



La Lettre de l'OCIM

Musées, Patrimoine et Culture scientifiques et techniques

115 | 2008
janvier - février 2008

Moulage d'un Ichtyosaure géant

Abel Prieur et Louis Rulleau



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/ocim/401>

DOI : 10.4000/ocim.401

ISSN : 2108-646X

Éditeur

OCIM

Édition imprimée

Date de publication : 1 février 2008

Pagination : 31-38

ISSN : 0994-1908

Référence électronique

Abel Prieur et Louis Rulleau, « Moulage d'un Ichtyosaure géant », *La Lettre de l'OCIM* [En ligne], 115 | 2008, mis en ligne le 07 décembre 2010, consulté le 02 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/ocim/401> ; DOI : 10.4000/ocim.401

Tous droits réservés

Moulage d'un Ichtyosaure géant

Abel Prieur et Louis Rulleau *



La présentation du squelette fossilisé d'Ichtyosaure au musée de la Mine de Saint-Pierre-la-Palud
© R. Roch

Reffet d'une collaboration entre des institutions muséales, une entreprise privée, le CNRS et quelques amateurs passionnés, l'expérience présentée ici apparaît en tout point exemplaire et caractéristique des apports de la technique du moulage dans les domaines scientifique et pédagogique.

Les restes de ce qui est probablement le plus grand Ichtyosaure jamais trouvé en France ont été découverts en 1984, dans les carrières Lafarge de Belmont (Rhône). Le squelette fossilisé, conservé en grande partie et long de près de 9 m, gisait dans des marnes diversement colorées, datées du Toarcien moyen par les ammonites présentes dans le même banc (*Hildoceras*, *Pseudolioceras*) et les très nombreux rostrés de bélemnites. Les premières vertèbres, dégagées par un des engins de l'exploitation, furent repérées par deux membres de la section « Géo-Paléo » du comité d'entreprise Lafarge, venus prospecter un vendredi soir. La découverte étant considérable, il importait de poursuivre les fouilles avant la reprise des travaux d'exploitation le lundi suivant. Avec l'autorisation du directeur de l'usine Lafarge, M. Barrow, ce fut donc un groupe important de la section « Géo-Paléo » qui consacra son week-end, jours et nuits, à l'extraction et à l'enlèvement du fossile.

Le dégagement des ossements et la restauration du squelette, d'après les photographies et les relevés de terrain, occupèrent la même équipe de bénévoles pendant près de deux ans. Mais se posa alors la question de la destination de l'animal. Le muséum

* Abel Prieur est professeur à l'université Claude Bernard Lyon 1, CNRS-UMR 5125 PEPS Paléoenvironnements et Paléobiosphère, 2 rue Dubois, 69622 Villeurbanne
abel.prieur@univ-lyon1.fr

Louis Rulleau est directeur du musée de Pierres folles 69380 Saint-Jean-des-Vignes
louis.rulleau@wanadoo.fr

de Lyon n'étant pas intéressé et le musée de Pierres folles n'existant pas à cette époque, ce fut finalement le musée de la Mine, à Saint-Pierre-la-Palud (Rhône), qui proposa d'accueillir le reptile et l'exposa dans une salle spécialement construite et aménagée. L'Ichtyosaure y est présenté sur un plan incliné dans l'exacte position qu'il occupait sur le terrain ; il est fixé par un béton maigre très poreux et recouvert de sédiment extrait de la couche où il gisait.

Le musée de Pierres folles, essentiellement consacré à la divulgation des Sciences de la Terre, a ouvert ses portes en 1991. De nombreux fossiles découverts dans les carrières Lafarge y sont présentés au public et le grand reptile aurait bien évidemment eu sa place parmi eux. Il n'était pas possible de le récupérer, la seule solution consistait donc à en réaliser un moulage, comme l'autorisait la convention signée avec le musée de la Mine. Ce beau rêve a mis longtemps à se concrétiser et ce n'est qu'à l'occasion de la restructuration du musée de Pierres folles, en mars 2007, que les disponibilités financières et en personnel ont permis la réalisation de la copie. Plusieurs étapes sont ainsi nécessaires pour réaliser la copie de cet Ichtyosaure d'une longueur de 9 m et d'une largeur d'environ 2,30 m.

