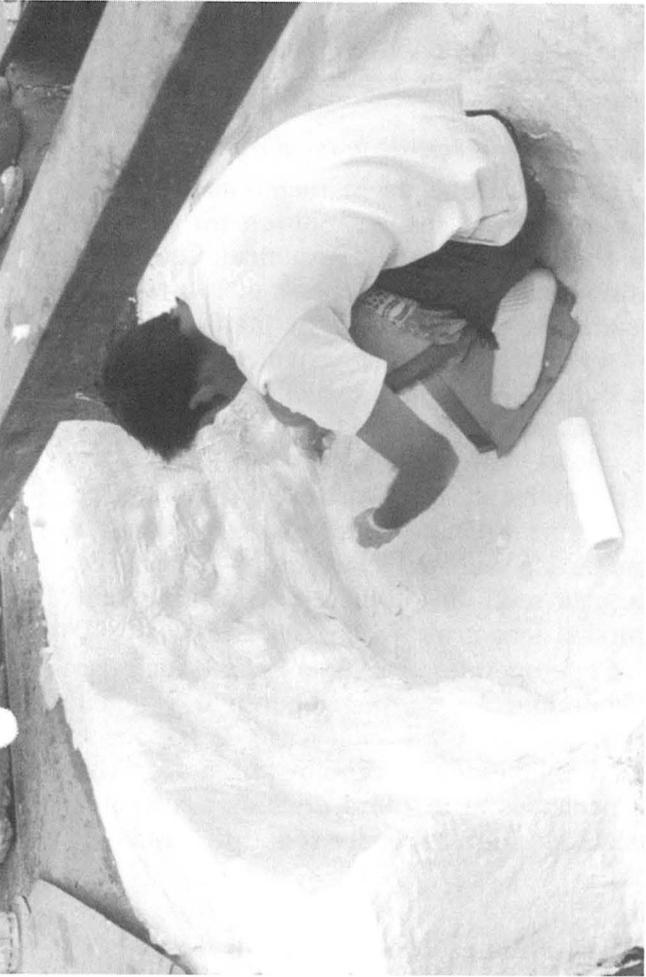
FIG. 17. — Réalisation de la membrane (troisième couche). Vue d'ensemble de la membrane de silicone avant le colmatage des contre-dépouilles restantes.

FIG. 18. — Colmatage des contre-dépouilles. Ce cliché témoigne de notre première tentative de colmatage des contre-dépouilles avec du latex épais (latex + épaississeur spécifique). N'ayant pas obtenu la consistance souhaitée, nous avons été contraints d'envisager une autre méthode.

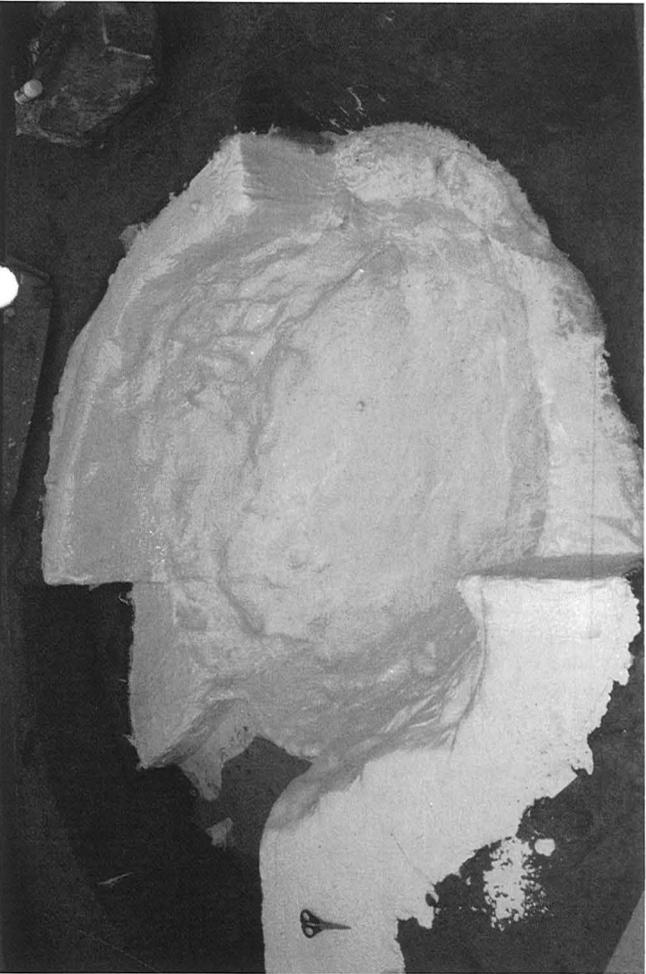
FIG. 19. — Colmatage des contre-dépouilles. Deuxième tentative. Nous avons employé un mélange de latex et de sciure de bois (sciure de ponçuse) appliqué sur une couche de verranne imbibée de latex préalablement posée sur la zone à obturer. Le mélange obtenu présentait une consistance suffisamment pâteuse pour combler les creux tout en conservant l'élasticité nécessaire à un démontage sans risque.

FIG. 20. — Colmatage des contre-dépouilles. Deuxième tentative. Une fois le creux colmaté, le mélange est recouvert d'une couche de verranne imbibée de latex.





18



17



20



19

### 3.2.4.5. Déchapage

Démontage de l'ensemble de la chape, pièce par pièce, selon l'ordre défini avant la réalisation de la chape. Cette opération, délicate s'il en est, est capitale pour le succès des opérations de moulage.

Pour démouler les éléments de la chape, il faudra tirer fermement sur un des bords de manière à faire pénétrer de l'air sous le polyester. En procédant de la sorte, le polyester se détachera naturellement de la membrane et les opérations pourront se poursuivre en douceur (fig. 35 à 37).

Avant le démoulage de la membrane, il faudra retirer les pièces de latex qui colmatent les contre-dépouilles et les replacer sur la chape, une fois celle-ci remontée. Par sécurité, il est préférable de les numérotéer, ainsi que les zones de la chape auxquelles elles correspondent.

#### Remarque

Le remontage de la chape doit s'opérer le plus rapidement possible pour éviter tout risque de déformation des éléments et faciliter le positionnement de la membrane après son démoulage.

Si cette opération ne peut avoir lieu sur le terrain, pour des raisons pratiques (manipulation du moule, entreposage dans un autre endroit, ...), le délai ne doit cependant pas excéder une douzaine d'heures après l'application de la dernière couche, durée après laquelle le polyester aura définitivement polymérisé. À défaut, il vaut mieux laisser la chape « prendre » complètement avant son extraction (24 h), si les circonstances le permettent (fig. 38).

### 3.2.4.6. Démoulage de la membrane

Le démoulage de la membrane est une phase critique : chaque mouvement peut entraîner une altération du document. Cette opération demande une attention et une rigueur maximales. Pour procéder de manière idéale, il faut retirer progressivement et lentement un bord de la membrane et faire entrer de l'air entre la surface du document et la peau de silicone. Ensuite, il faut retirer l'empreinte très lentement, de manière à éviter d'étirer le silicone avec le risque qu'il se comporte comme un énorme élastique — résistance jusqu'au seuil de tolérance puis arrachement brutal et incontrôlé — (fig. 39 et 40).

