

EIGHTY YEARS' EXPERIENCE IN CONSERVATION OF WOOD

E. E. ASTRUP

THE VIKING SHIP MUSEUM in Oslo contains three ships which were found in burial mounds from the Viking period, as well as a large number of objects which were found with them. The Tune ship was excavated in 1867, the Gokstad ship in 1880 and the Oseberg ship in 1904. The dead had been placed in the ship, together with a rich collection of grave goods which included everything considered necessary for the next life.

The Oseberg ship was particularly well equipped and is characterised by the rich variety of wooden objects, many of which were decorated with magnificent carvings, including the sleighs and sleigh shafts, a cart and the animal head posts. There were also a number of objects, either functional or ornamental, made from metal, bone, antler, textile, leather and rope.

PRESERVATION CONDITIONS AT THE TIME OF EXCAVATION

While it was possible to excavate the Gokstad ship more or less complete, it was quite a different matter with the Oseberg ship, where both the vessel and the objects were badly distorted and broken into thousands of pieces. This was due to the way in which the 21.5 m long ship had been buried in the mound. It lay in blue clay and had been covered with a large quantity of stones, over which was a compact layer of turf. Lying deep in the clay with a relatively high water table and with a dense, solid layer of turf and clay over it, the ship was almost hermetically sealed in the mound.

The great weight of the turf and stones, however, proved to be a heavier load than the ship and its grave goods could tolerate. Further destruction had been caused by early grave robbers, who had badly disturbed the finds. But otherwise the dense clay and high water table had created a stable state

80 ANS D'EXPÉRIENCE DE LA CONSERVATION DU BOIS

E. E. ASTRUP

LE MUSÉE DES BATEAUX de Vikings à Oslo abrite trois embarcations, ainsi que les nombreux objets les accompagnant, trouvés sous des tumuli de la période viking. Le bateau de Tune a été découvert en 1867, celui de Gokstad en 1880 et celui d'Oseberg en 1904. La personne défunte était ensevelie dans le bateau, accompagnée de tous les objets considérés nécessaires pour une vie dans l'au-delà.

La sépulture d'Oseberg est certainement la plus riche des trois. Cette richesse réside en de magnifiques objets en bois sculpté, tels les traîneaux et leurs limons, le chariot, et les têtes d'animaux. D'autres objets usuels, ou décoratifs, en métal, en os, en cuir, en corde ou en matières textiles faisaient également partie de l'équipement.

CONDITIONS DE CONSERVATION AU MOMENT DE LA DÉCOUVERTE

Alors qu'il avait été possible de retirer le bateau de Gokstad à peu près entier de son tumulus, il n'en fut pas de même pour le bateau d'Oseberg. Le bateau, et tout son contenu, était en mille pièces. En effet, l'embarcation de 21,5 m. de long enterrée profondément dans le l'argile bleue, avait été recouverte d'un amas de pierres et finalement d'une couche épaisse de tourbe argileuse. De cette manière le tumulus avait été hermétiquement scellé et le taux d'humidité contenu dans l'argile était resté constant.

Néanmoins, ni le bateau ni les objets ne purent supporter sans dommages le poids des pierres et de la tourbe. D'autres déteriorations étaient dues à des fouilles illicites au cours des temps. Mais, grâce aux propriétés de l'argile qui retient l'humidité, les débris de bois étaient étonnamment bien conservés.

Les fouilles conduites par le professeur Gabriel Gustafson furent extrêmement complexes. Le travail



The early ninth-century Viking ship from Oseberg, a funeral ship built to carry a mighty queen and all her equipment to the other world. Now in the Viking Ship Museum, Oslo.

Le bateau d'Oseberg, remontant au début du IX^e siècle, un bateau funéraire construit pour l'enterrement d'une puissante reine et de ses possessions. Maintenant au Musée des Bateaux de Vikings, Oslo.

of preservation within the mound. After being buried for 1,100 years, the ship and the objects were in a surprisingly good condition materially, in spite of the extensive physical damage.

The excavation, which was led by Professor Gabriel Gustafson, was extremely complex, but the post-excavation work on the conservation and treatment of the finds was to be the longest and most complicated chapter in the history of the find.

From the very start of the excavation, great care was taken to keep all the wood wet in order to avoid shrinkage and cracking by drying. At this point, experience in the conservation of wood on such a large scale was still limited. Admittedly, many wooden objects had previously been very successfully conserved, but these had generally been more simple things. For such richly carved pieces as in the Oseberg ship, where the smallest surface details had to be preserved at all costs, there was no previous experience to build on. After an exhaustive study of the various methods which were in use at the time, especially in Germany, Denmark and Switzerland, several extensive trials were made before the work of conserving the ship and its contents could begin.

From the experiments it soon became clear that there was not one common method which seemed to be suitable for the treatment of all the wood. The choice of a conservation method will depend on the species of the wood, the size of the objects and the degree of damage or deterioration. It is easier to achieve a good homogeneous conservation right to the core of a small object than a large one, so it would be an advantage with all the small fragments which together make up the Oseberg find. It was more difficult to select a method which was equally suitable for all the varieties of wood which were present. There were objects in both hardwoods and softwoods, including oak, ash, aspen, birch, yew, maple, pine, spruce and beech.

From a total consideration of the species of wood, the state of deterioration and the degree of decoration, it was decided to make use of three kinds of treatment: one for the ship and for some of the especially well-preserved oak objects, another for the vast majority of the wooden objects, and a third method for those objects with the finest carvings.

