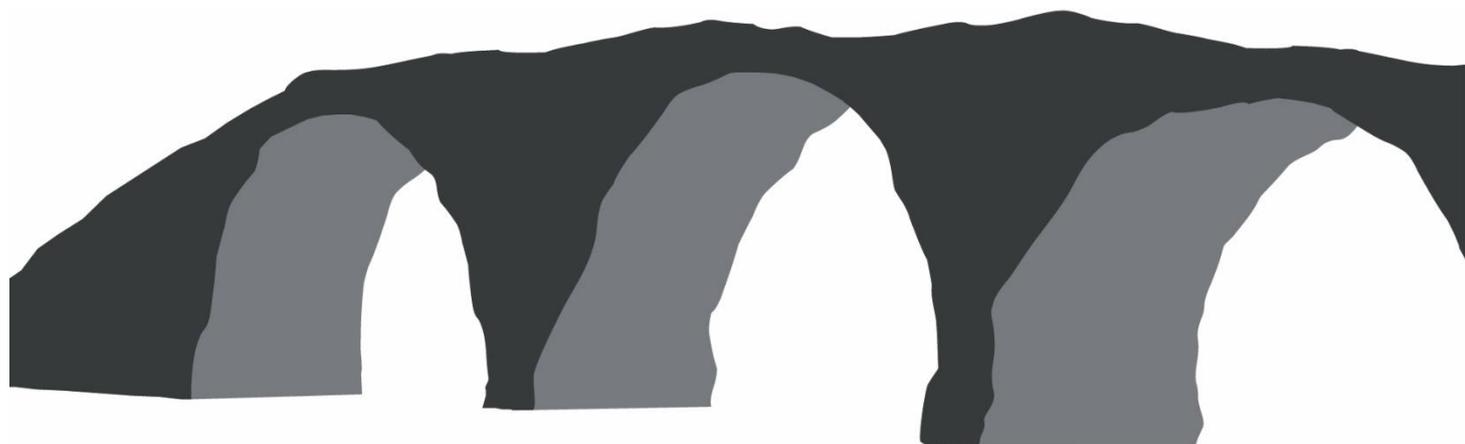


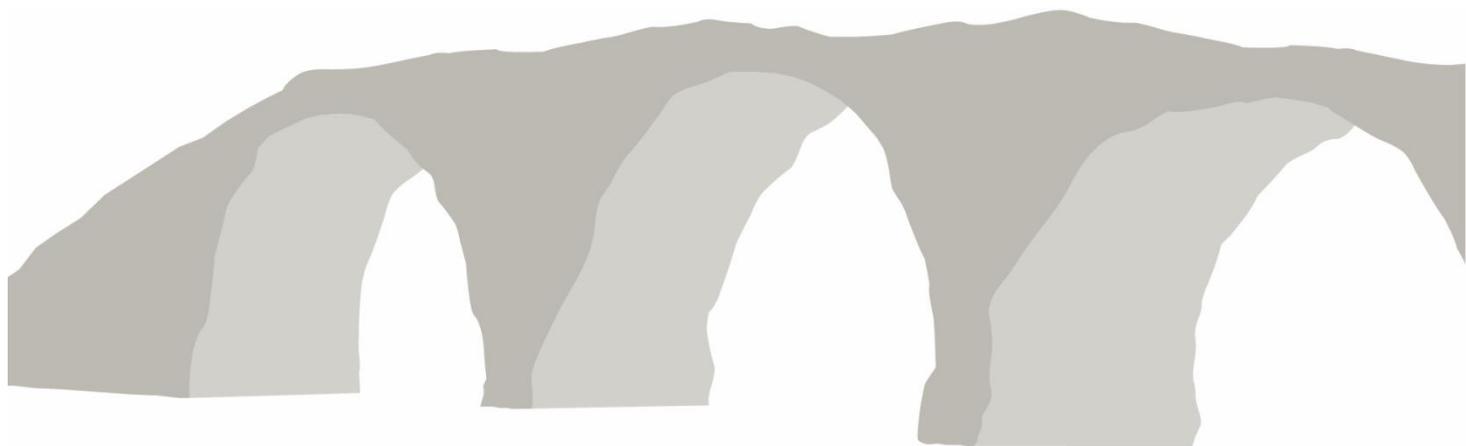
**CONSERVAÇÃO DE UMA EMBARCAÇÃO ROMANA DO SÉCULO II
DESCOBERTA EM LYON (FRANÇA):
UM DESAFIO COM DIFERENTES MATERIAIS E OBJETIVOS**

**CONSERVACIÓN DE UN BUQUE ROMANO DEL SIGLO II
DESCUBIERTO EN LYON (FRANCIA):
UN DESAFÍO CON DIFERENTES MATERIALES Y OBJETIVOS**

**CONSERVATION OF A 2nd CENTURY ROMAN BARGE FROM LYON
(FRANCE): A CHALLENGE WITH DIFFERENT MATERIALS AND AIMS**

Laure Meunier





Submetido em 04/11/2020.

Revisado em: 14/12/2020.

Aceito em: 27/12/2020.

**CONSERVAÇÃO DE UMA EMBARCAÇÃO ROMANA DO SÉCULO II
DESCOBERTA EM LYON (FRANÇA):
UM DESAFIO COM DIFERENTES MATERIAIS E OBJETIVOS***

**CONSERVACIÓN DE UN BUQUE ROMANO DEL SIGLO II
DESCUBIERTO EN LYON (FRANCIA):
UN DESAFÍO CON DIFERENTES MATERIALES Y OBJETIVOS**

**CONSERVATION OF A 2nd CENTURY ROMAN BARGE FROM LYON
(FRANCE): A CHALLENGE WITH DIFFERENT MATERIALS AND AIMS**

Laure Meunier¹

RESUMO

A conservação de um naufrágio do século II d.C. representa um desafio em muitos aspectos: a quantidade de material, materiais diferenciados como a madeira encharcada, ferro, chumbo, têxteis, breu entre outros. Um projeto global deve ser planejado, ou seja, adaptações de escala devem ser pensadas levando em consideração o tamanho, a dimensão excepcional dos objetos e a diversidade. Além disso, a questão da pirita deve ser levada em consideração para evitar que ocorra a acidificação por pequenos passos a cada etapa dos cuidados de conservação. Para isso, ocorreu seu desmonte completo, permitindo a retirada de 26 metros de material têxtil impermeabilizado por breu. Para explorar os dados implícitos, um novo protocolo de estudo teve que ser elaborado, respeitando sua fragilidade. Deste trabalho surgiram novas questões que permitiram vincular os têxteis à barça e também abrir novos campos de exploração dos conjuntos excepcionais de têxteis romanos.

Palavras-chave: naufrágio, Romano, pirita, têxteis.

¹ ARC-Nucléart – Atelier de Recherche et de Conservation. E-mail: laure.meunier@cea.fr. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1929-2130>.

* Traduzido por Alex da Silva Martire. Pós-Doutorando em Arqueologia do Departamento de Antropologia e Arqueologia da UFMG. Pesquisador do Laboratório de Estudos Antárticos em Ciências Humanas, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais, Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627, sala 3070, Pampulha, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, CEP: 31270-901. E-mail: alexmartire@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1744-3900>.

RESUMEN

La conservación de un naufragio del siglo II d.C. representa un desafío en muchos aspectos: cantidad de material, materiales diferenciados como madera empapada, hierro, plomo, textiles, brea, entre otros. Se debe planificar un proyecto global, es decir, se deben pensar adaptaciones de escala teniendo en cuenta el tamaño, la dimensión excepcional de los objetos y la diversidad. Además, se debe tener en cuenta la cuestión de la pirita para evitar la acidificación mediante pequeños pasos en cada etapa de los cuidados de conservación. Para ello, se llevó a cabo su desmontaje completo, permitiendo la retirada de 26 metros de material textil impermeabilizado por brea. Para explorar los datos implícitos, se tuvo que desarrollar un nuevo protocolo de estudio, respetando su fragilidad. A partir de este trabajo, surgieron nuevas preguntas que permitieron vincular los textiles a la barcaza y también, abrir nuevos campos de exploración de un conjunto excepcional de textiles romanos.

Palabras clave: naufragio, Romano, pirita, textiles.