Cette opération met fin à la phase de prise d'empreinte. La dernière opération à mener sur le terrain sera le nettoyage de la couche de consolidation. Le produit utilisé s'arrache en pellicules et il suffira donc de « peler » le document pour lui rendre son aspect initial.

## 3.3. Problèmes concrets rencontrés dans ce cas particulier et solutions envisagées

### 3.3.1. Préambule

Comme c'est bien souvent le cas dans ce genre de réalisation, la mise en pratique de cette théorie présentée quelques lignes plus haut s'est heurtée à des problèmes concrets en fonction desquels il a fallu « improviser ». Les solutions que nous avons envisagées nous ont permis de mener à bien cette entreprise... elles auraient pu échouer également.

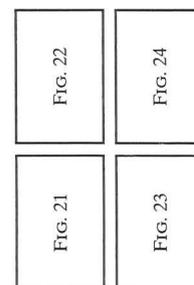
Page de droite :

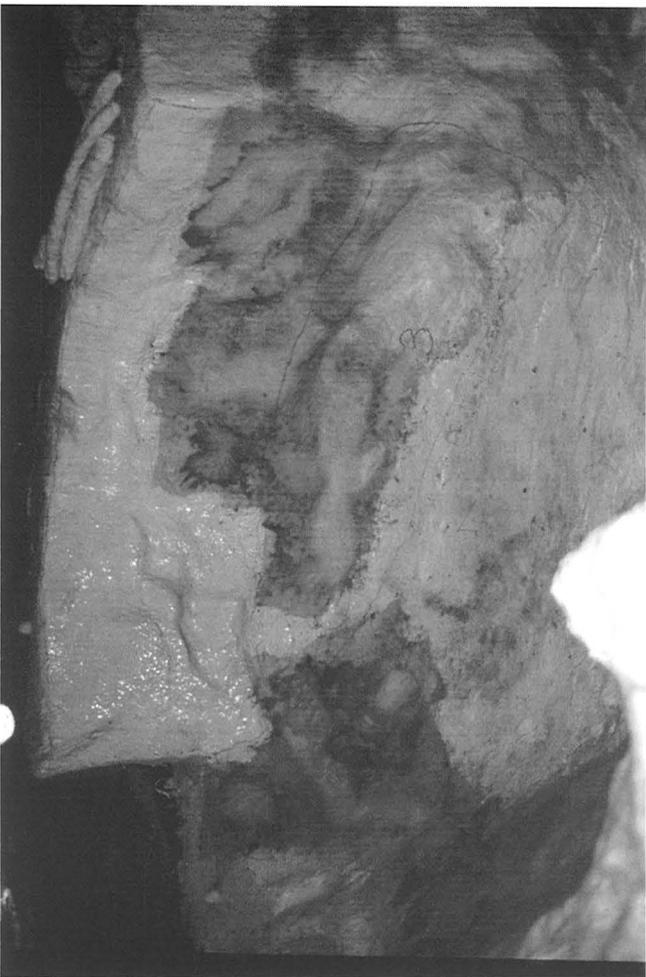
FIG. 21. – Colmatage des contre-dépouilles. Deuxième tentative. L'ensemble est ensuite recouvert d'une dernière couche de latex, lissée à la main, pour rendre la surface imperméable. Le polyester pourra alors être appliqué sans risque d'adhérence. Cette pièce de colmatage pourra être retirée et remise en place sans encombre lors des phases de démontage et de remontage du moule (membranes + pièces de colmatage + chape).

FIG. 22. – Réalisation de la chape. Les pièces qui composeront la chape sont délimitées et numérotées sur la membrane (tracé au feutre indélébile). Le découpage de la chape tient compte des modalités de démoulage. Chaque pièce devra pouvoir être retirée sans problème dans un ordre de démontage précis. On remarque sur ce cliché les pièces de colmatage en latex (de teinte plus sombre sur la membrane de silicone, blanche).

FIG. 23. – Réalisation de la chape. Mise en place d'un muret délimitant les différentes pièces qui composeront la chape. Première tentative, utilisation de plastiline synthétique. Cette plastiline n'offrant pas une adhérence suffisante sur le silicone, nous avons dû employer un autre matériau.

FIG. 24. – Réalisation de la chape. Mise en place d'un muret délimitant les différentes pièces qui composeront la chape. Deuxième tentative, utilisation de terre plastique (limon local + vaseline). Offrant plus d'adhérence, ce matériau artisanal nous a permis de poursuivre les opérations sans encombre.





22



24



21



23

Cette problématique et son implication dans une logique «de terrain» pourraient justifier à eux seul l'existence de cet article, puisque c'est souvent de cas particuliers que naissent les débats les plus constructifs. Loin de remettre en cause la technologie du moulage, ce genre de réflexion permet en fait d'affiner la discipline et d'informer qui le souhaite des pièges que les travaux en laboratoire ne permettent pas de cerner.

Ce point particulier du développement a pour but de présenter ces problèmes et de tracer quelques pistes de réflexion, à défaut d'apporter une solution définitive.

### 3.3.2. Problèmes liés à la température et au taux d'humidité ambiante

Lors des opérations d'induration de la structure, nous avons privilégié un agent de conservation adapté à la nature humide des matériaux constitutifs du document, ce qui nous a amenés, sur les conseils de Sylviane Mathieu, à choisir le Compaktuna.

L'application de ce produit n'a pas posé de problèmes majeurs, mais nous avons constaté que le temps de séchage de la pellicule d'induration a augmenté en raison du taux d'humidité ambiante, en particulier durant la nuit, lorsque le chantier était recouvert de bâche.

L'absence d'aération et les phénomènes de condensation ont ralenti l'évaporation de l'eau contenue dans le Compaktuna et qui doit s'éliminer pour permettre la prise du produit.

L'application de l'élastomère ne pouvait donc commencer avant la fin de la matinée. Cependant, vers 11 h, l'augmentation de la température ambiante était suffisante pour modifier sensiblement les temps de prise du silicone.

En effet, les fiches techniques des matériaux composites renseignent des paramètres de *pot life* et de dosage établis pour des usages en laboratoire, soit à une température ambiante excédant rarement 25 °C.

Or, une augmentation de température de 5 à 10 °C peut dans certains cas réduire de moitié la *pot life*, à moins de diminuer la proportion de catalyseur. Dans les premières préparations de silicone, nous avons constaté une réticulation précoce de l'élastomère après une vingtaine de minutes, le silicone commençait alors à former des grumeaux puis des filaments semblables à du fromage fondu.

Pour résoudre ce problème, nous avons décidé de ne pas modifier les proportions de mélange, mais de préparer exclusivement des petites quantités de produit (2 kg max.) applicables rapidement, sans que les variations de *pot life* ne se fasse sentir. Ce choix était, entre autres, motivé par le fait que nous devions également travailler avec des additifs (épaississeurs) dont nous ne connaissions guère les réactions en cas de modification du mélange de base.

En outre, nous ne voulions pas risquer de modifier la qualité et les caractéristiques physico-chimiques du produit.