La réalisation du moule

Préparation de l'original et réalisation de la membrane

Il faut d'abord procéder au nettoyage complet de la surface par enlèvement de tout le sédiment provenant de la carrière et utilisé pour donner le même aspect que l'original *in situ*. Le sédiment est donc enlevé à la brosse et au pinceau et récupéré dans des bacs ou seaux pour pouvoir être remis après le moulage. Ensuite un dépoussiérage sur toute la surface permet d'enlever les éléments les plus fins en utilisant d'abord l'aspirateur et pour finir l'air comprimé. Enfin toutes les fissures et les contre-dépouilles les plus importantes qui pourraient être sources de problèmes au cours du démoulage, sont obturées avec de la plastiline (pâte à modeler industrielle).

Dans un second temps, il faut appliquer sur toute la surface à reproduire un agent démoulant. Cette surface est en fait un béton maigre, donc très poreux sur lequel ont été fixés tous les éléments constitutifs du squelette retrouvé. De nombreux agents démoulants peuvent être utilisés : le talc, l'eau, l'alcool polyvinylique, le mélange graisse et huile de vaseline, le savon liquide... Notre choix s'est porté sur une huile en aérosol qui a permis par vaporisation de recouvrir rapidement la totalité du moule sans laisser aucune trace,



Nettoyage à l'aspirateur de la surface à reproduire
© T. Contucci



Bouchage des fissures et des contre-dépouilles avec de la plastiline
© T. Contucci



Application de la première couche de silicone
© T. Contucci

ce qui n'aurait pas été le cas d'une application au pinceau des agents précédemment cités. Une première couche de silicone d'une fidélité de quelques microns, est ensuite étalée au pinceau sur toute la surface en prenant soin de bien recouvrir toutes les parties constitutives du squelette et d'éviter le piégeage de bulles.

Après 12 heures de séchage de cette première couche une seconde application de silicone est réalisée. Ce silicone, coloré avec du bleu de cobalt (pour éviter « les loups ») est thixotropé de manière à l'épaissir, en quelque sorte à le gélifier : il ne peut donc plus couler. Cette application peut alors se faire soit au pinceau, soit à la spatule. Elle est très épaisse et permet le bouchage de toutes les contre-dépouilles (cela favorisera le démoulage de la coquille, comme nous le verrons plus loin). Là encore 12 heures seront indispensables pour le séchage de cette couche avant la dernière application de silicone très légèrement thixotropée qui permettra un lissage de l'ensemble de la surface de la membrane ainsi obtenue et nécessitera, elle aussi le même temps de séchage que les couches précédentes : ainsi l'épaisseur minimum de la membrane est d'au moins 6 à 8 mm.

Avant séchage, des plots de positionnements en silicone sont fixés et répartis sur toute la bordure de la membrane pour faciliter par la suite le repérage de la membrane dans la coquille. Pour conserver la forme précise du moule, les bavures de silicone sont supprimées sur toute la périphérie par un minutieux détourage au scalpel. Enfin, la membrane est décollée sur une largeur de 5 cm sur tout le pourtour de manière à glisser entre le substrat et la membrane une bavette constituée par du papier journal qui nous permettra la réalisation des différentes parties de la coquille et évitera toutes les salissures dues au polyester et l'adhérence de la coquille sur le substrat.

Réalisation de la coquille

Pour conserver les déformations existant sur l'original, que ce soit celles du substrat ou celles des différentes pièces osseuses, il est indispensable de fabriquer une coquille rigide qui doit être manipulable et transportable. Il est bien évident qu'un moule de 9 m de longueur impliquerait un transport particulier donc des frais énormes difficilement supportables pour une petite association. Tenant compte de cette considération, cette longueur est donc divisée en 3 parties de longueurs à peu près égales. Pour cela, à l'aide de coffrages réalisés directement sur la membrane, on construit deux barrières ou murailles en plâtre d'une dizaine de centimètres de



Collage au silicone des plots de positionnement qui permettront le repérage exact de la membrane dans la coquille.
© T. Contucci



Construction des deux murailles sur la membrane en silicone
© T. Contucci



Réalisation en polyester et fibre de verre de la partie centrale de la coquille
© T. Contucci

hauteur : l'une à environ 3 m de l'extrémité caudale et l'autre à la même distance de l'extrémité nasale. Après séchage du plâtre, les coffrages sont enlevés et la partie verticale des murailles est lissée pour obtenir un aspect impeccable.