ABSTRACT

The conservation of a 2nd-century AD shipwreck represents a challenge in many ways: the amount of material, different ones such as waterlogged wood, iron, lead, textiles, pitch, among others. A global project has to be planned, meaning that scale adaptations had to be thought of taking into account the exceptional size and diversity matters. On top of it, a common thread with pyrite has to be taken into account to avoid acidification by little footsteps at each conservation care stage. To do this, a complete dismantling has occurred, allowing the removal of 26 meters of waterproofing material which happened to be pitched textiles. To explore the data embedded inside, a new unfolding protocol had to be elaborated; that respected their fragility. New issues arose from this work, allowing to link the textiles to the barge, and also opened new exploration fields of an exceptional set of roman textiles.

Keywords: shipwreck, Roman, pyrite, textiles.

INTRODUÇÃO

Quando as escavações ao nível da margem direita fósil do rio Saône em Lyon (França) ocorreram entre outubro de 2002 e junho de 2004, 16 naufrágios foram encontrados no sítio arqueológico denominado Lyon Saint-Georges, datados entre o século I e 18 d.C. (Figura 1). Foi o Instituto de Investigação Arqueológica Preventiva (INRAP) que procedeu às escavações desse sítio portuário, situado no que futuramente será o estacionamento do Parque Saint Georges, a pedido do Ministério da Cultura. Grégoire Ayala foi o administrador dessa enorme operação arqueológica, e Marc Guyon, o responsável pela escavação dos naufrágios. A escavação foi realizada após a execução da parede externa do referido estacionamento, o que permitiu que ela fosse feita com segurança e de acordo com os métodos tradicionais da arqueologia terrestre, em uma área de aproximadamente 4000 metros quadrados e uma altura de 10 metros (Ayala *et al.*, 2005).

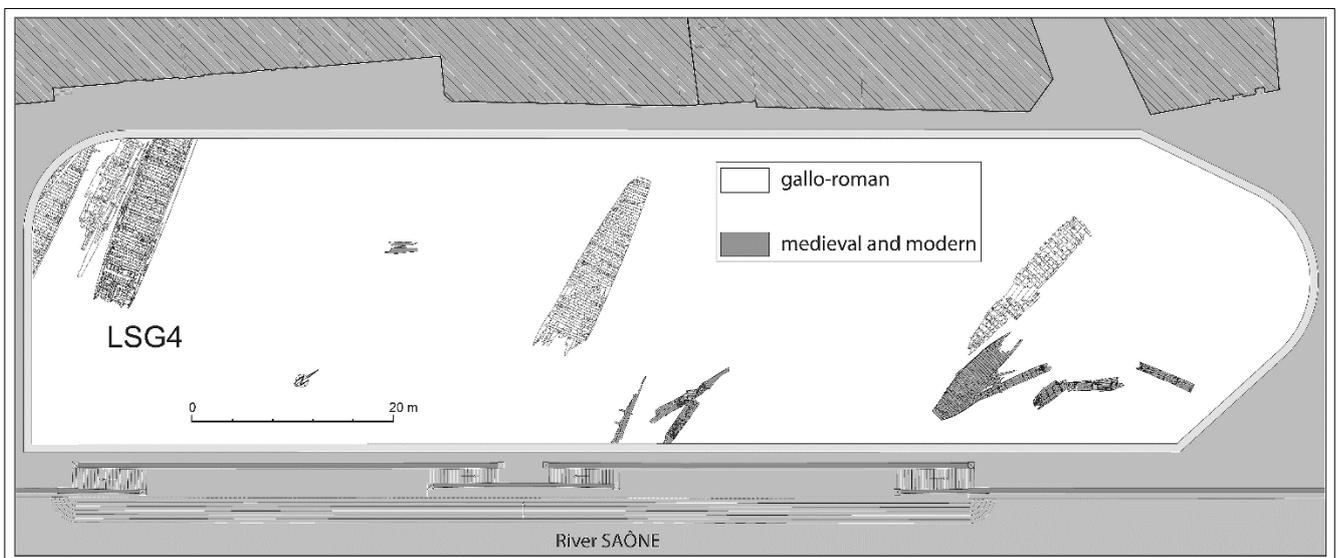


Figura 1. Mapa geral da escavação de Lyon Saint-Georges com 16 naufrágios. Os antigos estão claros enquanto os mais recentes estão em cinza (Elaborado por W. Widlak, INRAP, 2016).

Lyon Saint-Georges 4 (LSG4) pertence a um conjunto maior de seis barcos galo-romanos descobertos em 2004 (Figuras 1 e 2). Seu estudo arquitetônico completo foi feito e publicado em 2010 (Guyon, 2010; Rieth, 2010a, 2010b). No entanto, a falta de tempo e a impossibilidade de desmontagem *in situ* impediram um levantamento intensivo. Os três naufrágios mais completos foram removidos e armazenados em um lago perto de Lyon, aguardando financiamento para estudos futuros. Isso aconteceu em 2013, sinalizando o lançamento do projeto LSG4, que durou vários anos e envolveu a consolidação da madeira alagada, sua restauração e preparação para exibição no museu Lugdunum em Lyon em 2024. Desde então, houve a conservação e análise mais aprofundada de vários materiais e dados, levando ao fornecimento de novas informações arqueológicas.

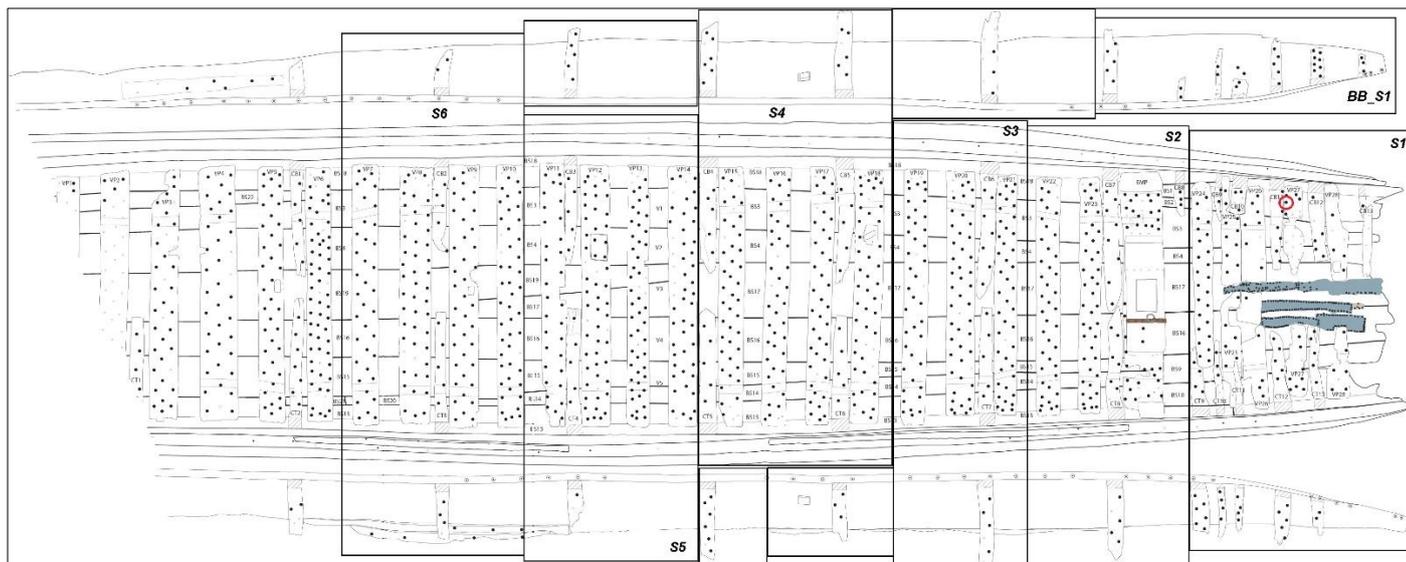


Figura 2. Mapa geral da parte conservada do naufrágio Lyon Saint-Georges 4 (LSG4). As molduras mostram onde ela foi cortada para ser removida da escavação. Eles já tinham sido separados durante a remoção quando os lados foram emoldurados. (Elaborado por M. Guyon, INRAP, 2013).