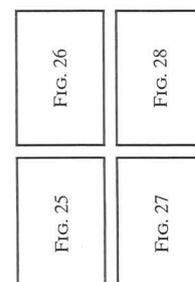
Page de droite :

FIG. 25. – Réalisation de la chape. Mise en place d'un muret délimitant les différentes pièces qui composeront la chape. Le muret de pâte matérialise le plan de joint entre les différentes pièces de la chape. Une fois lissé il servira à la réalisation des bords des pièces de la chape, en ressaut par rapport au reste de la pièce. Les bords des pièces déjà réalisées serviront de support à la réalisation des bords des pièces adjacentes. La construction des murets n'est donc nécessaire que pour la réalisation des premières pièces.

FIG. 26. – Réalisation de la chape. Application d'une première couche de polyester. Une pellicule de démoulant a été préalablement appliquée sur la membrane, les pièces de colmatage en latex et les murets de terre plastique.

FIG. 27. – Réalisation de la chape. Pose d'une «feuille» de mat de verre sur la couche de polyester fraîchement appliquée.

FIG. 28. – Réalisation de la chape. La couche de mat de verre est imbibée de polyester et vidée de ses bulles d'air à l'aide d'un «ébulleur» (petit rouleau composé d'un centaine de roulettes séparées par des œillets d'un diamètre inférieur).

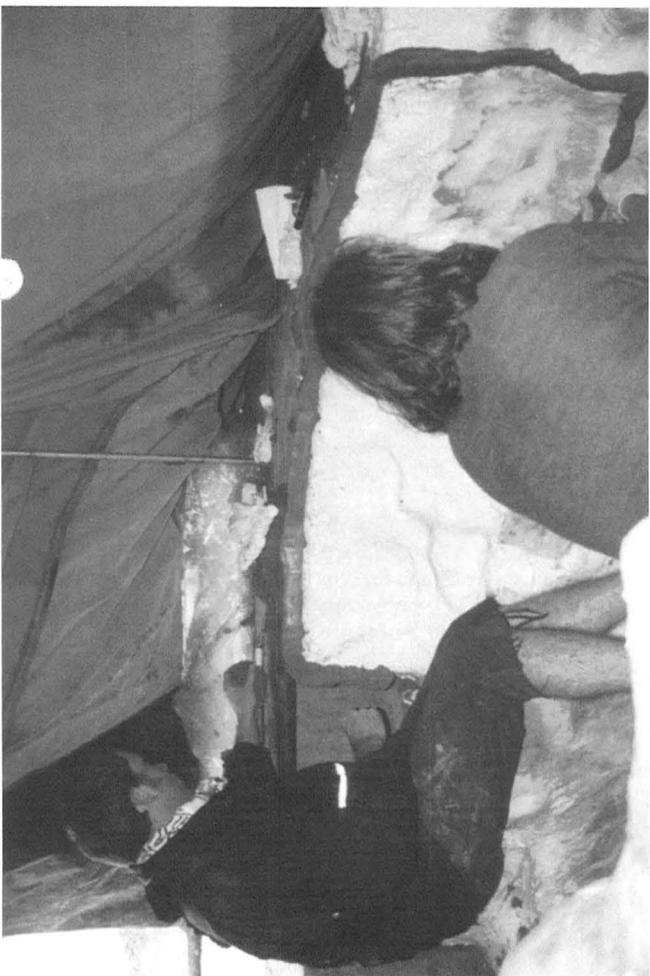




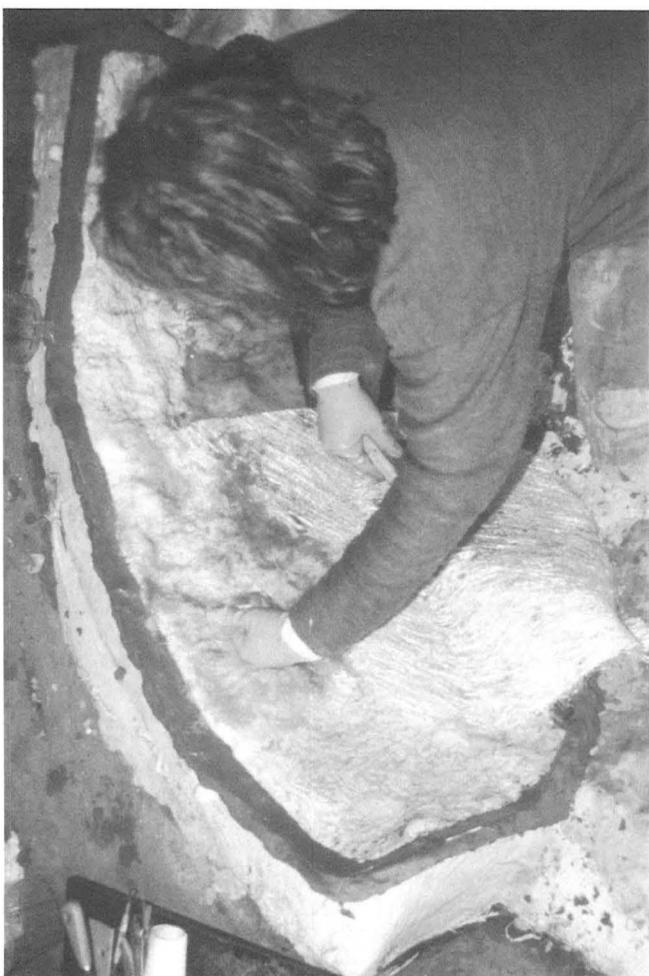
26



26



25



27

**Pistes.**

*Les variations de température et d'hygrométrie sont quasiment inévitables sur le terrain. Pour mieux connaître les réactions des produits dans des conditions différentes des prescriptions du producteur, on pourrait mener une série d'expériences simples comme des observations de réaction en conditions simulées (produits chauffés, refroidis, augmentation graduelle de l'humidité ambiante, travail dans une ambiance sèche...). Des expériences de vieillissement seraient aussi très riches d'enseignement.*

Le cas du polyester suscitait plus de questions, sa *Pot life* étant plus courte que celle du silicone. À cet effet, nous avons acheté une boîte isolante afin de pouvoir travailler avec des substances relativement épargnées par les variations de température.

Cependant, lorsque nous avons entamé la réalisation de la chape, nous avons essuyé une série d'intempéries bouleversant de nouveau les paramètres.

En effet, outre l'abaissement des températures, la pluie et le vent nous ont posé un certain nombre de problèmes plus graves encore. Pour permettre la poursuite des opérations, nous avons monté un abri de fortune, dont l'étroitesse et le manque d'aération nous ont obligé à porter des masques de protection pour éliminer les risques dus à l'évaporation des solvants et autres particules de fibre de verre qui flottent en l'air.

Il est essentiel, dans un cas similaire de prévoir une aération suffisante. De même, l'espace de travail doit être prévu de manière

à permettre une manipulation des différents produits en toute sécurité.

Le taux d'humidité ambiante nous a également empêchés d'utiliser de la pâte à modeler pour matérialiser les plans de joints lors de la réalisation des pièces de la chape. En effet, la « plastilline » classique n'adhérait absolument pas sur la membrane de silicone, légèrement humide, rendant cette opération impossible.