After the excavation was completed, the treat-

de conservation qui s'ensuivit est un des chapitres les plus compliqués de cette histoire.

Dès l'ouverture du tumulus, on prit grand soin de conserver l'humidité de tous les fragments en bois afin d'éviter le rétrécissement dû au dessèchement. A cette époque, on avait une expérience limitée de la conservation du bois, surtout à si grande échelle. Cependant, certains objets en bois avaient déjà été très bien conservés, mais il s'agissait en général d'objets de forme plus simple. Dans le cas d'Oseberg, les moindres détails des sculptures devaient être conservés coûte que coûte, et on n'avait aucune expérience antérieure sur laquelle se baser. Après des études approfondies sur les méthodes en cours, spécialement en Allemagne, au Danemark et en Suisse, on fit plusieurs essais avant d'entamer le travail de conservation proprement dit.

Ces expériences ont vite montré qu'il n'existe pas de méthode universelle pour le bois. Le choix de la méthode dépend de l'espèce du bois, de la taille de l'objet et du degré de détérioration dans lequel il se trouve. Il est plus facile d'obtenir un résultat homogène avec des objets de petite taille. De ce fait, les fragments ne présentaient pas de grandes difficultés. Il était plus difficile de trouver une méthode applicable à toutes les variétés de bois présentes. Il y avait à la fois des bois durs et des bois tendres, comme le chêne, le frêne, le tremble, le bouleau, l'if, l'érable, le pin, le sapin et le hêtre.

Compte tenu des espèces, de l'état de décomposition du matériau et de la qualité et la richesse des décorations, trois traitements différents furent choisis: un pour le bateau et pour les objets en chêne spécialement bien conservés; un second pour la majorité des objets; enfin, un troisième pour les plus belles sculptures.

La fouille une fois terminée, on décida de donner la priorité à la conservation du bateau, tandis que le reste des objets étaient mis en attente.

LE BATEAU

Comme nous l'avons déjà dit, le bateau était en milliers de morceaux de taille plus ou moins grande (ill. p. 157). Les deux bordages supérieurs étaient relativement intacts et il restait aussi quelques bordages du fond dans toute leur longueur. Quant au reste, il ne s'agissait que de fragments de 50 cm à 1 m. au plus. Le bateau était construit en chêne, et le bois lui-même était en bon état de



The Oseberg ship during excavation in 1904. The peat and blue clay, in which the vessel was buried, helped to preserve it.

Le bateau d'Oseberg lors des fouilles de 1904. La terre glaise qui entourait le bateau a contribué à sa bonne conservation.

ment of the ship itself was given first priority, while the other objects had to wait.

THE SHIP

Because of the physical damage, the ship had to be taken up in thousands of pieces, both large and small (fig. above). The top two strakes were more or less complete, while towards the bow and stern there were up to four unbroken strakes. Otherwise most of the fragments were between half a metre and a metre long. The ship itself had been built in oak, which was in a good state of preservation thanks to the clay in which it was lying and the waterlogged conditions. Immediately after excavation each plank or fragment of plank was carefully measured, numbered, washed and finally impregnated with a mixture of carbolineum and linseed oil in equal parts.

conservation grâce à l'humidité constante dans laquelle il avait été gardé. Dès sa sortie de terre, chaque fragment fut mesuré, numéroté, nettoyé et finalement imprégné d'un mélange à parties égales de carbonyle et d'huile de lin.

Chaque pièce ainsi traitée, restait encore l'énorme travail de reconstruction. La raison pour laquelle il a été possible de reconstruire un bateau de cette taille en partant de milliers de fragments est que chacun de ces fragments avait été soigneusement dessiné sur place, avant même d'être retiré de la terre. Tous les fragments originaux furent réemployés, même les plus détériorés. A cause de la pression subie quand ils étaient sous terre, beaucoup d'entre eux étaient tellement déformés qu'il était impossible de les ajuster les uns aux autres. Aussi, grand fut le soulagement quand on s'aperçut que le matériau supportait

Once every piece had been treated, the enormous task of reconstruction remained. That it was at all possible to reconstruct the ship from such a vast number of fragments is due to the fact that an exact full-scale drawing had been made while the ship was still lying in the ground. Great emphasis was placed on using all the original fragments, even though some of them were in a poor condition. Due to the physical pressure in the mound, some of the pieces had been very badly distorted, so that it was impossible to get them to fit together perfectly. With great delight it was discovered that the material was still in such good condition that it could be steamed and pressed back to its original form. Even the keel, which was extremely twisted, returned to its original shape by this method. It was also found that the prow and stern could be treated in this way without damaging the carving. The majority of the iron clench nails from the planking were still usable, although a number had to be replaced.

The decorated prow and stern had been broken in the mound (fig. right). The upper part of the prow with its serpent decoration was not included in the first restoration, even though the fragments had been recovered. The serpent on the prow of the Oseberg ship as exhibited today (cf. fig. p. 155) is a copy, as the original is in rather a delicate condition. There is a similar copy on the stern-post.

After it had been restored, the whole ship was given a surface coat of lacquer. Since this first treatment, the ship has only once, in 1957, been given a new coat of linseed oil and turpentine. The ship has never been subject to a conservation treatment which involves the use of a consolidant which replaces the water in the wood, thereby strengthening the material. Thanks to the good preservation conditions in the burial mound, such a treatment has not been necessary.

THE OBJECTS

After the ship had been restored, work could begin on the objects. Apart from the textiles, which were quite a separate matter, the treatment of the other materials does not seem to have caused problems.