CONSERVAÇÃO DA BARÇAÇA EM UM LAGO

Ao descobrir a barçaça, surgiu a questão a respeito de sua conservação entre o achado e o tratamento de estabilização. A barçaça inicial tinha 28 m de comprimento, mas somente 15 m de comprimento e 5 m de largura foram escavados, enquanto a segunda parte ainda está embaixo da antiga Lyon, fora do estacionamento. Este naufrágio não pôde ser removido inteiro do local da escavação, uma vez que a construção do estacionamento estava em andamento. Optou-se, portanto, por cortar a barçaça em seis partes, cada uma com cerca de 2,50 m de comprimento, e colocá-las em molduras moldadas para conservar a configuração arqueológica. Como dois outros naufrágios romanos foram removidos ao mesmo tempo, os naufrágios foram transportados desagrupados, conduzindo-os para serem colocados aleatoriamente no lago. A escolha de um lago próximo teve vários propósitos: o custo de transporte e armazenamento era o mais baixo, e a madeira alagada poderia ser mantida em condições certas, em local protegido. Essas escolhas se mostraram adequadas, já que, após passados alguns anos, em 2013 se conseguiu financiamento para relançar o projeto de apresentação de uma barçaça romana no museu Lugdunum de Lyon: Lyon Saint-Georges 4, do século II d.C.

No entanto, isso diz respeito apenas a um dos três naufrágios romanos removidos e armazenados no lago. Os outros dois continuam esperando e se deteriorando porque, mesmo em águas limpas, ocorrem algas e também micro-organismos. Os pedaços de naufrágios foram protegidos com redes e sacos de areia, mas não durarão para sempre. Isso, longe de uma situação ideal, mostra como é importante pensar um projeto global desde o início: desde a escavação até à exposição, passando pelas estratégias de preservação, pois, quando o projeto se concentra apenas em uma parte, neste caso a retirada dos restos, mas não tem planejamento para as etapas adiante, muitos problemas podem surgir.

A antecipação e as soluções duráveis também devem ser pensadas e levadas em consideração. Por exemplo, o lago de armazenamento deveria durar dois anos, então as referências das peças foram apenas escritas com marcador permanente diretamente nas molduras. Essa decisão não foi a mais adequada para um período de tempo maior, tanto que gerou um problema dez anos depois, porque a referência das peças desapareceu e

o desenho da localização das molduras era impreciso, visto que o GIS não estava disponível no momento. Uma forma mais permanente de escrever ou gravar essas referências na moldura deveria ter sido usada. Através do projeto RAAR (*Reburial and Analyses of Archaeological Remains*), a rotulagem e os materiais usados para enterrar novamente os restos arqueológicos foram avaliados (Nyström Godfrey, 2009), mas isso ocorreu após as descobertas e armazenamento do sítio de Lyon Saint-Georges. Isso levou à conclusão de que os polímeros plásticos normalmente usados para rotular em arqueologia podiam durar pelo menos 50 anos, enquanto que, para uma madeira arqueológica de aproximadamente 100 anos, a forma mais segura de escrever era a lápis. Outros materiais mais frágeis, como couro e têxteis, desapareceriam muito antes disso (Nyström Godfrey, 2009). Felizmente, alguns rótulos feitos de linóleo e escritos com marcador ainda estavam pregados em algumas peças, mas eles estiveram disponíveis após um longo trabalho de remoção dos sacos de areia.

Com o objetivo de manter as peças de madeira na posição arqueológica, foram utilizadas cunhas, principalmente de poliestireno e madeira, mas não foram todas fixadas nas armações. Isso foi fácil de cortar na forma certa, mas sem fixação e, mesmo afundados com sacos de areia na face superior dos restos, o poliestireno flutuou e mudou de posição ao se afundar, conduzindo-o a uma maior fragmentação e deformação. Depois de dez anos, todos os materiais estavam alagados e não flutuavam mais.

LEVANTAMENTO FORA DO LAGO DE ARMAZENAMENTO

Após dez anos de armazenamento, um mergulho de controle foi feito para avaliar o estado de conservação e preparar a operação de levantamento. Devido à dificuldade de identificação, uma equipe de quatro mergulhadores que já tinha trabalhado no naufrágio do Arles Rhône 3 interveio durante duas semanas. Primeiro eles tiveram que reconhecer as estruturas do naufrágio do LSG4 e depois movê-las para perto da margem, permitindo a utilização de um guindaste menor, mais barato, para possibilitar o levantamento em uma noite. Os sacos de areia foram removidos e a areia despejada no fundo do depósito, enquanto os sacos foram levantados e jogados no lixo. Isso aconteceu em janeiro, enquanto a vegetação aquática estava mais baixa. Um lado teve que ser transferido para outro quadro porque foi armazenado com elementos de outros naufrágios. Finalmente, oito estruturas foram preparadas para ser levantadas. Após o levantamento de cada uma, foi feito um calçamento complementar com espumas e madeira para garantir o transporte e uma capa plástica foi colocada para manter a umidade. Três caminhões especiais foram carregados para levar os elementos para Grenoble no dia seguinte.

A CHEGADA À GRENOBLE E A PREPARAÇÃO PARA A ESTABILIZAÇÃO

Todas as estruturas foram recuperadas e transportadas para Grenoble no final de janeiro de 2014 (Figura 3). Um armazém foi construído para acondicioná-las e um sistema de pulverização permitiu manter a madeira alagada molhada. Precisou-se fazer uma primeira limpeza, porque mesmo que os sacos de areia fossem retirados de baixo da água, havia lama do armazenamento de dez anos atrás e, como cresceram mexilhões nas armações, foi preciso conferir o estado da madeira. Durante essas operações, foram feitas análises da madeira, e os resultados apontaram uma importante taxa de pirita (até 40% em vários locais) que levou a uma mudança completa da metodologia de tratamento. Em vez de manter o naufrágio como estava, e cortá-lo para caber nas

nossas instalações de tratamento, decidimos desmontá-lo completamente, retirando os 2.100 pregos² antes do tratamento e avaliação de 1.000 fragmentos.



Figura 3. As diferentes molduras, ao chegar a Grenoble, armazenadas em um depósito com água de pulverização para mantê-las úmidas (Foto de L. Meunier, ARC Nucléart, 2014).

Essa mudança na abordagem do tratamento permitiu conservar todas as peças sem novos cortes e a remoção da maioria dos produtos corrosivos possíveis na mesma operação. Uma vez que nossas soluções de impregnação de PEG são um pouco ácidas (pH mantido em aproximadamente 5,5) à baixa atividade biológica (Caillat & Meunier, 2018, p. 308), o metal pode ser afetado por essa taxa de pH³. Pareceu melhor remover tantos compostos de metal quanto possível antes do tratamento para evitar a interação entre o metal e a solução de PEG. Isso nos levou a pedir aos conservadores de metal da oficina CREAM em Vienne (França) que retirassem também as seis folhas de chumbo colocadas como reparação na primeira seção da barcaça⁴. Devido a essa desmontagem completa, todas as faces dos objetos foram limpas e avaliadas quanto à presença de piritita, pois finalmente ficaram facilmente manobráveis. Vários outros projetos de naufrágios foram conduzidos da mesma forma, com partes inteiras ou grandes levantadas e depois desmontadas nas instalações de tratamento: Pommeroeul, Bélgica (Tervfe, 1996); Magor Pill, Reino Unido (Dollery, 1996); barco Dover, Reino Unido (Watson, 1996); entre outros.

² Os pregos foram primeiro conservados em sacos plásticos com furos para fazer uma secagem controlada, e depois parte deles foi restaurada na oficina CREAM (Vienne, França). Alguns deles foram reaproveitados para a confecção de moldes a fim de substituir os pregos originais por pregos de plástico para a exposição no museu.

³ Percebemos mudanças quando uma fina camada de metal está presente e, em seguida, o tratamento para esses artefatos foi alterado. Em tratamentos de restos com partes mais maciças de metal, nenhuma mudança perceptível foi observada. Nós favorecemos a separação de materiais quando possível.

⁴ Isso permitiu entender que eram canos antigos reutilizados como reparação. Inscrições antigas deram indicações importantes sobre sua fabricação.