Face à ce problème, nous avons tenté d'utiliser un mélange des terres les plus plastiques que nous trouvions sur le chantier (déblais des fosses), battues et homogénéisées, et de vaseline (pour en augmenter la plasticité). L'efficacité de cette « pâte à modeler » de fortune s'est avérée et nous avons pu mener à bien ce travail délicat. À noter tout de même les risques de retrait, bien connus des sculpteurs, liés à l'utilisation de terre plastique.

**Pistes.**

*Pour éviter d'autres désagréments du même type, il me semble opportun de constituer une base de données ouverte des solutions envisageables dans différents cas de figure. Cette base de données devrait à mon sens contenir une fiche technique de chaque produit, actualisée en fonction des observations effectuées sur le terrain ou en laboratoire.*

*Dans le même ordre d'idée, l'annexe 1 présentera les différents matériaux utilisés et leurs références afin de permettre un renvoi aux fiches techniques disponibles auprès des fournisseurs de ces produits.*

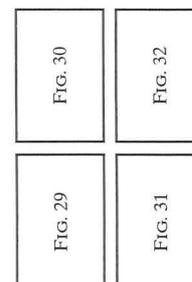
Page de droite :

FIG. 29. – Réalisation de la chape. Les opérations précédentes sont répétées (application de trois couches de polyester stratifié) avant de procéder aux dernières retouches. Une dernière couche de mat de verre, sera par exemple appliquée sur les bords des pièces de la chape, afin de les renforcer. Composée de trois couches de polyester stratifié, les pièces de la chape seront assez résistantes pour permettre le démoulage tout en conservant une souplesse suffisante pour limiter les contraintes exercées sur le document.

FIG. 30. – Réalisation de la chape. Rognage des bords des pièces de polyester. Les bavures (fibres de verre et polyester) sont soigneusement éliminées afin de faciliter la réalisation es pièces adjacentes.

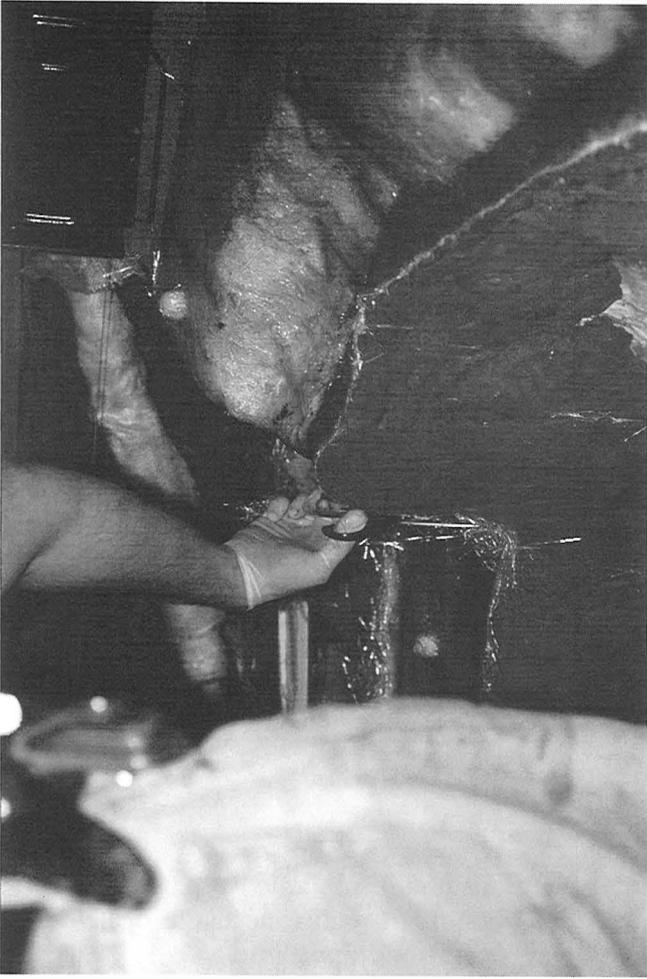
FIG. 31. – Réalisation de la chape. Préparation de la pièce adjacente. On remarque que le muret de terre plastique n'est plus présent que sur trois des quatre côtés de la future pièce.

FIG. 32. – Réalisation de la chape. Vue de détail (de profil) d'un des bords de la chape : on aperçoit les fibres de verre noyées dans la masse de polyester. Lorsque la chape sera complète, les bords des pièces de polyester seront percés et boulonnés afin de permettre le démontage et le remontage de la chape (une chape de cette taille et de cette forme ne peut pas être réalisée en une seule pièce).

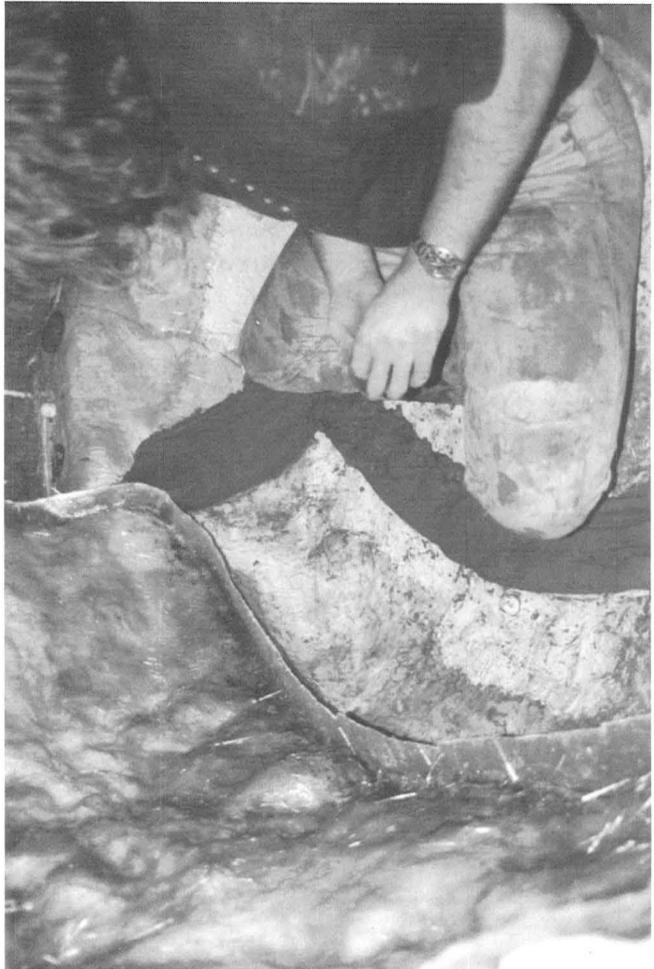




29



30



31



32

### 3.3.3. Problèmes liés au choix des matériaux

Lors de la préparation du moulage, nous avons décidé de colmater les contre-dépouilles avec un mélange de latex et de son épaisseur spécifique, afin d'éviter toute adhérence au silicone.

Dans la pratique, nous n'avons pas obtenu la consistance souhaitée et cette solution s'est révélée caduque.

Après quelques tentatives infructueuses (mélanges de latex et de diverses charges), nous avons obtenu un mélange satisfaisant en ajoutant de la sciure de bois très fine (sciure de ponceuse) au latex.