L'étambot du bateau d'Oseberg tel qu'il apparut au cours des fouilles de 1904.

d'être traité à la vapeur et pouvait ainsi reprendre sa forme originale. Même la quille, qui était complètement distordue, retrouva ainsi sa forme. La proue et la poupe purent également être traitées de cette manière sans dommage pour les décorations sculptées. La majorité des rivets de la coque étaient encore utilisables, bien que certains aient été remplacés.

L'étrave et l'étambot avaient été brisés dans le tumulus (ill. ci-dessus). La partie supérieure de l'étrave, terminée par une tête de dragon, n'avait pas subi de traitement, bien qu'on en ait retrouvé les fragments. La décoration actuelle présentée au musée (ill. p. 155) est une reconstitution de l'original qui est en très mauvais état. Il en est de même pour l'étambot.

La restauration une fois terminée, le bateau reçut une couche de vernis cellulosique. Depuis, le bateau a été passé une seule fois à un mélange d'huile de lin et de téribenthine en 1957.

En ce qui concerne le bateau, la teneur en eau du bois n'a jamais été remplacée par un agent de conservation afin de renforcer le matériau. Grâce aux bonnes conditions de conservation dans le

It is the conservation of the wooden objects that is of greatest interest. These had been kept wet from the moment they were excavated until they could be treated, and to prevent the growth of fungi in the water, mercury (II) chloride was added as a fungicide. An enormous task now began. The many hundreds of fragments had first to be conserved before the different objects could be reconstructed. Under no circumstances could the fragments be allowed to shrink or distort during the process, if they were going to fit properly together afterwards, and the treatment moreover was intended to last "for ever".

Some of the objects which were made of oak were in such a good state of preservation that it was sufficient to treat them with carbolineum and linseed oil, in the same way as the ship itself, while some exceptionally good fragments in oak, ash and yew were given no more than a coat of mat lacquer. However, the objects made from softer wood—and this included the majority of the most valuable objects—presented more serious problems and required a much more extensive conservation treatment.

A series of methods were tried.¹

Where badly decomposed wood was involved, treatment with alum seems to be the only method which gave any results in agreement with the demands which were made.

To be on the safe side in the event of a conservation method proving unsuccessful, full-scale drawings were made of a large number of the finest carved objects. In addition it was decided that exact full-size copies should be made by a first-class woodcarver and that a series of plaster casts should be taken. In other words, great emphasis was laid on the best possible documentation, in case the conservation failed.

After careful consideration, the conservation method which was chosen involved treating the object with potassium alum ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$), followed by impregnation with linseed oil. The method, which was well known in Denmark, seems to have given as good a result as could be expected, although one was fully aware that the surface of the objects appeared rather dead and that the outward appearance was not altogether satisfactory. The sharp relief of the carving, which was so clear while the objects lay in water, became somewhat flattened and less well-defined after the object had been treated. The method was

tumulus, un tel traitement n'a jamais été nécessaire.

LES OBJETS

La restauration du bateau une fois terminée, on a pu s'occuper des objets. A part les textiles qui ont demandé des soins spéciaux, le traitement des autres matériaux n'a pas posé de grands problèmes.

La conservation des objets en bois est la partie la plus intéressante de ce long travail. En attendant de pouvoir s'en occuper on les avait tous immergés; pour éviter les moisissures, on avait ajouté à l'eau un liquide fungicide, chlorure de mercure (II). Une tâche énorme commençait. Il fallait d'abord traiter des centaines de fragments avant d'entreprendre la restauration proprement dite. Il fallait avant tout éviter qu'ils ne rétrécissent ou se déforment si l'on voulait arriver à les recoller. En plus, le traitement devait être définitif.

Certains des objets en chêne étaient en excellent état et il suffisait de les traiter au carbonyl et à l'huile de lin, comme le bateau. D'autres fragments exceptionnels en chêne, frêne et if n'avaient besoin que d'une couche de vernis mat. Cependant les objets de bois tendre – ce qui veut dire la plupart des objets les plus précieux – posaient de sérieux problèmes et demandaient un traitement plus compliqué.

Plusieurs méthodes ont été expérimentées (voir note¹). Quand on a affaire à du bois à un stade de décomposition avancée il semble que le traitement à l'alun était le seul à donner des résultats satisfaisants.

Au cas où une méthode s'avèrerait défectueuse, on fit faire à l'avance des dessins grandeur nature des objets sculptés les plus précieux. En plus on décida d'en faire exécuter des répliques exactes par un sculpteur expérimenté ainsi qu'une série de moules. En d'autres termes, toute la documentation possible a été assurée.

Après mûre réflexion, la méthode de conservation choisie fut l'alun ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$), suivie par l'imprégnation à l'huile de lin. La méthode, bien connue au Danemark, a donné les résultats attendus, mais la surface des objets prit une apparence terne et très peu satisfaisante. Le contour très net des sculptures, tant qu'elles étaient conservées dans l'eau, fut en quelque sorte aplati et diffus après traitement. La méthode était plus satisfaisante pour les objets en mauvais état que pour

found to be better for poorly preserved wood than for healthier heartwood, but not suitable for most of the oak objects.

The great advantage to be seen with this method was that the wood retained its true dimensions, and the objects and broken surfaces did not shrink, which meant that pieces could be successfully glued together after conservation. But even if they did not shrink or become distorted during the process, it was clear that the appearance and properties of the conserved wood were no longer typical for wood. When the alum salt crystallised inside the wood, the material became hard and brittle, almost like glass, and no longer tolerated being knocked or shaken.