Grande parte do impermeabilizante, principalmente proveniente do espaço entre o porão e a lateral, foi retirado durante a desmontagem. O material utilizado são tecidos com piche, já bem conhecidos desde a primeira escavação no sítio Lyon Saint-Georges (Schoefer, 2004; Plantec, 2010; Médard, 2010; Médard, 2014). Tais tecidos são principalmente de lã e a técnica de impermeabilização foi observada até agora no eixo Rhône-Saône entre os séculos I e III dC. Como consequência do piche impregnado, o material é hidrofóbico: para recuperar os têxteis dos naufrágios de Lyon Saint-Georges, o piche teve que ser solubilizado com acetona porque a água é ineficiente (Schoefer, 2004; Plantec, 2010). Portanto, isso significa que usar a solução PEG para consolidar esse material tem pouca ação sobre ele. É o que observamos nas peças que ficam no lugar e às vezes caem após o tratamento: são difíceis de colar de volta no lugar e a liofilização pode ser muito dessecante, oferecendo ao acaso um material multicamadas incontrolável. Como elas estavam localizadas principalmente em um local particular, onde a moldura para segurar as laterais seria colocada e se tornaria invisível ao visitante, elas foram removidas. Tais peças constituem um valioso material para estudos posteriores.

O PROBLEMA DA PIRITA EM LSG4

A taxa importante de pirita evidencia a necessidade de uma abordagem de conservação global para o naufrágio. Numerosos estudos sobre a contaminação da pirita em madeira alagada foram conduzidos (MacLeod & Kenna, 1991; Sandström *et al.*, 2002; Fors, 2016), e o interesse em resolver esse problema está presente desde o seu aparecimento no Vasa em 2000. Testes foram feitos com amoníaco no Batávia, por exemplo (Ghisalberti *et al.*, 2002), mas, principalmente a solução, é uma espera baseada no monitoramento climático (Hocker, 2006). Uma vez que acontece a acidificação, é difícil de revertê-la. No caso do LSG4, uma estratégia foi adotada para bloquear por um maior tempo possível a acidificação. A mesma consiste em ações a cada etapa do tratamento, que podem não ser suficientes individualmente, mas juntas podem estender significativamente o tempo antes da acidificação. Eles estão listados abaixo e explicados nos parágrafos a seguir. Eles foram: o desmonte completo do naufrágio, com a retirada dos cravos e compostos de ferro; a solução de tratamento ativo com remoção dos íons higroscópicos; a *coring*⁵ complementar após liofilização para garantir que toda parte do prego e do metal fosse retirada; a aplicação de uma pasta tampão-básica na passagem dos cravos para controlar o surgimento de acidificação nos pontos mais prováveis; o controle da umidade relativa para mantê-la a uma taxa máxima de 50%, porque comprovou sua eficácia com o Vasa (Hocker, 2006) e o trabalho com o museu na área de exposição e plano de monitoramento.

TRATAMENTO PARA A CONSOLIDAÇÃO DA MADEIRA ALAGADA

As diferentes espécies de madeira utilizadas na barçaça (pinho para os lados e carvalho para o fundo plano, e todas as armações e costelas) estavam fortemente degradadas. Há quase 20 anos, um processo de duas etapas é utilizado no ARC Nucléart para esse tipo de madeira alterada (Chaumat *et al.*, 2002), consistindo em uma primeira solução de impregnação com 20% de PEG por pelo menos quatro meses; e outra do mesmo PEG por mais quatro meses com 35% antes da liofilização para permitir um bom comportamento da madeira. Na década

⁵ N. de T. Dito procedimento trata-se de uma retirada de material, principalmente ao longo dos buracos dos pregos, com broca ou, neste caso, principalmente à mão, usando bisturi para ser mais preciso.

de 2000, o PEG 4000 foi usado, mas desde o tratamento de Arles-Rhône 3 – uma barça romana de 31 m de comprimento –, mudamos para o PEG 2000 para facilitar a absorção e se adequar aos usos europeus comuns (Bernard-Maugiron & Courboulès, 2018). Um estudo dinamarquês de 2007 (Tjellidén *et al.*, 2009) confirma a eficiência do PEG 2000 para consolidar naufrágios, mostrando uma absorção de até 50 mm em carvalho. As partes de carvalho do LSG4 têm cerca de 5 cm de espessura para o fundo plano e cerca de 12 cm para as armações e as costelas, podemos assumir então que a consolidação é eficiente. As partes em pinho são semicirculares com um máximo de 35 cm, mas com uma porosidade importante. Para estes últimos, o tempo de impregnação foi superior a um ano, para fins de conservação, a prioridade foi colocada nas partes de carvalho, que foram as primeiras utilizadas na remontagem do naufrágio no seu suporte.

Loic Caillat, biólogo da equipe, desenvolveu um sistema que permite reciclar e limpar a solução PEG continuamente (Caillat & Meunier, 2018). Tal sistema é composto por uma bomba que empurra o PEG através de um filtro de polipropileno de 2 μ , incluindo uma lâmpada antibacteriana UVC para esterilizar a solução. Esse sistema não precisa de biocidas, pois, quando a solução é límpida, é possível um controle visual para verificar o desenvolvimento de biofilme ou qualquer outra anormalidade. O sistema também permite adicionar resina de troca iônica no processo para eliminar os íons higroscópicos solúveis em água (Caillat & Meunier, 2018). Escolhemos alguns dos Dow^{®6} com OH⁻ e H⁺ como íons de troca para não adicionar novos íons higroscópicos na solução (Rémazeilles *et al.*, 2020, p. 30). Resultados de análises feitos por Céline Rémazeilles (Université de La Rochelle, França) para controlar a eficácia do sistema proposto mostraram que a madeira, após o tratamento, apresentava apenas pirita, mas não mais íons higroscópicos, embora estivessem presentes antes (Rémazeilles *et al.*, 2020, p. 33).

Um dos parâmetros que devem ser controlados nesse sistema de filtração contínua para preservar o material alagado é o nível de pH. Outra coisa emprestada do mundo industrial é o uso de ácido cítrico, um produto barato usado na indústria de processamento de alimentos e farmacêutica, sem toxicidade (Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé, 2017). Observamos que o ácido cítrico pode ser uma fonte de problemas colaterais, pois a reação da solução pode formar precipitados de citrato de cálcio, que interagem com o sistema de filtração dinâmica, fazendo necessárias e repetidas limpezas chegarem nos objetos ou no fundo do recipiente.

A LIOFILIZAÇÃO DOS ELEMENTOS

ARC Nucléart (Grenoble, França) possui dois liofilizadores, que foram usados para LSG4, e ambos podem congelar a madeira. Captadores inseridos na madeira permitem um monitoramento da temperatura, e uma vez que todos estão com a mesma temperatura que na sala de tratamento, consideramos que a operação está concluída. Um dos liofilizadores é feito para prateleiras de 2,65 m x 1,50 m, essencialmente carregadas com elementos de fundo plano, costelas e laterais curtas. Para duas prateleiras de fundo plano, os ciclos de liofilização duravam aproximadamente três semanas, enquanto o ciclo mais longo durava seis semanas para cada lado do objeto. O outro liofilizador é mais estreito, porém mais longo, e as armações e as laterais longas foram congeladas por dentro. Para duas ou três armações, os ciclos duravam três semanas, enquanto o ciclo mais longo, que foi feito somente em um lado dessas armações, demorou dois meses. Ambos foram usados durante

⁶ Amberlite™ IRA402 OH e IR120 H, Dow Europe GmbH, Suíça.

18 meses para realizar o tratamento e a secagem de todos os restos. Uma avaliação da madeira seca tratada com PEG foi feita: quase 6,6 toneladas!