Le « mastic » ainsi obtenu répondait parfaitement à nos attentes et nous avons appliqué ce mélange sur une première couche de mat de verre imbibée de latex, avant de terminer le colmatage par une autre couche de fibre de verre imbibée. L'obturation obtenue permettait une mise en dépouille suffisante de la membrane.

Malgré ces problèmes, ou plutôt grâce à ces questionnements, nous avons constaté avec soulagement que la qualité de la prise d'empreinte et de la structure des différents éléments du moule n'avaient absolument pas souffert des « pièges » auxquels nous avons été confrontés.

Maintenant remonté, le moule est prêt à l'emploi. Des tirages seront prochainement réalisés à partir de l'empreinte ainsi réalisée et auront un double rôle, didactique (utilisation dans un cadre muséographique) et scientifique (recherche archéologique et recherches sur les techniques de moulage), en tant qu'enregistrement tridimensionnel.

#### *Pistes.*

*Il me semble impératif d'envisager d'autres solutions de ce type et de les développer pour offrir un éventail de solutions à des problèmes similaires. La solution classique du colmatage par des pièces réalisées en plâtre pose un réel problème de conservation à long terme (le plâtre finit par s'effriter ou se briser, entraînant des déformations sensibles du moule). Les mastics de silicone ou d'autres élastomères (élastomères polyuréthanes, par exemple) semblent une piste sérieuse, mais il faut impérativement définir une marche à suivre correcte pour éviter d'éventuelles adhérences entre silicones (application de démoulant) ou d'inhibition d'un silicone par un autre (certains silicones sont incompatibles entre eux). Ces pistes de réflexion devraient permettre d'affiner ce genre d'opérations.*

### 3.4. Le tirage

L'obtention d'une réplique à partir du moule précédemment réalisé nécessite également une préparation importante.

Il est notamment essentiel de procéder à l'expérimentation de différents matériaux pour trouver celui qui convient le mieux à l'utilisation prévue.

Parmi les matériaux envisageables, on trouve notamment le plâtre, les polyesters (gel-coat ou polyester non chargé), les polyuréthanes et les époxydes.

Tous ces produits ont leurs avantages propres et le choix dépend essentiellement de la finalité du tirage et de la précision souhaitée. En effet, leur qualité et leur apparence sont sensiblement différentes, même s'ils peuvent aussi être teintés dans la masse par l'adjonction de différents pigments.

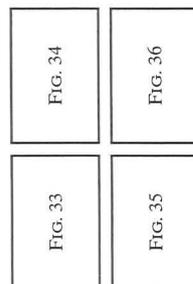
Page de droite :

FIG. 33. – Réalisation de la chape. Vue de détail d'un des plots de recentrage. Les plots de recentrage, appliqués sur la dernière couche de silicone, sont « moulés » dans la chape de polyester et permettront le recentrage de la membrane lors du remontage des différentes parties du moule.

FIG. 34. – Réalisation de la chape. Vue d'ensemble de la chape avant la réalisation de la dernière pièce de polyester. On voit à présent nettement les bords de fixation en ressaut sur la chape.

FIG. 35. – Déchapage. Extraction de la première pièce de polyester. Les pièces seront retirées séparément puis remontées et boulonnées afin de repositionner la membrane sur la chape et ainsi éliminer tout risque de déformation du moule.

FIG. 36. – Déchapage. Extraction de la première pièce de polyester. On aperçoit le plot de recentrage, en ressaut sur la membrane.





33



34



35



36

La procédure envisagée consiste à appliquer une première couche de gel-coat polyester sur l'empreinte négative, afin d'accroître la précision et d'obtenir un meilleur rendu de texture, puis de procéder à l'application de deux autres couches de polyester stratifié (renforcé par des couches de mat de verre), avant de renforcer le tirage par une structure de bois, également destinée à faciliter la manipulation et la présentation du moulage.

Les tirages seront réalisés en une pièce et le démoulage s'opérera de la même manière que dans le cas du document original.

La restitution des couleurs sera facilitée par les pellicules de Compaktuna que nous avons récupérées après le démoulage. En effet, nous nous sommes aperçus qu'une fine pellicule de sédiment restait collée sur le Compaktuna lors de son arrachage.

Les prélèvements ainsi obtenus nous serviront de modèle et assureront une précision accrue du rendu de la réplique.

Le premier tirage servira de matrice, c'est-à-dire de moulage destiné à permettre la réalisation d'autres membranes au cas où la première aurait été dégradée (vieillesse). Cette matrice, non teintée, sera entreposée avec précaution et identifiée précisément pour des usages ultérieurs.

#### Remarque

Il est possible de renforcer chaque élément de la chape pour garantir leur longévité et éviter d'éventuelles déformations *a posteriori*, sous le poids de la membrane. L'adjonction d'une dernière couche de polyester stratifié (avec une verranne plus épaisse) devrait être suffisante. Pour faciliter la manipulation du moule, il est également possible de fixer des lattes de bois au dos des éléments de la chape. Cette fixation s'effectue à l'aide de

« cravates » de polyester, c'est-à-dire des bandes de verranne imbibées de polyester et enroulées autour des lattes puis collées sur les éléments de la chape.

#### Remarque

Au moment où nous écrivons cet article, nous n'avons pas encore procédé au triage des répliques qui devrait avoir lieu dans les semaines à venir.

#### 4. LES ARRACHÉS DE STRATIGRAPHIE

Suite aux prélèvements d'échantillons pour une datation par archéomagnétisme (Centre de Physique du Globe à Dourbes), la fouille du four s'est poursuivie, selon le principe de fouille par quadrants alternés, révélant la stratigraphie des couches sous-jacentes.

Le Compaktuna s'étant révélé très efficace (suite à des expériences menées sur des profils de trous de pieux) pour mener à bien la dépose d'une couche de sédiments sur toute la surface d'un profil — selon le principe connu des arrachés de stratigraphie — nous avons décidé de relever les quatre profils du four.

La méthode envisagée consiste à appliquer, à la brosse, une couche de Compaktuna sur toute la surface d'un profil, puis de procéder à l'application de deux autres couches de produit dont une couche renforcée par une bande verranne, après la prise de cette pellicule.

Après séchage de toutes ces couches, la pellicule réalisée est « arrachée » délicatement et déposée sur une surface plane afin d'empêcher toute déformation.

Les résultats obtenus constituent un enregistrement de terrain de première importance. L'avantage de ces profils est d'offrir un support

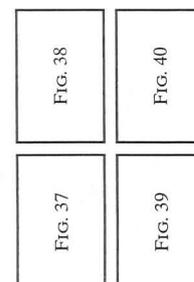
Page de droite :

FIG. 37. – Déchapage. Extraction de la seconde pièce de polyester. On aperçoit la membrane libérée de sa gangue de polyester.

FIG. 38. – Déchapage. Les divers éléments de la chape en cours de remontage.

FIG. 39. – Démoulage. La membrane de silicone est démoulée très délicatement afin de réduire les contraintes exercées sur le document. Cette procédure, lente et délicate, comporte des risques importants pour l'intégrité du document. Un démoulage brusque pourrait en effet entraîner un arrachement de matière sur la surface du document.