L'étape suivante est la réalisation de la coquille de la partie centrale. La membrane, la bavette en papier journal et les parties verticales de la muraille sont alors recouvertes successivement de graisse de vaseline, puis d'une couche composée d'un voile de verre (32 gr au m²) et polyester et enfin de 3 couches de mat de verre (300 gr au m²) et polyester. La pose du voile et du mat de verre se fait par pochage au pinceau avec du polyester de manière à assouplir ce voile pour qu'il épouse toutes les déformations de la membrane et éviter ainsi le piégeage des bulles. Sans attendre le séchage complet de cette partie médiane de la coquille, on rigidifie l'armature en utilisant des tasseaux de bois fixés à la coquille par des bandes de voile de verre agrafées sur le bois et appliquées avec du polyester.

Après une nuit de séchage, chacune des barrières de plâtre peut être enlevée pour laisser apparaître la muraille en polyester qui va être recouverte par un film mince de plastique enduit sur ses deux faces de graisse de vaseline. Ensuite les deux autres parties de la coquille – la crânienne et la caudale – vont être confectionnées de la même manière que la précédente, en ayant soin là encore de renforcer la muraille pour faciliter la jonction entre les différentes parties de la coque.

Pour cela, après séchage, les deux murailles sont percées de trous équidistants (environ tous les 20 cm) et le démoulage est facilité par les feuilles de plastique utilisées comme joint anti-adhésif. Les trois plaques sont ensuite évacuées à l'extérieur où les bordures seront découpées à la scie sauteuse à une distance d'environ 5 cm de l'empreinte laissée par la membrane sur la coquille. Elles pourront ensuite être réassemblées par boulonnage avec des écrous papillons.

Le retrait de la membrane est alors entrepris avec beaucoup de délicatesse, de patience et de ténacité pour éviter les déchirements car, le substrat en béton maigre étant très poreux, le silicone s'est introduit dans les micro-anfractuosités. Au fur et à mesure du décollement, la membrane est roulée et pour finir est enveloppée dans une bâche en plastique pour être plus facilement transportée (son poids est d'environ 120 kg) jusqu'à l'endroit où la coquille a été reconstituée. Là, elle sera déroulée et repositionnée dans la coquille jusqu'au moment du



Rigidification de la coquille avec une armature en bois maintenue par des bandes de mat de verre et polyester
© T. Contucci



Le retrait de la barrière en plâtre laisse apparaître la muraille en fibre de verre et polyester.
© T. Contucci



Réalisation de la coquille sur la partie caudale de l'ichtyosaure
© T. Contucci

transport : les plots de positionnement sur la membrane permettent le contrôle d'une mise en place exacte.

La remise en état de l'original

Les quelques rares ossements qui se sont décollés du substrat au moment de l'enlèvement de la membrane sont remis en place et scellés. De même toute la pâte à modeler utilisée pour les bouchages des petites fissures ou anfractuosités est enlevée. Afin de rendre son aspect originel au fossile (c'est-à-dire avant l'opération moulage), le sédiment récupéré au tout début de l'opération est réparti sur toute la surface et toutes les traces de pas ou de passage sont estompées après un brossage au pinceau avec finition éventuelle de patine des ossements.

Le transport du moule

La réalisation d'une copie dans un moule d'une telle dimension implique qu'il soit transporté à l'endroit où elle sera exposée. Le transport du moule a été assuré par un petit camion d'une entreprise de maçonnerie jusqu'à un bâtiment permettant le stockage pendant plusieurs jours en attendant la fin des travaux du musée de Pierres folles à Saint-Jean-des-Vignes (Rhône). Là, la matrice (la membrane en silicone) a été lavée à l'aide d'un nettoyeur à haute pression pour enlever tous les restes de graviers et toutes traces de graisse issues de l'agent démoulant. Après séchage, elle a été replacée dans la coquille en polyester et fibre de verre.