CONSERVAÇÃO COMPLEMENTAR DEVIDO À PIRITA

Após a liofilização, todas as peças foram restauradas e uma atenção particular foi dada ao exame e tratamento das cavidades dos pregos. O *coring* complementar baseado na análise de Arles-Rhône 3 mostrou uma grande quantidade de pirita no primeiro centímetro após a presença do prego (Bernard-Maugiron *et al.*, 2016; Meunier & Guiblain, 2019) (Figura 4). Portanto, um meio-termo entre a remoção de uma grande quantidade de pirita e a integridade do artefato pode ser encontrado através da remoção do núcleo em um diâmetro de aproximadamente 20 mm do centro do prego. O *coring* complementar também pode ser conduzido com um ímã, porque o estudo de Rémazeilles *et al.* (2020) mostrou que em Lyon Saint-Georges 4 a pirita é frequentemente misturada com greigita, que passa a ser magnética. No entanto, o principal guia era a própria madeira: quando cheia de pirita, é cinza, com aspecto de madeira, mas quanto mais contaminada, mais faz pequenos pedaços quando cortada com o bisturi, diferente da aparagem de madeira. Este também é um indicador para ajudar durante o *coring*. Preferimos uma intervenção mais importante na parte inferior das peças de madeira para preservar o aspecto da parte superior. Retirada a madeira mais contaminada, aplicamos uma pasta à base de sebaçato Di-sódico, produto selecionado por nosso químico Gilles Chaumat *et al.* (2016). Em seu primeiro estado, como pó seco, era impossível mantê-lo em uma superfície vertical, como passagens de pregos. A equipe de conservação fez testes para elaborar uma pasta tixotrópica derretida com sebaçato di-sódico e Tylose (4/1 partes ponderais) e posteriormente colocada em água deionizada (70/30 água / pó partes ponderais). Isso fez um tampão básico no local mais reativo que pode ser ativado no caso de material úmido, por ex. acidificação.

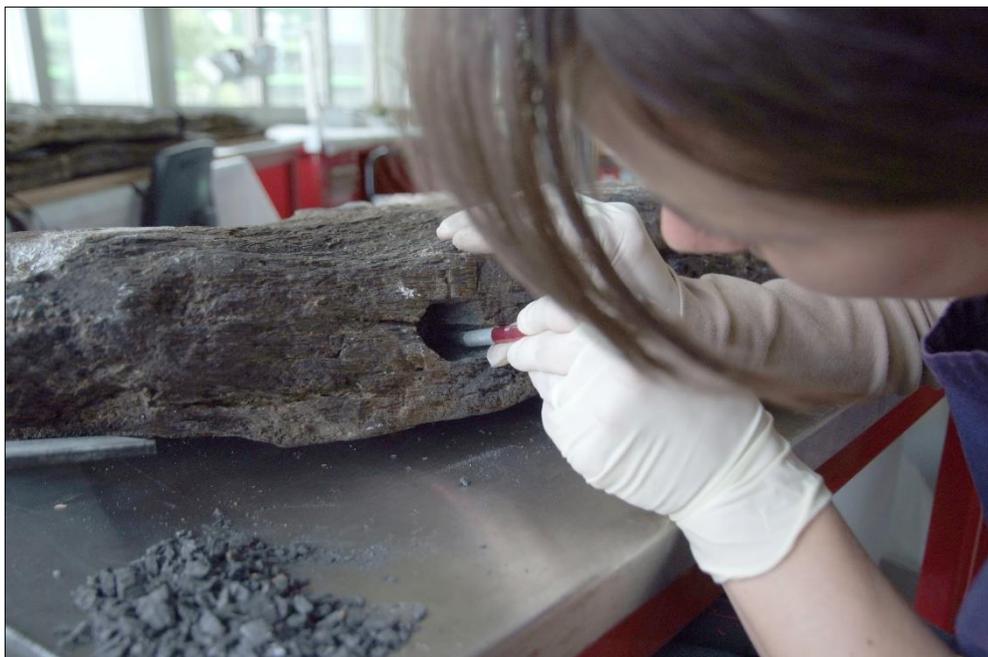


Figura 4. Após a liofilização, foi realizado um *coring* complementar para a retirada das partes mais contaminadas da madeira com pirita (Foto de M. Guyon, INRAP, 2016).

O PROBLEMA DA ACIDIFICAÇÃO

De alguma forma, vimos algumas saídas ácidas (Figura 5), principalmente localizadas sob as molduras. Parece ser um pó cinza claro, mas não parecia úmido, nem deixava nenhuma mancha úmida. Quando colocado com uma gota de água deionizada e após 30 segundos de espera, medimos um pH entre 3 e 5. A madeira seca de LSG4 tratada com PEG deu uma média de 5-5,5. Removemos as peças contaminadas e fizemos uma verificação algumas semanas depois. Apareceu uma pequena mudança, mas com uma nova remoção, o fenômeno parou. Imaginamos que isso se devia à falta de circulação de ar, pois essas peças são armazenadas em polietileno moldado na forma da moldura (5 mm de espessura, ou 1 cm para as pranchas de fundo plano), e depois colocadas em pranchas de pinho. No entanto, o desenvolvimento ácido não ocorreu com as pranchas de fundo plano. Não sabemos se isso se deve à espessura da madeira ou não (as tábuas de fundo plano têm cerca de 5 cm de espessura, enquanto as molduras têm 12 cm). Durante o desmantelamento, em muitas das molduras, observamos um fino depósito de pirita na superfície inferior delas, e até mesmo uma crosta sob as pranchas de fundo plano. A crosta foi removida em quase as três primeiras seções do barco a serem desmontadas e antes da impregnação de PEG, mas não necessariamente a pirita.

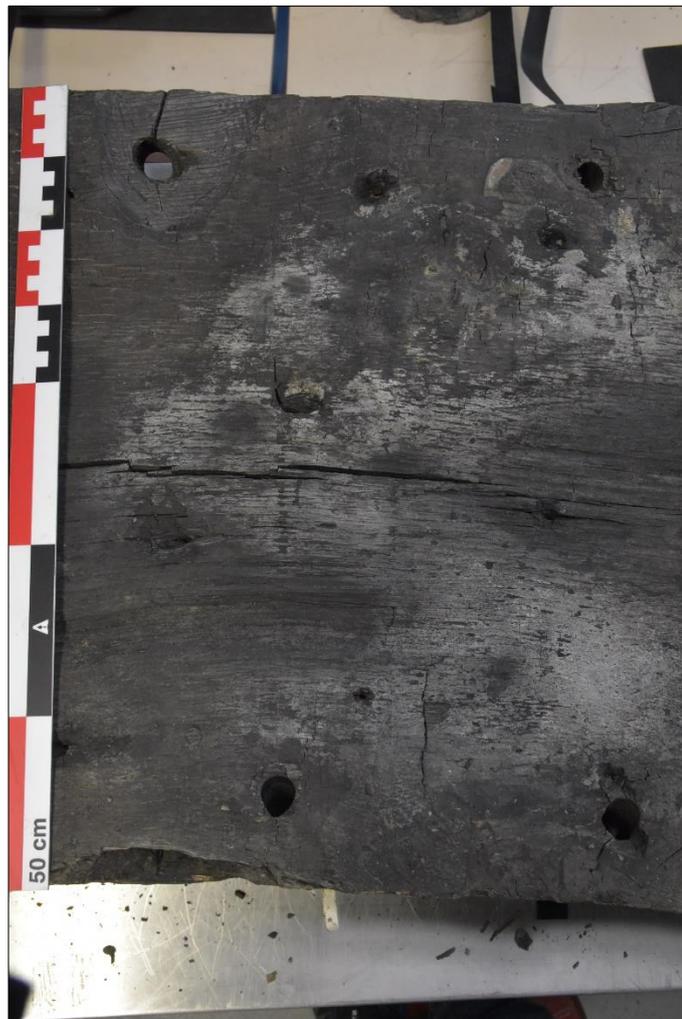


Figura 5. Partida ácida sob o degrau do mastro. É cinza claro e em pó, mas apenas em uma camada fina, facilmente removível. (Foto de L. Meunier, ARC Nucléart, 2018).