That the objects retained their form was nevertheless regarded as more important than the properties of the resulting material, and no other method known at the time affected the dimensions of the wood to such a little extent. Most of the objects were therefore treated in this way.

The excavation reports noted that there were remains of paint on a number of wooden objects. However, these traces of paint disappeared during the alum treatment, as there seemed to be no possibility of conserving the objects without losing the paint.

THE ALUM TREATMENT

The choice of alum as a consolidant was based on two properties which make it particularly suitable. Firstly, only a very small amount of water is required to dissolve the alum salts, which means that there is very little water to evaporate after the conservation process is complete. The greater part of the solution, which is absorbed by the wood during the process, remains in the wood, thereby hindering shrinkage. The other reason is that the salt dissolves much better in hot water than in cold, which means that after the wood is removed from the hot solution and has been allowed to cool, the salt rapidly crystallizes.

The method was carried out in three steps: treatment with the hot alum solution, followed by drying, and finally impregnation.

- The objects were immersed in a bath containing a saturated alum solution at c. 90°C. The treatment lasted until the object was fully saturated with the solution, the time depending on the size and shape of the object. The Oseberg material needed between 12 and 26 hours.

ceux dont le bois était bien conservé, mais elle ne pouvait convenir à la plupart des objets en chêne.

Le grand avantage de cette méthode était de conserver les dimensions du bois: les objets et les surfaces brisées ne retrécissaient pas, ce qui permettait de les coller à la restauration. Mais même en évitant cet inconvénient, restait le fait que le matériau perdait son apparence et ses qualités. Quand les sels d'alun se cristallisent à l'intérieur du bois, le matériau se durcissait et devenait fragile comme le verre et ne supportait plus aucun choc.

La forme des objets était néanmoins plus importante que les qualités du matériau, et on ne connaissait pas de meilleure méthode à l'époque. C'est pourquoi la plupart des objets furent traités de cette manière.

Dans les rapports de fouilles on peut lire que certains des objets portaient des restes de peintures. Cependant, ces traces disparurent pendant le traitement à l'alun, il n'y avait malheureusement aucune possibilité de conserver les objets sans perdre la peinture.

LE TRAITEMENT À L'ALUN

Le choix de l'alun comme agent de consolidation reposait sur deux propriétés spécialement adéquates. D'abord, il faut une très petite quantité d'eau pour dissoudre les sels d'alun, en d'autres termes, peu d'eau s'évapore une fois le traitement terminé. La plus grande partie de la solution absorbée reste dans le bois, ce qui évite le retrécissement. Ensuite, le sel se dissout mieux dans l'eau chaude que dans l'eau froide, ce qui implique qu'après refroidissement, le sel se cristallise rapidement.

Le traitement comprenait trois stades: bain dans une solution d'alun chaude, séchage et ensuite imprégnation.

- Les objets étaient immersés dans un bain contenant une solution saturée d'alun à 90°C. Le traitement durait jusqu'à saturation complète de l'objet, le temps dépendait de la taille et de la forme de l'objet. Les objets d'Oseberg avaient besoin de 12 à 26 heures.
- Les objets étaient séchés à l'air jusqu'à ce qu'ils aient atteint un poids constant et que l'eau superflue se soit évaporée. Le temps de séchage dépendait de la taille de l'objet et pouvait prendre jusqu'à 3 mois, pendant lesquels l'objet était constamment pesé.
- Afin de renforcer le bois devenu plus fragile

It was found necessary to use a saturated solution, as cracks appeared with weaker concentrations, especially where the wood was in poor condition.

To avoid the formation of crystals on the surface, the objects were rinsed in warm water immediately after they were removed from the hot alum solution.

- The objects were then dried in the air until they had assumed a constant weight and all the superfluous water had evaporated. Drying time depended on the size of the object, and could take up to three months, during which time the object was continually weighed.
- In order to strengthen the fragile wood after treatment, it was thoroughly impregnated with linseed oil, using the Danish prescription. The various fragments were then glued together.

After reconstruction, the completed objects were given a coat of mat lacquer to protect them from the atmosphere. Decorative metal nails which had been removed and treated separately were replaced.

The addition of glycerol during the alum treatment, which was the usual practice at this time, was not done in the case of the Oseberg material. The reason for this is not known, but it seems without any doubt that the omission in the long run was advantageous. In many museums the glycerol has been found to cause a crystallization of the alum on the surface of the objects when the atmospheric humidity varies. This has only been recorded to a minor extent with the Oseberg material, in connection with moving the objects from showcases to storage in the basement.

The fact that the alum treatment resulted in some obscuring of the carved relief (fig. p. 162) led to the decision not to use this method for some of the most exquisite pieces. The sharpness of the carving had been so much more apparent when the objects were immersed in water that it was felt they should be kept under water and exhibited in this way. It was necessary to find a fungicide which was effective and which did not react with the metal nails with which some of the pieces were decorated. After a series of trials had been conducted using a variety of chemicals, formaldehyde was found to give satisfactory results. To prevent the objects which were exhibited under water from floating to the surface or lying on their

après le traitement, il était soigneusement imprégné d'huile de lin, selon la méthode danoise. Les divers fragments étaient alors collés les uns aux autres.