Un second transport, du lieu de stockage au musée de Pierres folles, a eu lieu quelques jours avant la réalisation de la copie et le moule a été installé au pied du mur sur lequel serait accrochée la copie.

La réalisation de la copie

Mise en place du moule

Toute la coquille est entièrement recouverte d'un film très fin de graisse de vaseline, puis la matrice est remise en place. Un contrôle est alors opéré pour vérifier que tous les plots de positionnement de la membrane dans la coquille sont bien en place et qu'aucune bulle d'air n'est emprisonnée entre les deux.

La coloration de la membrane

Des feuilles de papier journal se chevauchant sont glissées entre la membrane et la coquille sur tout le pourtour du moule sur une largeur d'une dizaine de centimètres et la partie libre du papier est recourbée



sous le moule, protégeant ainsi la bordure du moule en polyester. Des terres naturelles vont alors servir à teinter la membrane en silicone. Elles sont brossées au pinceau tout en respectant au mieux les couleurs du spécimen original. Ainsi les ossements seront teintés en marron et le reste de la surface comprendra des dégradés d'ocre, de teinte plus ou moins rouge, de jaune et de gris. Cette patine terminée, les restes de poudre sont éliminés par deux passages à l'air comprimé entrecoupés d'un brossage très minutieux au pinceau de toute la surface.

La réalisation de la copie

Une première couche de gelcoat (polyester coloré en blanc) est peinte sur toute la surface de la membrane mais également sur la bordure de papier journal. Cette couche doit être appliquée minutieusement car c'est elle qui au moment de la catalyse du gelcoat va assurer le transfert de la patine, c'est-à-dire la couleur imprimée sur la membrane en silicone.

La surface maintenant de couleur blanche, se présente sous forme d'une surface plane avec des trous plus ou moins importants correspondant aux empreintes des ossements. Nous allons donc combler toutes ces dépressions avec une résine polyuréthane de couleur ivoire mélangée avec de la fillite (poudre de couleur marron-grise composée de microsphères de silico-aluminate creuses) qui permet d'augmenter à moindre frais le volume de la résine. Cette résine se solidifie en une demi-heure environ, facilitant ainsi l'application d'une seconde couche de gelcoat coloré en marron, plus épaisse que la première (cela permet de savoir que toute la surface est bien couverte et qu'il n'y a pas de manque). On obtient ainsi une surface pratiquement toute plane et la pose successivement du voile de verre à 32 gr au m² et des trois couches de mat de verre à 350 gr au m² avec le polyester peut se faire au rouleau, conduisant ainsi à une économie considérable de temps. L'armature de cette copie se fait de la même manière que pour la coquille. Un cadre fabriqué avec des tasseaux de bois est fixé avec des bandes de fibres de verre agrafées sur le bois et du polyester : le tout se marie ainsi sans problème aux différentes couches de voile et mat de verre et polyester, donc à la copie. En prévision de la suspension au mur de la copie, des chaînes sont positionnées et implantées dans l'épaisseur de la copie au moyen de plusieurs couches de fibre de verre et polyester. Pour assurer une bonne solidité de l'ensemble avant son retournement complet, un délai de 24 heures de séchage est exigé.



Application de la première couche de gelcoat
© T. Contucci



Remplissage des dépressions laissées par les ossements avec une résine polyuréthane mélangée à de la fillite
© M. Dupoizat



Réalisation de la coquille en voile et mat de verre et polyester étalé au rouleau
© R. Roch