UM NOVO PRODUTO PARA O PREENCHIMENTO

Enquanto era conduzido o *coring* complementar, os orifícios dos pregos cruzaram algumas das armações de uma forma que não deveriam, porque eram parte dos pregos de baixo que não eram visíveis de cima. Ao mesmo tempo, alguns locais careciam de material para ser unidos, mas não precisavam de uma resistência estrutural, apenas um pouco de material para colocar duas peças em contato e permitir sua remontagem. Para cumprir esse propósito, elaboramos uma pasta específica. A mesma foi utilizada para preencher uma lacuna entre os elementos ou para diminuir o tamanho dos furos na parte superior das molduras. A referida pasta tinha que ser macia, e não mais dura que a madeira tratada; ligeiramente básica, em caso de desenvolvimento ácido; fácil de aplicar; e, se possível, sem toxicidade para o conservador e também para a natureza. A textura pesquisada era como pasta para modelagem. Após testes, a receita inclui polpa de papel, como componente de carga inerte e leve volume; *vegetal shot*⁷ para a carga e textura; e carbonato de cálcio para uma carga básica. No entanto, o solvente usado não pode ser água devido à presença da pirita. Para tanto, optou-se por um adesivo celulósico, Klucel® G, fundido em etanol em 10%. Um pequeno encolhimento é observado, dependendo de como o adesivo é misturado com o pó seco. Amostras foram colocadas em câmara climática para verificar o comportamento com umidade e calor. Nenhuma mudança foi observada. O último ponto trata da conservação de longo prazo. A pasta é uma alternativa interessante, barata, com uma conservação a longo prazo da mistura de pó seco e ecológica. Ela é de cor branca e necessita de retoques. No entanto, muitas vezes depois de alguns anos, as pinturas acrílicas mudam e deixam as intervenções aparecerem devido aos aditivos desconhecidos em produtos industriais (Aguilar-Rodriguez *et al.*, 2021). Decidimos então colocar diretamente os pigmentos naturais (terrosos), visto que não existem aditivos que possam mudar de cor, para tentar evitar novas intervenções em um artefato de 15 m de comprimento.

REGISTRO DA CONSERVAÇÃO

Para uma peça enorme como a barçaça em questão, a forma de registro é essencial para ser eficiente e simples. Planos arqueológicos baseados na fotogrametria, e mencionando a fragmentação de cima e de baixo das peças, foram usados para registrar operações, para ter um relance de tudo o que foi feito sobre uma prancha ou moldura. Isso será escaneado para ser o ponto de partida do plano de monitoramento. O objetivo principal é integrar um GIS para coletar todos os dados da escavação à conservação e monitoramento.

A ESTRUTURA METÁLICA PARA EXIBIÇÃO

A concepção da estrutura metálica foi confiada a uma fábrica de caldeiras⁸ e o naufrágio deve ser apresentado em posição de navegação. Tivemos que encontrar estratégias que nos permitissem aceitar variações desconhecidas. Essa etapa não foi simples porque a parte frontal do naufrágio estava levantada. Nesse sentido, o ângulo foi difícil de ser avaliado, pois todas as partes foram tratadas separadamente, e tivemos que medir o

⁷ N. de T. Consiste em um pó vegetal, usado para limpar superfícies, jogado com pressão em um dispositivo. Eles geralmente têm vários diâmetros. O mais utilizado é o corindon na conservação de esculturas de pedra, com diâmetro de 29µ.

⁸ CIC Orio, Grenoble, França, que já fez a moldura Arles-Rhône 3.

ângulo na parte inferior da lateral para dar uma aproximação. Sendo assim, retiramos o ângulo da parte inferior das laterais, informado no plano arqueológico da escavação. Para o fundo chato, como as pranchas foram desmontadas e o impermeabilizante, parcialmente removido, não podíamos ter certeza de que a largura era a mesma de antes da desmontagem. Portanto, decidimos aumentar um pouco o suporte em caso de ligeira dilatação da largura devido às deformações até a dimensão máxima do porão, cuja parte superior é maior que a inferior devido ao ângulo para receber as laterais (Figura 7). Isso não teve consequências na apresentação, pois ajustamos os apoios laterais após a colocação do fundo plano e, finalmente, entre a retirada do impermeabilizante e a deformação das régua, chegamos ao equilíbrio.

Os naufrágios se movem em sua moldura, especialmente no início de sua exibição. Diante disso, levantou-se a questão de saber como acompanhar esse movimento e até que ponto. A questão é mais crucial para os lados, que não podem ser apoiados ao longo de sua parte inferior. Ainda assim, eles representam a forma característica da barça, e assim foi decidido mantê-los na posição de navegação, mesmo que saibamos que ficarão na moldura e isso os marcará um pouco, mesmo com a espuma inerte colocada entre o suporte e a madeira. O naufrágio foi colocado em sua moldura em 2016 (Figura 6).

A madeira, mesmo após o tratamento, ainda se move e muda. É por isso que cada elemento do naufrágio tem seu próprio suporte. Isso permitirá manter a forma do barco, e retirar para exame ou retratamento das peças que precisar. Isso implica que as armações do fundo plano e das nervuras sejam posicionadas um pouco acima do fundo plano, em suportes metálicos de 6 mm, e depois sejam mantidas em posição com os pés passando pelos orifícios dos pregos e apoiados no suporte do fundo plano para evitar o esmagamento da madeira do fundo plano. Uma interface inerte de polietileno rígido é posicionada entre o suporte metálico e a madeira para evitar a interação com o tempo, embora seja aplicada uma tinta epóxido aquecida. O suporte pesa aproximadamente 10 toneladas.



Figura 6. O naufrágio em sua moldura metálica para exibição durante a construção. Os lados são mantidos com grandes garras para distribuir seu peso (Foto de L. Meunier, ARC Nucléart, 2016).

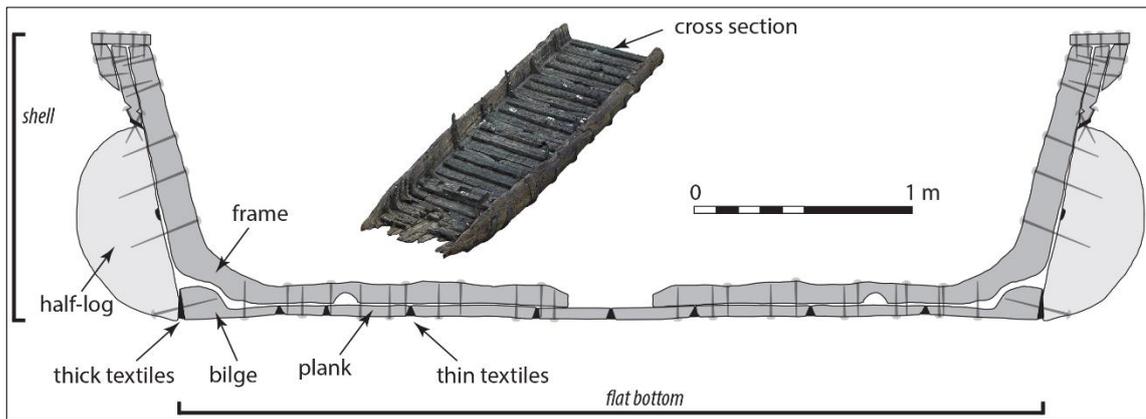


Figura 7. Os tecidos impermeabilizantes localizam-se essencialmente entre o porão e as laterais, e entre as pranchas do fundo plano (Elaborado por M. Guyon, INRAP, 2020).

PREPARAÇÃO PARA A EXIBIÇÃO COM O MUSEU

As condições de visualização do naufrágio foram aconselhadas para manter um clima a 50% de UR e uma temperatura de aproximadamente 20 °C. Isso permite estar próximo das condições de conservação de Vasa, o que garante a estabilização de qualquer estado da pirita (Hocker, 2006). Uma iluminação específica será usada durante as operações de manutenção, e um armário para guardar o equipamento de manutenção é projetado ao lado do naufrágio.

É planejado um monitoramento, mais intenso nos primeiros três anos, para ver como os naufrágios se comportam em seu apoio e ver se as mudanças são rápidas. Isso permitirá adaptar as condições de conservação caso as medidas sejam inadequadas. O monitoramento consiste em uma fotogrametria completa do naufrágio, com uma comparação entre os volumes para fazer projeções de seus movimentos. Um ponto estratégico para verificar o pH e a umidade no interior da madeira para avaliação do seu estado será mapeado.

DISCUSSÃO

O trabalho nesse enorme projeto mostra a importância de ter uma visão global do projeto ao longo dos anos e de um bom registro e transmissão das informações. A complexidade e a dimensão levam a um alongamento da duração: a escavação ocorreu em 2003-2004, a conservação em 2014-2020 e a exibição está agora prevista para 2024.