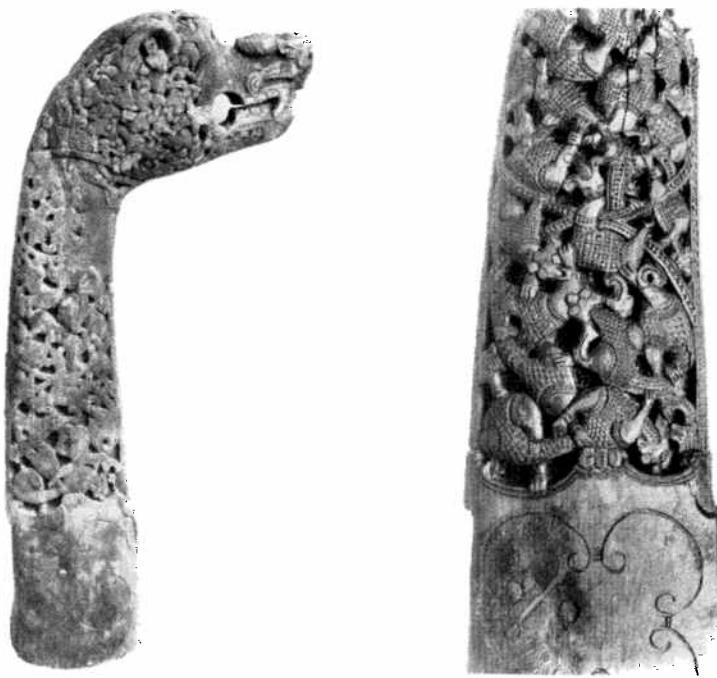
Après reconstruction, les objets étaient enduits d'une couche de vernis mat pour les protéger de l'atmosphère. On replaçait alors les clous en métal préalablement enlevés, et traités séparément.

Dans le cas d'Oseberg, on n'a pas ajouté de glycérine au traitement à l'alun, comme il était habituel de le faire à cette époque. La raison en est inconnue, mais il semble hors de doute que cela ait été un avantage. Dans plusieurs musées on a trouvé que l'emploi de la glycérine provoquait une cristallisation de l'alun sur la surface de l'objet, selon les variations de température. Cet inconvénient a été évité dans le cas des objets d'Oseberg et n'a été enregistré que pendant le transport entre les vitrines jusqu'aux réserves dans le sous-sol.

Le fait que le traitement à l'alun provoque un certain aplatissement des surfaces sculptées (ill. p. 162) conduit à la décision de ne plus utiliser cette méthode pour les pièces les plus précieuses. La netteté des contours était tellement mieux conservée tant que les objets étaient immergés dans l'eau qu'il fut décidé de les exposer ainsi. Il était donc nécessaire de trouver un fungicide actif, ne réagissant pas au métal des clous qui décorent certaines pièces. Après une série d'essais de différents produits chimiques, le formol a donné des résultats satisfaisants. Pour empêcher les objets de flotter à la surface ou de verser sur le côté, ils ont été fixés par de minces fils de cuivre.

On a fini par trouver que garder des objets en bois dans de l'eau n'était pas une bonne manière de les conserver. Les moisissures apparaissant dans l'eau n'étaient pas un problème. Mais, ce qui était plus grave, les objets se ramollissaient et devenaient fragiles. En plus, il se produisait des réactions électro-chimiques entre le métal des clous et des fils de cuivre, ce qui provoquait des cristallisations de sels à la fois dans l'eau et sur la surface des objets. Il fut donc décidé, dans les années 50, d'employer d'autres méthodes. Après un demi siècle d'immersion il fallait alors retirer du bois ramolli une quantité considérable d'eau sans provoquer ni retrécissement ni distorsion.

De nombreuses méthodes de conservation ont



The «Carolingian» animal head post, with (centre) a detail shown before conservation and (right) after treatment with alum. The carved decoration has lost the sharpness of its relief.

side, thin copper rods weighted at the bottom with lead were inserted into the wood.

It was eventually found, however, that keeping wooden objects under water was not a satisfactory way of preserving them. Even though fungus occasionally grew and contaminated the water, this was no real problem, compared with the fact that the objects in the course of time became quite soft and physically weak. In addition, electrochemical reactions between the metal of the decorative nails and the copper and lead in the mounting arrangement and the copper in the frame and base of the cases led to the crystallization of salts both within and on the surface of the wooden objects. After fifty years in water, it was decided in the 1950s to conserve these objects so that they no longer needed to be kept submerged (Rosenqvist 1959). The aim was to remove the considerable amount of water in the soft wooden objects without the wood shrinking or distorting.

Many methods of wood conservation had been tried since the Oseberg objects had been conserved half a century previously. A series of trials were conducted in the laboratory before the decision was taken to treat them with tertiary butanol ($(CH_3)_3COH$). The method had been thoroughly

La tête d'animal fabuleux dite «Carolingienne» et un détail de celle-ci avant conservation (centre) et après traitement à l'alun (à droite). Les reliefs sont quelque peu émoussés.

éprouvées au cours des 50 ans voués à la conservation des objets d'Oseberg. Une série d'essais fut faite au laboratoire avant de prendre la décision de les traiter à l'alcool tert. butylique ($(CH_3)_3COH$). La méthode avait été éprouvée au Danemark et avec certaines modifications fut appliquées aux pièces sculptées les plus précieuses de la sépulture d'Oseberg jusqu'alors conservées dans l'eau.