Le démoulage

L'ensemble du moule et de la copie représente un poids estimé à 450-480 kg et une flexibilité non négligeable si l'on tient compte de sa longueur (au moins 9 m) et de sa largeur (environ 2,30 m). Le démoulage n'est envisageable qu'en procédant à un retournement de l'ensemble pour avoir la possibilité de déboulonner les 3 parties de la coquille et ensuite d'enlever la membrane en silicone. Après de nombreuses discussions et plusieurs essais non concluants, il est décidé de mettre en place deux palans (d'une puissance de 500 kg chacun) pour assurer ce retournement dans la partie où se situe la mezzanine. Deux équipes sont réparties de chaque côté du moule, et la première située du côté où sont accrochées les chaînes des palans soulève tout l'ensemble. Quand celui-ci arrive à la verticale, l'autre équipe pousse le moule vers l'avant de manière à inverser les faces : la face inférieure, celle avec les trois parties de la coquille devient alors la face supérieure et vice versa pour l'autre face. Il suffit alors de relâcher lentement les tensions sur les chaînes des palans et de reposer doucement l'ensemble sur le sol. En réalité, quand l'ensemble est arrivé en position verticale, la coquille s'est désolidarisée de l'ensemble car les deux palans n'étaient accrochés qu'à la copie ; de ce fait ils ne retenaient plus que la copie avec la membrane en silicone. Il a alors été très facile d'évacuer la coquille, et de reposer le tout sur le sol. N'apparaissent donc plus devant nous que la copie et par-dessus, la membrane qu'il faut désormais enlever.

Cette opération s'effectue aisément et favorise la découverte progressive du positif avec sa patine (elle a donc bien été transférée de la membrane sur la première couche de gelcoat). Ce positif montre une bordure recouverte de papier journal aggloméré avec du polyester. Une découpe à la disqueuse et à la scie sauteuse est pratiquée sur le bord de la copie pour l'éliminer. Enfin un estompage de la coupe est effectué avec du papier de verre pour l'ébarber et donc l'adoucir.

La patine

Le transfert de couleur de la membrane sur le gelcoat de la copie a parfaitement réussi. Toutefois, il est indispensable de procéder à de petites corrections des imperfections soit par fixation de pigments dissous dans un vernis polyuréthane mat additionné d'un peu de solvant, soit par brossage de mélanges de pigments appropriés (terres naturelles) pour renforcer une teinte ou au contraire l'atténuer, toutes ces opérations aboutissant en fait à faire croire que cette copie est en réalité le spécimen original.



Enlèvement de la membrane et apparition du positif montrant le transfert de patine
© R. Roch



Découpe à la disqueuse de la bordure du positif recouverte de papier journal durci car imbibé de polyester catalysé
© R. Roch



Finition de la patine pour corriger les petites imperfections
© M. Dupoizat



Fixation au mur de la copie de l'Ichtyosaure
© R. Roch

L'accrochage

À partir d'un plan détaillé de toute la surface du mur avec les points de fixation, quatre potences avec anneaux spécialement aménagées et élaborées par l'un d'entre nous, Marc Dupoizat, ont été fixées aux endroits définis sur le plan, chacune d'elles pouvant supporter au moins 150 à 200 kg.

Quatre cordes sont passées au travers des anneaux et facilitent la mise en position verticale du moulage qui est ensuite amené à glisser le long de deux madriers posés en biais le long du mur. Toutes les personnes présentes (une dizaine) sont sollicitées pour soulever la copie qui est accrochée aux potences par les chaînes implantées dans son épaisseur au moyen de mousquetons.

Conclusion

Neuf jours d'une équipe de 10 à 12 personnes représentant environ 800 heures de travail, ont été nécessaires pour la réalisation du moule et de la copie de cet Ichtyosaure. C'est la première fois que trois musées (musée de Saint-Pierre-La-Palud, musée de Pierres folles, musée de la Civilisation Gallo-Romaine), une entreprise privée (Les Ciments Lafarge), le Centre national de la Recherche scientifique et une quarantaine d'amateurs ont collaboré dans une ambiance extraordinaire amicale et chaleureuse pour mener à bien ce projet.

Face au développement de nouvelles techniques en Sciences de la Terre, telles la morphométrie ou l'image numérique, le moulage demeure à plus d'un titre un vecteur de la valorisation ou de la protection du patrimoine géologique. En effet, il intervient :

- dans la recherche scientifique comme vecteur de communication et de diffusion de spécimens rares ou uniques permettant ainsi à la communauté scientifique nationale et internationale de profiter des découvertes récentes ;
- dans son rôle pédagogique comme vecteur de transmission d'un savoir permettant aux générations futures de paléontologues d'acquérir une bonne démarche naturaliste ;
- dans les expositions, comme vecteur de la diffusion des connaissances mises à la disposition du public dans un but à la fois éducatif, mais aussi de sensibilisation à la protection du patrimoine géologique.