Um projeto a longo prazo deve ser planejado desde o início, uma vez que os vestígios arqueológicos alagados são conhecidos por sua complexidade, descobri-los é o primeiro ponto principal. Para projetos de longa duração, é necessário obter fundos, bem como um local de exposição, e a experiência mostra que sem uma meta definida se perde dinheiro e ocorrem problemas de armazenamento devido à interrupção ou abandono de obras. Mesmo que este projeto mostre o tratamento proposto para um naufrágio, os outros dois naufrágios romanos ainda permanecem no lago de armazenamento, sem projeto ou financiamento. Embora esses dois também tenham sido retirados da escavação com um custo, e a interrupção e abandono de seu tratamento signifique mais recursos financeiros para tratar a decomposição, agora eles ainda estão longe de qualquer instituição ou plano de preservação.

Uma visão global do projeto também ajudou a definir um problema de cuidado com a piritita e a tentar evitar a acidificação em cada etapa do tratamento de conservação, mas também a preparar a área de exposição e o plano de monitoramento com antecedência. Dessa forma, ao invés de agir em reação a um problema, a conservação preventiva tem sido usada para minimizar os custos de longo prazo, que podem ser importantes para um naufrágio.

O tamanho da barcaça levou a pensar de forma diferente a intervenção de conservação com uma grande escala, tentando levar em consideração o problema da piritita desde o começo do processo de conservação e ao longo das diversas intervenções. Cerca de 1.000 peças de madeira estão presentes no barco, e a escala é muito diferente de coleções com poucos artefatos. As intervenções estão concentradas no essencial, a ser feito em um prazo razoável que se prolonga em função da quantidade de material. Além disso, uma consideração especial foi colocada na durabilidade, mas também no mínimo cuidado a se ter durante a exibição.

UMA NOVA ABORDAGEM EM TÊXTEIS COM PICHE

Durante o desmonte da barcaça, foram retirados 26 m de calafetagem para posterior estudo, que provinha principalmente dos espaços entre o porão e a lateral (Figura 7). Primeiro, os fragmentos pareciam pedaços de madeira, mas depois de um exame mais detalhado, apareceram tecidos. Um novo desafio surgiu a respeito de uma técnica de desdobramento adequada: como podemos responder a questões históricas com esses novos dados?

Até agora, os têxteis de calafetagem eram desdobrados quimicamente, removendo o piche usando principalmente acetona e etanol de forma variada, em uma rede acima dos solventes; e depois por imersão, ou diretamente por imersão (Plantec, 2010, Schoefer, 2004). O objetivo era ser entregue limpo e plano para estudos arqueológicos. As tentativas de seguir o procedimento anterior levaram à destruição das amostras devido ao papel muito dominante do piche, que impregnou completamente o tecido. Esse estado insatisfatório nos levou a desenvolver um novo protocolo que deveria abordar em primeiro lugar a conexão entre o material e a barcaça e, em segundo lugar, as formas de registrar as operações de desdobramento, pois cada etapa, entre o início e a conclusão, é temporária e sem retorno possível. As especificações funcionais para esse novo protocolo precisavam ser eficientes e rápidas de forma a limitar o desperdício, os custos e a toxicidade para o operador, mas também respeitar o têxtil.

Os solventes orgânicos danificam as fibras, que se tornam mais frágeis ao serem tratadas dessa forma, resultando em rasgões nas dobras. O novo protocolo usa água quente para que o piche se torne suficientemente plástico para permitir o desdobramento do tecido (Figura 8). Os têxteis estão em bom estado de conservação, protegidos ao longo dos anos pelo piche, que é hidrofóbico e antibacteriano. Com essa técnica, podem ser recuperados pedaços maiores de tecido (o tamanho médio foi multiplicado por quase seis vezes para chegar a 660 cm² para o conjunto Calfat 54, pois era de 110 cm² anteriormente (Médard, 2014, p. 123)) e isso demonstra que anteriormente a multiplicação dos fragmentos foi certamente o resultado da técnica de desdobramento. Isso traz à tona a necessidade de se trabalhar em conjunto conservadores e arqueólogos, pois a falta de comunicação leva à perda de informações importantes, como as recuperadas e registradas para LSG4 e perdidas para os estudos anteriores sobre têxteis. Essas eram o elo entre naufrágios e têxteis.



Figura 8. Após aquecê-los em água quente, os tecidos com piche podem ser facilmente desdobrados. Em seguida, são colocados em uma rede para secar, tentando alisá-los (Foto de M. Guyon, INRAP, 2017).

COMO REGISTRAR AS DIFERENTES ETAPAS?

Para registrar as diferentes etapas do protocolo, diversas técnicas complementares têm sido utilizadas. Primeiramente, foi realizada fotogrametria do material de calafetagem para manter um registro 3D de como foi encontrado originalmente e para fornecer documentação para registro. Em seguida, um filme GoPro® foi feito durante o desdobramento, e um mapa das diferentes peças dos tecidos foi desenhado. Este foi um estado de transição em que as observações puderam ser feitas.

Essa etapa também foi gravada, e foi feito um mapa em relevo para entender como o tecido foi dobrado para ser colocado entre as pranchas. As dobras ainda eram visíveis e podiam ser lidas transferindo o mapa em relevo para uma imagem monocromática. Usando essa técnica, comparamos a maneira como os tecidos de diferentes pontos foram dobrados. Queríamos saber se sempre foi feito da mesma forma ou não e entender os gestos de fazer essa tarefa. Os têxteis usados entre a lateral e o fundo plano costumavam ser mais grossos e sua preparação parecia mais áspera; as peças utilizadas eram menos regulares para esse fim do que aquelas entre as pranchas de fundo plano, em que a borda foi rasgada. Essas pequenas peças apresentam dimensões reduzidas para se adequarem ao espaço a preencher, em contraste com o espaço existente entre o fundo plano e o lado mais largo.

Todos esses têxteis podem fornecer uma quantidade excepcional de informações sobre as técnicas romanas de calafetagem, é claro, mas também sobre os próprios têxteis. A maneira como a calafetagem foi realizada parece ter sido feita com algumas tiras dobrando os tecidos, porque regularmente encontramos dobras longitudinais paralelas e, em seguida, marcas perpendiculares espaçadas. Parece que foi usada uma ferramenta de calafetagem, da forma como ainda é usada hoje em dia na calafetagem tradicional, com ferro, formando um laço ao inserir o material de calafetagem, o resto empurrado para dentro depois para preencher o espaço restante. Já temos mais de três metros quadrados de tecido desdobrado, vindos de quase seis metros lineares de material, e ainda há 23 metros esperando para serem investigados. Existe aqui um grande potencial para constituir um conjunto de referência dos têxteis romanos. Isso é o que está planejado para ser feito futuramente.

CONCLUSÃO

Por meio de um desdobramento cuidadoso dos têxteis, novas perspectivas e novos dados surgiram. Primeiro, diziam respeito à habilidade romana de impermeabilizar a barcaça, a maneira como os tecidos eram preparados para esse uso e colocados no lugar; depois, à técnica usada para impermeabilizar a barcaça.

Com quase 3 m² de tecidos romanos, o conjunto Lyon Saint-Georges 4 é atualmente um dos mais numerosos da Europa. Alguns tecidos de fibra vegetal fazem parte desse material (o linho foi identificado através da observação em corte transversal com um microscópio óptico em uma amostra de Calfat 54-7), mas eles representam uma proporção muito pequena das descobertas, que são principalmente de fibra animal (essencialmente ovelha ou cabra, pois é muito difícil diferenciá-los sem análise). Entre os fragmentos de fibra vegetal, apenas dois tipos de tecelagem estão presentes, tafetá e sarja, sem nenhum motivo especial de tecelagem. Este último foi identificado como um tecido técnico conhecido no século III d.C. com a base na qual as escamas de metal que formam a armadura romana foram costuradas (comunicação pessoal de John Peter Wild, sobre achados de Vindolanda). Todos os tecidos são reaproveitados, é claro, e agora o desafio é encontrar alguma pista sobre sua utilização anterior ou entender se eles foram especificamente escolhidos para essa tarefa.