FIG. 40. – Démoulage. La membrane de silicone après démoulage. Nous avons choisi de conserver la pellicule de compaktuna sur la membrane pour faciliter la restitution des couleurs lors du tirage (la pellicule de compaktuna a en effet emporté une fine couche de sédiments en se décollant. Ces sédiments, englués dans le produit, nous renvoient une image inversée (« effet miroir ») de la surface du four. C'est ce principe qui fut utilisé pour la réalisation des arrachés de stratigraphie).





37



38



39



40

documentaire grandeur nature, sorte de « miroir » du profil original, destiné à servir de référence pour toutes sortes de questionnements, l'enregistrement des couches de sédiments étant si fin que certains détails difficiles à observer sur le terrain, en raison du manque de recul et surtout des problèmes d'éclairage, apparaissent très distinctement.

Ces documents s'intègrent parfaitement dans une démarche d'enregistrement de terrain, en tant que complément des relevés plus classiques, photographies et dessins.

L'avantage principal du Compaktuna dans ce cas précis réside dans son faible coût et dans sa compatibilité avec une application sur des sédiments humides.

L'application systématique de cette méthode à des profils de référence, sélectionnés selon des critères de priorité sur le plan scientifique ou plus simplement en terme de délais de fouille (fouilles de sauvetage) ouvre nombre de perspectives à condition de poser comme préalable la question récurrente de la compatibilité entre l'application de substances organiques sur des sédiments et/ou documents archéologiques (entre autres) et une dynamique d'expertises (palynologiques, sédimentologiques, anthracologiques, datations isotopiques, etc.).

Il faut en effet définir des priorités et gérer les particularités et besoins de chaque démarche, non en terme de « concurrence » mais bien d'intérêt scientifique.

Bien que ce type de procédés soit décrit depuis bien longtemps (Orliac, 1975), leur généralisation dans une démarche de gestion et de promotion du Patrimoine reste, paradoxalement, limitée à ce jour.

## 6. CONCLUSION

Suite aux opérations de moulage qui se sont déroulées sur le site d'Alleur nous avons pu tirer certaines conclusions, au vu de nos résultats et des problèmes concrets qui se sont présentés à nous.

La préparation théorique d'une intervention de ce type doit tenir compte d'un maximum de paramètres pour éviter les pièges susceptibles de se présenter sur le terrain.

Idéalement, il serait utile de prévoir systématiquement une solution alternative au cas où une tentative échoue ou se révèle inefficace.

Les conditions environnementales étant particulièrement importantes, il est essentiel de connaître les réactions des produits lors de leur utilisation dans des conditions non idéales.

La publication systématique des procédures et des paramètres propres à chaque cas de moulage, en laboratoire comme sur le terrain, est indispensable à l'amélioration de la discipline. Dans le même ordre d'idée, la collaboration entre les différents intervenants (archéologues – Conservateurs – restaurateurs – mouleurs) constitue un préalable essentiel au bon fonctionnement d'une intervention de cette importance.

Ces réflexions et les pistes de recherches ou de débat qu'elles ont suscitées s'ajoutent aux informations collectées depuis plus de trente ans, c'est-à-dire depuis l'introduction des élastomères dans la pratique du moulage archéologique.

Les perspectives d'avenir pour le moulage, comme pour d'autres méthodes de reproduction, ne peuvent qu'encourager les acteurs du patrimoine à définir le cadre scientifique, d'un point de vue méthodologique comme technologique, dans lequel cette discipline devra à l'avenir évoluer.

Enfin, il faut souligner la nécessité d'intégrer toute démarche de ce type dans une politique cohérente de gestion et de promotion du patrimoine archéologique.

## Remerciements

Nous tenons à remercier Le ministère de la Région Wallonne, DGATLP, direction de l'archéologie, et plus précisément MM. François Hubert, Jean-Marc Léotard Michel Toussaint et M<sup>lle</sup> Sylviane Mathieu, pour leurs conseils ainsi que Guy Gruselle et les opérateurs de terrain pour leur soutien logistique.

Cette intervention, qui s'inscrit dans la dynamique de sauvetage archéologique, n'aurait pu avoir lieu sans la compréhension de M<sup>me</sup> F. Lejeune, Directrice du département Infrastructure de SPI+ et M. A. Radermacher, Gestionnaire de zones d'activité.

Nos remerciements vont aussi à MM. Joseph et Philippe Van Damme<sup>5</sup>, pour leur accueil, leur disponibilité et la qualité de leurs services.

Nous tenons également à témoigner notre reconnaissance à :

- M<sup>me</sup> Maggy De Fauw, MM. Jules Haeck, Fernand Collin, Désiré Mattart<sup>†</sup> et les Chercheurs de la Wallonie, pour leur accueil chaleureux ;
- Arlette et Robert Anslijn pour leur soutien et leurs visites régulières lors du moulage du four ;
- Frédéric Taideman, Michael Cuypers et Victor Kadima pour les heures passées ensemble dans les limons de Hesbaye ;
- MM. André Gob et Robert Laffineur pour leur assistance et l'intérêt qu'ils continuent à témoigner pour nos projets.

Enfin, nous tenons à souligner le rôle essentiel qu'a joué Olivier Anslijn, lors des heures les plus critiques d'une nuit passée sur le terrain pour terminer la chape en temps voulu.

Ses conseils et ses solutions nous ont à plusieurs reprises sortis de situations délicates. Sans son aide, nous n'aurions pu terminer le moulage en temps voulu. Nous lui devons en outre les clichés photographiques qui illustrent cet article.

### Annexe 1 — Matériaux utilisés

Les fiches techniques des produits suivants sont disponibles auprès des fabricants (encadrés).

#### Matériaux

- 40 kg de silicone *Silastic 3481* DOW CORNING
- 2 kg de catalyseur *Silastic 81 – Curing Agent* DOW CORNING
- 500 g d'additif thixotropant – *Silastic Thixo Additive* DOW CORNING
- 25 kg de résine polyester *H30-3* VOSSCHEMIE
- 750 g de catalyseur *Mekp* VOSSCHEMIE
- 2 bombes de démoulant – *Trenn Spray* VOSSCHEMIE
- 7 litres de latex VOSSCHEMIE
- ½ litre d'épaississeur latex VOSSCHEMIE
- 25 m<sup>2</sup> de verranne 100 g VOSSCHEMIE
- 30 m<sup>2</sup> de mat de verre VOSSCHEMIE
- 500 g de vaseline
- 30 kg de Compaktuna

<sup>5</sup> Manager des établissements VOSSCHEMIE NEW-SYSTEMS (conseils techniques et vente de systèmes en polyester, époxy, silicone et polyuréthane), Quai Saint-Léonard, 16b, B-4000 Liège.

#### Matériel

- 15 kg de pâte à modeler VOSSCHEMIE
- 30 kg d'argile
- Spatules
- 1 rouleau à ébuller
- 120 gants en latex
- 3 masques de protection
- 1 balance
- 10 pots étalonnés
- une dizaine de brosses larges
- une dizaine de pinceaux
- une trentaine de mélangeurs en bois (pour mélanger le polyester)
- 200 boulons et écrous
- une perceuse sans fil

### Annexe 2 — Coût des matériaux

Pour préparer le moulage nous avons du choisir parmi plusieurs méthodes, mais aussi parmi plusieurs catégories de matériaux de moulage.