LA MÉTHODE À L'ALCOOL TERTIAIRE. BUTYLIQUE

- Les objets sont immergés dans un bain d'alcool tertiaire butylique liquide jusqu'à ce que toute l'eau contenue dans le bois soit remplacée par l'alcool butylique. Celui-ci se liquéfie à 25,5°C. et le processus se fait à 40°C.
- Quand les objets sont sortis du bain, l'alcool butylique se solidifie sans changement significatif de volume.
- On retire alors l'alcool butylique par procédé de sublimation, c'est à dire en le faisant passer directement de l'état solide à gazeux. Cette méthode évite aux cellules du bois de s'affaisser, et empêche le rétrécissement ou la distortion.

The «Academic» animal head post, with (below) a detail shown before conservation and (next page) after treatment with butanol.

tried in Denmark and with certain modifications it was applied to the most outstanding carved pieces in the Oseberg material which hitherto had been submerged in water.

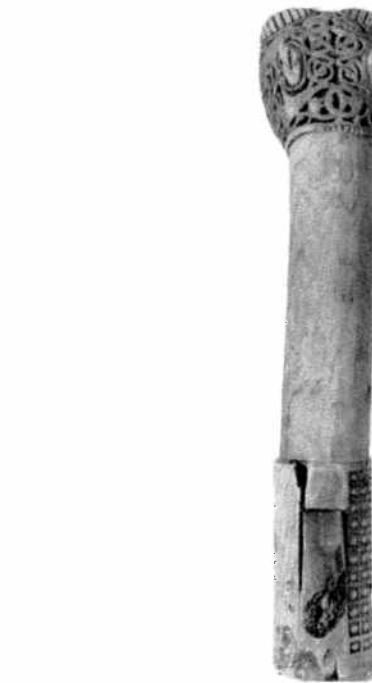
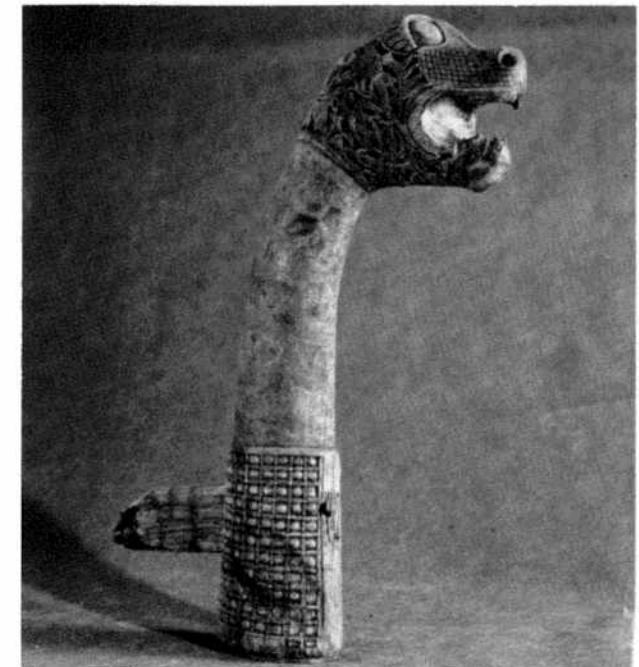
THE TERTIARY BUTANOL METHOD

- The objects are immersed in a bath containing molten tertiary butanol until all the water in the wood has been replaced with butanol. Tertiary butanol melts at 25.5°C and the process is carried out at c. 40°C.
- When the objects are removed from the bath, the tertiary butanol solidifies without any significant change in volume.
- The tertiary butanol is then removed under vacuum by sublimation, the solid state being converted directly to a vapour. This method prevents the cellular structure of the wood from collapsing, which would result in shrinkage and distortion.
- When the sublimation process is complete, the pressure in the vacuum tank is increased very slowly and air admitted very carefully until the atmospheric humidity in the tank is identical with that in the room.

Even though all possible precautions were taken, there were significant cracks across the grain in some of the objects (p. 164), particularly in those parts where there was no carving. Where the surface was deeply carved, the tension in the wood was probably reduced, so that these parts had not cracked. The earlier attempts had not produced cracks, and this was probably due to the fact that the wood in the Oseberg objects had deteriorated even more than that in the trial pieces.

Afterwards the wood was treated with a lacquer to strengthen it.

A careful scheme was worked out for glueing the hundreds of fragments together into complete objects. All the pieces of wood, regardless of the condition they were in, were conserved before being joined together. No attempt was made to fill in the cracks or make up the missing parts. New pieces were only inserted where it was necessary to hold the fragments together when reconstructing the whole object, and this has been



La tête d'animal fabuleux dite «Académique». En bas, détail avant conservation. Page suivante, après traitement à l'alcool tertiaire butylique.

– Une fois le procédé de sublimation terminé, on augmente la pression lentement dans le récipient jusqu'à obtention d'un taux d'humidité égal à celui de la pièce. Toutes précautions prises, on a cependant enregistré certaines craquelures importantes surtout sur les parties lisses (ci-dessous). Sur les surfaces très décorées la tension du bois était probablement réduite, ce qui a empêché les craquelures de se produire. Les premiers essais avaient cependant

done in such a way that there is no doubt about what is new.

As an indication of the size of this whole operation, it can be mentioned that one of the sledges consisted of no less than 1,068 fragments (figs. pp. 165 and 166).

THE EXHIBITION AND THE INDOOR CLIMATE IN THE MUSEUM

After it had been restored, the Oseberg ship had first been housed in a temporary building until a new museum had been built. The Viking Ship Museum was opened in 1926, and six years later two wings were added to house the Gokstad and Tune ships.