AGRADECIMENTOS

Por este trabalho, ARC Nucléart (Grenoble, França) deve ser agradecido por me confiar a conservação desse enorme remanescente. Em seguida, ao meu colega arqueólogo Marc Guyon (INRAP, França), com quem compartilhamos dados, formas de registro e reflexões sobre como podemos aproveitar esse acesso excepcional ao material arqueológico. Claro, o Museu Lugdunum de Lyon (França) também deve ser agradecido por ceder a conservação da barcaça à ARC Nucléart e esperar com paciência a solução para desdobrar os têxteis e o estudo sobre eles, que ainda está por vir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Rodríguez, P., Mejía-González, A., Zetina, S., Colin-Molina, A., Rodríguez-Molina, B., & Esturau-Escofet, N. (2021). Unexpected behavior of commercial artists' acrylic paints under UVA artificial aging. *Microchemical Journal*, 160, 105743. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.105743>.
- Ayala, G., Guyon, M., & Laurent, F. (2005). Lyon Saint-Georges (France): la fouille d'une berge de Saône. In *Archaeological Heritage Management in riverine landscapes. Rapportage Archeologische Monumentzorg* (pp. 89–94).
- Bernard-Maugiron, H., De Viviès, P., & Blanc, L. (2016). A case study: The analysis and restoration of pyrite-contaminated composite waterlogged wood of a Gallo-Roman barge from Arles. In C. Cook & T. Grant (Eds.), *Proceedings of the 12th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference: Istanbul 2013* (pp. 210–217). International Council of Museums (ICOM), Committee for Conservation, Working Group on Wet Organic Archaeological Materials.
- Caillat, L., & Meunier, L. (2018). Regeneration of PEG solutions used for waterlogged wood consolidation. In International Council of Museums, E. Williams, & E. Hocker (Eds.), *Proceedings of the 13th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference: Florence 2016* (pp. 305–310). International Council of Museums (ICOM), Committee for Conservation, Working Group on Wet Organic Archaeological Materials.

- Chaumat, G., Barthez, J., Dubois, N., Lacand, P., & Besson, G. (2002). Contribution to the optimisation of PEG concentrations in waterlogged degraded wood suitable for subsequent freeze-drying treatments. In International Council of Museums & P. Hoffmann (Eds.), *Proceedings of the 8th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference: Stockholm 2001* (pp. 363–369). Dt. Schiffahrtsmuseum.
- Chaumat, G., Caillieret, B., & Bochaton, T. (2016). Use of sebacate salts to consolidate and stabilise composite archaeological artefacts. In International Council of Museums, T. Grant, & C. Cook (Eds.), *Proceedings of the 12th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference: Istanbul 2013* (pp. 161–167). International Council of Museums (ICOM), Committee for Conservation, Working Group on Wet Organic Archaeological Materials.
- Dollery, D. (1997). The Magor Pill Wreck: aspects of recovery, conservation and interpretation. In International Council of Museums & P. Hoffmann (Eds.), *Proceedings of the 6th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference: York 1996* (pp. 485–501). Dt. Schiffahrtsmuseum.
- Fiche acide citrique ANSM. (2017). Retrieved 21 December 2020, from https://ansm.sante.fr/var/ansm_site/storage/original/application/7751ed2213d09387c6dbe72d65682ce0.pdf.
- Ghisalberti, E. L., Godfrey, I., Kilminster, K., Richards, V., & Williams, E. (2002). The analysis of acid-affected *Batavia* timbers. In International Council of Museums & P. Hoffmann (Eds.), *Proceedings of the 8th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference: Stockholm 2001* (pp. 281–307). Dt. Schiffahrtsmuseum.
- Guyon, M. (2010). Les épaves. In É. Rieth (Ed.), *Les épaves de Saint-Georges Lyon - Ier-XVIIIe siècles* (Vol. 16, pp. 48–97). CNRS Éditions. https://www.persee.fr/doc/nauti_0154-1854_2010_num_16_1_1236.
- Hocker, E. (2006). From the Micro- to the Macro-: Managing the Conservation of the Warship, *Vasa*. *Macromolecular Symposia*, 238(1), 16–21. <https://doi.org/10.1002/masy.200650603>.
- International Council of Museums, Grant, T., Cook, C., & Fors, Y. (Eds.). (2016). Comments on the sulfur and iron contamination in wood samples from the *Göta wreck* and the *Kronan*, with discussion on the impact of the wreck site environment. In *Proceedings of the 12th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference: Istanbul 2013* (pp. 179–186). International Council of Museums (ICOM), Committee for Conservation, Working Group on Wet Organic Archaeological Materials.
- International Council of Museums, & Hoffmann, P. (Eds.). (1997). Bilan et perspectives du remontage des barques de Pommeroeul. In *Proceedings of the 6th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference: York 1996* (pp. 517–526). Dt. Schiffahrtsmuseum.
- Médard, F. (2010). Les tissus associés à la construction des chalands gallo-romains du Parc Saint-Georges (Lyon), Ier-IIIe siècles ap. J.-C. In É. Rieth (Ed.), *Les épaves de Saint-Georges Lyon - Ier-XVIIIe siècles* (Vol. 16, pp. 136–146). CNRS Éditions. https://www.persee.fr/doc/nauti_0154-1854_2010_num_16_1_1236.
- Médard, F. (2014). Les tissus associés à la construction du chaland Arles-Rhône 3 : qualité et gestion de la matière première. In S. Marlier & V. Andrieu-Ponel (Eds.), *Arles-Rhône 3 : un chaland gallo-romain du 1er siècle après Jésus-Christ* (pp. 116–125). CNRS Éditions.
- Meunier, L., & Guiblain, T. (no prelo). Lyon Saint-Georges 4: feedback on the treatment of a high-rate pyriteous wreck. In E. Schofield (Ed.), *Proceedings of the 14th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference: Southampton 2019*. International Council of Museums (ICOM), Committee for Conservation, Working Group on Wet Organic Archaeological Materials.
- Nyström Godfrey, I. (2009). Reburial and Analyses of Archaeological Remains (RAAR). Investigation on the effects of burial on materials used at archaeological excavations to separate and mark objects. In ICOM Committee for Conservation, K. Strøetkvern, D. J. Huisman, T. Grant, & Netherlands (Eds.), *Proceedings of the 10th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference: Amsterdam 2007* (pp. 215–251). Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten.
- Plantec, M. (2010). *5 ensembles de tissus gallo-romains de calfatage* (Lyon Saint Georges, p. 27). LP3 conservation,

27 p. unpublished.

- Rémazeilles, C., Meunier, L., Lévêque, F., Plasson, N., Conforto, E., Crouzet, M., Refait, P., & Caillat, L. (2020). Post-treatment Study of Iron/Sulfur-containing Compounds in the Wreck of Lyon Saint-Georges 4 (Second Century ACE). *Studies in Conservation*, 65(1), 28–36. <https://doi.org/10.1080/00393630.2019.1610608>.
- Rieth, É. (2010). Archéologie de la batellerie gallo-romaine et architecture «sur sole». In É. Rieth (Ed.), *Les épaves de Saint-Georges Lyon - Ier-XVIIIe siècles* (Vol. 16, pp. 35–47). https://www.persee.fr/doc/nauti_0154-1854_2010_num_16_1_1235.
- Rieth, E. (2010). Les épaves du Parc Saint-Georges: Une variante régionale de l'architecture «sur sole». *Archaeonautica*, 16(1), 98–103. <https://doi.org/10.3406/nauti.2010.1237>.
- Sandström, T. P. A., Jalilehvand, F., Persson, I., Gelius, U., & Frank, P. (2002). Acidity and salt precipitation in the Vasa: The sulfur problem. In International Council of Museums & P. Hoffmann (Eds.), *Proceedings of the 8th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference: Stockholm 2001* (pp. 67–89). Dt. Schiffahrtsmuseum.
- Schoefer, M. (2004). *Textiles issus des feuilles des berges de la Saône, Saint-Georges, Lyon - 2003* (p. 23). Musée des Tissus de Lyon, 23 p. unpublished.
- Tjellén, A. K., Botfeldt, K. B., & Pilkjær Simonsen, K. (2009). Impregnation Depth of PEG in Wood from the Roskilde Ships, Denmark. In ICOM Committee for Conservation, K. Stroetkvern, D. J. Huisman, T. Grant, & Netherlands (Eds.), *Proceedings of the 10th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference: Amsterdam 2007* (pp. 301–313). Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten.
- Watson, J. (1997). Conservation of the Bronze-Age boat from Dover: an interim report. In International Council of Museums & P. Hoffmann (Eds.), *Proceedings of the 6th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference: York 1996* (pp. 555–567). Dt. Schiffahrtsmuseum.