Nous aurions par exemple pu réaliser une membrane en latex renforcé de verranne et fabriquer une chape en plâtre renforcé de filasse de sisal. Cette solution offre l'avantage d'une faible coût, mais augmente considérablement les contraintes de manipulation lors du déchargement (fragilité du plâtre) et du démoulage.

On pourrait également envisager de réaliser une moule entièrement composé de polyester, qui présente également des qualités de prise d'empreinte. Là encore le coût se trouve fortement réduit, mais les risques d'altérer le document à reproduire sont très élevés.

En ce qui concerne la solution envisagée, en l'occurrence **silicone** renforcé de **verranne** pour la membrane et **polyester** renforcé de **mat de verre**, le coût des matériaux est compensé par la souplesse d'utilisation et *a fortiori* la qualité de la prise d'empreinte (le silicone ne présente en principe qu'un indice de retrait inférieur à 0,01 % ...). Le budget de ce projet, en terme de coût des matériaux s'élève à 75 000 BEF<sup>6</sup> environ (le silicone représente plus des 2/3 de cette somme).

<sup>6</sup> Août 1998.

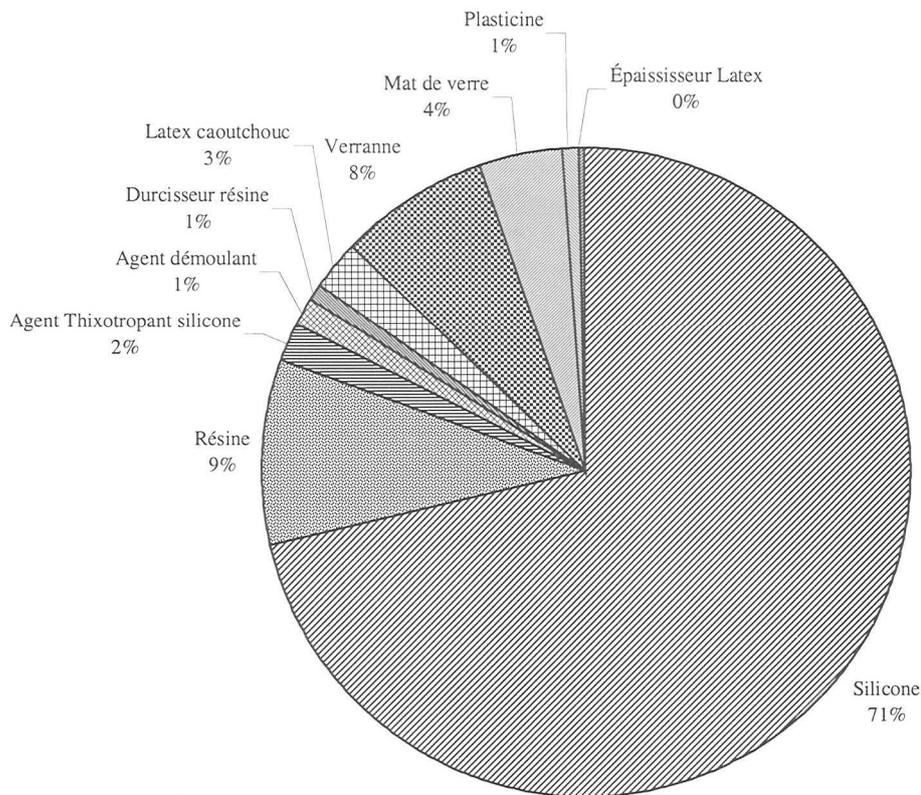


FIG. 41.

### Annexe 3 — Glossaire

**BOUCHE-PORES.** — Enduit spécial destiné à obturer les pores de la surface des bois et autres matériaux poreux avant de les peindre, ainsi qu'à égaliser leur état de surface (*Larousse*).

**CHAPE.** — Contre-moule. Élément destiné à renforcer une membrane afin d'éviter qu'elle ne se déforme sous l'effet de son propre poids.

**CRAVATE.** — Terme de moulage dérivé d'un terme de marine désignant un type de cordage. Les cravates servent à fixer divers éléments sur des contre-moules.

**ÉLASTOMÈRE.** — Polymère naturel ou synthétique possédant des propriétés analogues à celles du caoutchouc (*Larousse*).

**LATEX.** — 1. Émulsion aqueuse de certaines substances synthétiques, obtenues par polymérisation et utilisée dans les industries du textile, de la peinture, du papier.

2. Émulsion sécrétée par certaines plantes, notamment les plantes à caoutchouc (*Larousse*).

**MASTIC.** — Au sens large, substance malléable présentant une viscosité suffisante pour

supporter son propre poids et destiné au bouchage des creux ou cavités.

**MAT DE VERRE.** — Nappe en fibres de verre, en fibres synthétiques ou naturelles non tissées, utilisées dans la fabrication des plastiques armés, des stratifiés, etc. (*Larousse*).

**MATRICE.** — Moule en creux ou en relief, servant à reproduire une empreinte sur un objet soumis à son action (*Larousse*).

**MOULAGE PAR STRATIFICATION.** — Méthode consistant à réaliser le moule et/ou le contre-moule en utilisant deux matériaux que l'on applique en couches successives, stratifiées.

**POLYESTER.** — Copolymère résultant de la condensation de polyacides avec des alcools non saturés ou avec des glycols (*Larousse*). Cette résine est très couramment employée pour des réalisations diverses comme la fabrication de coques de bateaux, de sculptures, de piscines etc. Son coût modéré, sa durabilité et ses possibilités d'utilisation « tout terrain » en font un matériau très intéressant.

**POLYURÉTHANNE ou POLYURÉTHANE.** — Matière plastique employée dans l'industrie

des peintures et des vernis ou servant à faire des mousses et des élastomères (*Larousse*). Outre les mousses de polyuréthane bien connues, on trouve une gamme très étendue de résines et d'élastomères aux qualités diverses, élargissant le champ d'application du moulage.

**POT LIFE.** — Vie en pot. Durée pendant laquelle les mélanges sont utilisables sans modification sensible d'aspect et de consistance.

**SILICONE.** — Substance élastomère analogue aux composés caoutchouteux organiques, dans laquelle le silicium remplace le carbone (*Larousse*). Dans le langage courant, ce terme s'emploie au masculin comme au féminin. Il sert surtout de terme générique.

**SILICONES RTV.** — Silicones polymérisant à température ambiante ( $\pm 25^\circ\text{C}$ ) [*Room Temperature Vulcanizing*].

**THIXOTROPANT (ADDITIF -).** — Additif spécifique destiné à épaissir un mélange afin de lui donner une consistance plus pâteuse en fonction d'utilisation particulières. On l'emploie généralement pour les moulages de surfaces à fort pendage. On peut également employer ce type de produit pour réduire la consommation en élastomère lors de la réalisation de moules de petite dimension (moules bateau) [David & Desclaux, 1992].