The objects on the other hand were exhibited after conservation in showcases in the Historic Museum. There was no climatic control of the exhibition hall or the showcases. The temperature and humidity conditions in the museum at that time were not recorded, but it can be assumed that the solid construction of the building to some extent counteracted any rapid changes in temperature and humidity then as now. The exhibition hall was not heated, so that dehydration in the winter months was avoided. At the beginning of the Second World War everything was packed and placed in the basement, and this situation lasted from 1939 until the mid-1950s. The indoor climate was carefully regulated during this period. When the objects were unpacked, they were placed on exhibition in a new wing in the Viking Ship Museum.

When the new wing was being prepared, the

The «Academic» animal head post after treatment with butanol. Cracks appeared across the grain as soon as it was removed from the vacuum chamber.



été réussi, ce qui prouve que le bois des objets d'Oseberg s'est détérioré ultérieurement.

Une couche de vernis, enfin, devait renforcer la surface du bois.

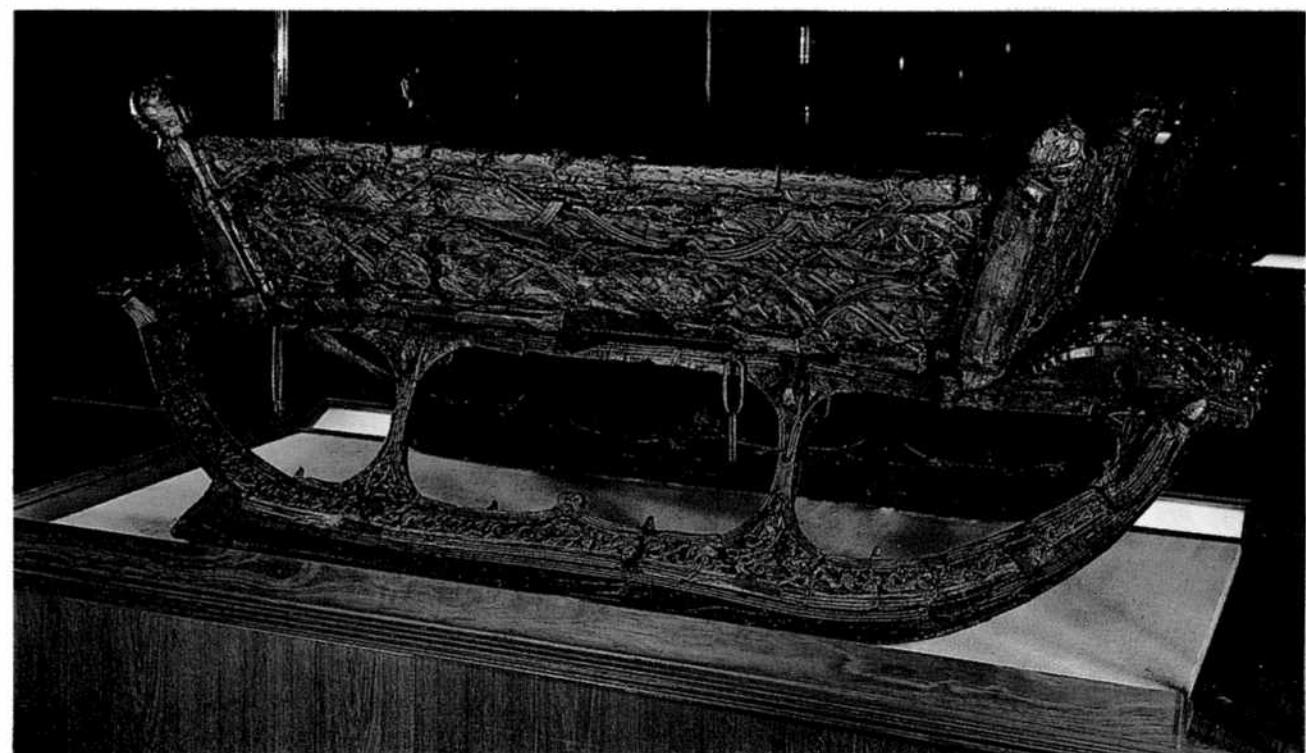
Le travail de restauration des objets pouvait alors commencer. Tous les morceaux de bois sans exception avaient subi un procédé de conservation avant d'être recollés les uns aux autres. On ne fit aucun essai de remplir les craquelures ou de reconstituer les parties manquantes. De nouvelles pièces furent insérées seulement quand cela était nécessaire pour la reconstitution de l'objet dans son entier. Et ceci fut fait de telle manière qu'il n'y a aucun doute sur ce qui est neuf.

Pour donner une idée de l'envergure de ce travail, il suffit de mentionner que l'un des traîneaux est reconstitué à partir de 1068 fragments (ill. p. 165 et 166).

L'EXPOSITION ET LES CONDITIONS CLIMATIQUES DU MUSÉE

Après restauration, le bateau d'Oseberg avait été exposé temporairement en attendant la construction du nouveau musée. Le Musée des bateaux de Vikings fut inauguré en 1926 et six ans plus tard, deux nouvelles ailes étaient ajoutées pour abriter les bateaux de Gokstad et de Tune.

Les objets restaient exposés au Musée Historique qui n'était pas climatisé. Les conditions atmosphériques n'étaient pas enregistrées dans le musée à cette époque, mais il est certain que la solidité du bâtiment a jusqu'à un certain point empêché de trop grandes sautes de température et d'humidité. Il n'y avait pas de chauffage dans la



One of the Oseberg sledges after conservation and restoration.

L'un des traîneaux trouvés lors des fouilles d'Oseberg après conservation et restauration.