**VERRANNE.** — Fibre de verre discontinue, d'un diamètre inférieur 10  $\mu\text{m}$  (*Larousse*).

## Bibliographie

- ANSLIJN J.-N., 1995. « Utilisation du moulage en archéologie : intérêts et limites », *Bulletin de la Société royale belge d'études géologiques et archéologiques « Les Chercheurs de la Wallonie »*, 35 : 5–24.
- BARBET A. (dir.), 1994. *Moulages, copies, fac-similés. Actes des IX<sup>es</sup> journées des restaurateurs en archéologie, Soissons, 14 et 15 juin 1993*, Centre d'étude des peintures murales romaines, Bulletin de liaison n° 11.
- BEMENT-LELAND C., 1985. « Spray Foam: a new Bone Encasement Technique », *Journal of Field Archaeology*, 12 (3) : 371–372.
- BERDUCOU M. C. (coord.), 1990. *La conservation en archéologie*, Paris, Masson.
- BILLOT M. F., 1987. « Colloque international sur le moulage (Paris : 10–12 avril 1987) », *Revue archéologique*, 1 : 130–132.
- BRÉZILLON M., 1965. « Applications archéologiques du moulage au latex », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 63 (1) : 59–61.
- BROCOT G., 1987. « Intérêt du moulage des objets en bois gorgés d'eau avant traitement conservateur », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, Compte rendus des séances mensuelles, 84 (9) : 263–264.
- CAMPS G., 1991. *Manuel de recherches préhistoriques*, Paris, Doin.
- CLEYET-MERLE J.J., DOUAU F. & MOHEN J.P., 1990. À propos de la conservation des objets d'art mobilier préhistoriques, in J. Clottes (éd.) : *L'art des objets au paléolithique. II : Les voies de la recherche*, (Colloque international, Foix/Le Mas-d'Azil, 16–21 novembre 1987), Actes des colloques de la direction du patrimoine, Paris, Picard, p. 267–273.
- CONSEIL DE L'EUROPE, 1992. *European convention on the protection of the archaeological heritage (revised) = Convention européenne pour la protection du patrimoine archéologique (révisée)*, Valetta – La Valette, 16–1–1992, Série des traités européens no. 143, Conseil de l'Europe, Strasbourg.
- DAVID R. & DESCLAUX M., 1992. *Pour copie conforme : les techniques de moulage en paléontologie, en préhistoire et en archéologie historique*, Nice, Éditions Serre, 326 p.
- DAVID R., 1985–1986, « Moulage d'empreintes dans la grotte de la Bâsura à Toirano », *Revue d'Études Ligures*, (La grotte préhistorique de la Bâsura. Datation des empreintes de pieds humains et leur interprétation. Programme de recherches futures et de conservation), 51 (4) : 361.
- DAVID R., 1986. *Utilisation des techniques de moulage en paléontologie humaine et en préhistoire*, Diplôme d'études doctorales, Museum National d'Histoire Naturelle, Institut de paléontologie humaine.
- DE HENAU P., 1988–1989. « Inconvénients et dangers du moulage des sculptures »,

- Bulletin de l'Institut Royal du Patrimoine Artistique*, 22 : 169–173.
- DE HENAU P., 1994. *Des moulages, pour quoi faire?*, in A. Barbet (dir.) : *Moulages, copies, fac-similés. Actes des IX<sup>es</sup> journées des restaurateurs en archéologie, Soissons, 14 et 15 juin 1993*, Centre d'étude des peintures murales romaines, Bulletin de liaison n° 11, 11–15.
- DE LUMLEY H., DAVID R., ÉCHASSOUX F., LANOUX C. & MANO L., 1990. « Enlèvement de la stèle gravée de l'âge du Bronze ancien dite du "chef de tribu" », *L'Anthropologie*, 94 (1) : 63–84.
- DEBENATH A., 1979–1980. « Application à la paléontologie humaine de techniques de moulage aux silicones », *Bulletin d'Archéologie Marocaine*, 12 : 3–21.
- DEL BENE T.A., ROBERTSON R. & WADLEIGH W., 1983. « Modelmaking Procedures for the Mass Production of Artifacts Replicas », *Lithic Technology*, 12 (2) : 32–38.
- DELPECH J.-P., 1992. *Pratique du moulage*, Paris, Eyrolles.
- DINH TRONG HIEU, GIRARD M. *et al.*, 1976. « Techniques de moulages appliquées à l'archéologie », *Cahiers du Centre de recherches préhistoriques*, 5 : 75–102.
- DIVERS AUTEURS, 1988. *Le Moulage. Actes du colloque international, 10–12 avril 1987*, Paris, La Documentation française, 240 p.
- FABRE P., 1989. « Vallée des merveilles : la stèle du chef de tribu à l'abri », *Archeologia*, 242 : 14–19.
- GARCIA M. & PAYAN J. C., 1987. « Relevés de pétroglyphes au Mexique », *Archeologia*, 226 : 36–38.
- GARCIA M., 1979. « Les silicones élastomères R.T.V. appliqués aux relevés de vestiges préhistoriques (Art, empreintes humaines et animales) », *L'Anthropologie*, 83 (1) : 5–42 et (2) : 189–222.
- HOWIE M. P. F. 1979. « Museum Climatology and the conservation of palaeontological materials: curation of palaeontological collection », *Special Papers in Palaeontology*, 22 : 103–125.
- INFORMATION BAYER LEVERKUSEN, 1989. « Une nouvelle méthode pour déchiffrer le plus vieux document écrit », *Archeologia*, 252 : 5.
- JONES M. (éd.), 1990. *Fake? The art of deception*, Londres, The trustees of the British Museum.
- MAHIEU E., 1993. *Chimie pour le restaurateur d'œuvres d'art*, Conervart.
- MANN A. & MONGE, 1987. « Reproducing Our Ancestors. The University Museum's Casting Program », *Expedition (The University Museum Magazine of Archaeology/Anthropology)*, University of Pennsylvania, 29 (1) : 2–9.
- NEGRI V., 1992. *Protection pénale du patrimoine archéologique*, Lyon, L'Hermès, 227 p.
- ORLIAC M., 1975. « Empreintes au latex des coupes du gisement magdalénien de Pincevent : technique et premiers résultats », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 72, C.R.S.M., 9 : 275.
- PELLETIER A. (dir.), 1985. *L'archéologie et ses méthodes*, Roanne/Le Coteau, Horvath.
- ROSIER P., 1990. *Le moulage*, Paris, Dessain et Tolra.
- TOUSSAINT M. (éd.), 1992. *Cinq millions d'années, l'aventure humaine. Five Million Years, the Human Adventure. Actes du symposium de Bruxelles, 12–14 septembre 1990*, Études et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, 56.
- TOUSSAINT M. & ANSLIJN J.-N., *Moulage et archéologie*, in M. H. Corbiau (coord.) : *Le Patrimoine archéologique de Wallonie*, Namur, 1997, p. 97–100.
- VAN TILBURG J. A., 1990. « Respect for Rapa Nui: Exhibition and conservation of Easter Island Stans Statues », *Antiquity*, 64 (243) : 249–258.

## Adresses des auteurs :

Jean-Noël ANSLIJN  
Rue des Roches, 10  
B-4870 Péry-Trooz

Jean-Christophe FERETTE  
Quai de Compiègne, 65/2  
B-4500 Huy

Jean-Philippe MARCHAL  
Rue Albert Warnotte, 29  
B-4317 Celles-Faimes