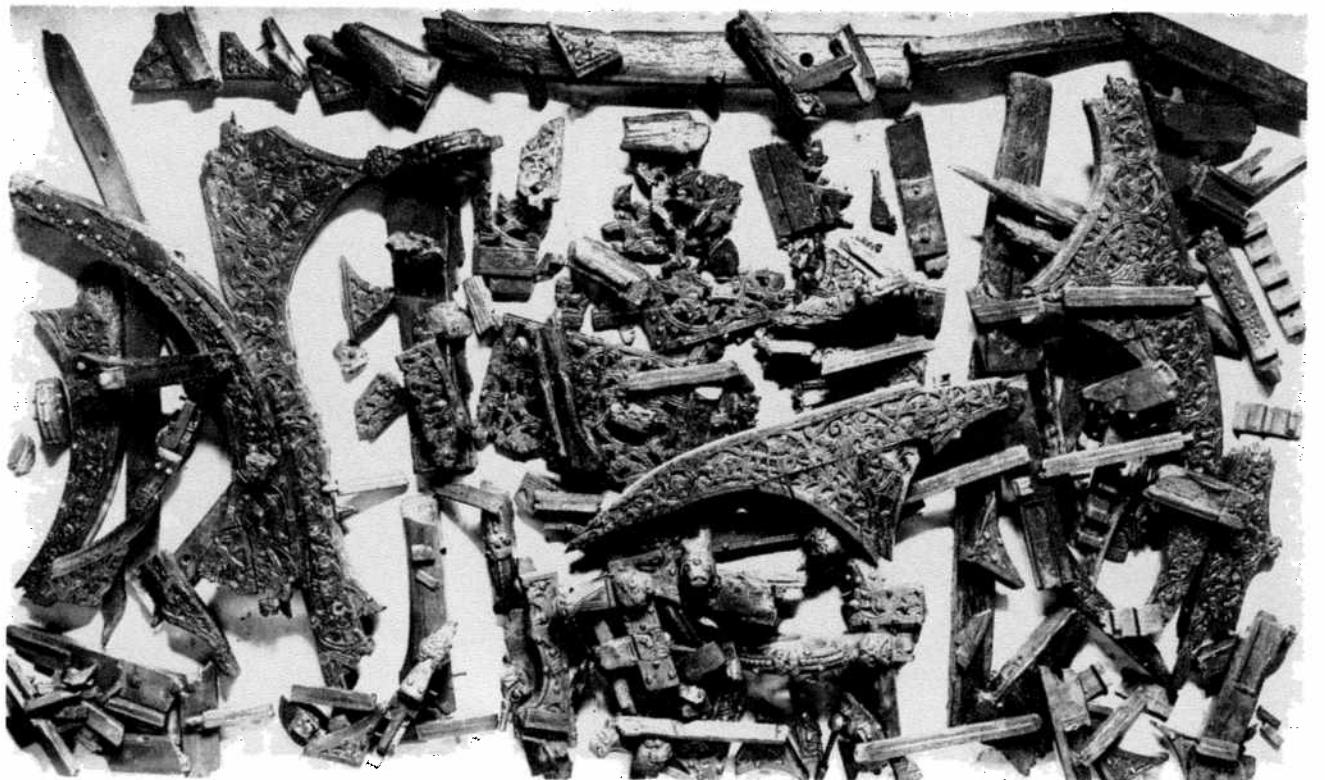
opportunity was taken to establish a good, stable climate in the showcases (Rosenqvist 1959). In all the display cases there are compartments beneath the exhibition area for containers holding solutions of salt (calcium nitrate). If the humidity exceeds a certain level in the showcase, the salt solution will absorb the excess moisture in the air. It will also give off humidity if the air becomes too dry. Since the end of the 1950s the temperature and relative humidity have been continually recorded on a thermohygrograph. With the help of the salt solutions a fairly stable climate has been established in the display cases, with a c. 15% variation in the relative humidity in the course of the year. By way of comparison, in the rest of the building, where the ships are exhibited, the relative humidity varies by c. 50% during the year. Apart from the climatically stabilised showcases, there is no regulation of the indoor climate in the Viking Ship Museum.

STATE OF CONSERVATION TODAY

To give a fair appraisal of the results of the conservation of the Oseberg material eighty years after the finds were first treated, it is necessary to consider not only the conservation methods

salle d'exposition, ce qui a empêché la déshydratation pendant les mois d'hiver. Au début de la seconde guerre mondiale tous les objets ont été mis en caisse et transportés dans le sous-sol. Ils y restèrent de 1939 jusqu'au milieu des années 50. Un climat constant a été soigneusement entretenu pendant toute cette période. Les objets ont été ensuite directement placés dans la nouvelle salle d'exposition au Musée des bateaux de Vikings.

En projetant la nouvelle aile du musée, on avait assuré des conditions atmosphériques stables dans les vitrines.² Sous chaque vitrine était réservé un espace pour des récipients contenant des solutions de nitrate de calcium. L'humidité excédant un certain niveau doit être absorbée par la solution. Inversement, elle doit rétablir le taux d'humidité d'un air trop sec. Depuis la fin des années 50, la température et l'humidité relative sont continuellement enregistrées sur un thermohygrographe. Les solutions salines ont établi un climat relativement stable dans les vitrines, avec une variation d'environ 15% au cours de l'année. A part cela il n'y a aucun système de climatisation dans les salles d'exposition.



Fragments of the runner and shaft of one of the Oseberg sledges after excavation.

Fragments mis à jour de l'un des patins du traîneau et de l'avant-train.

which have been used, but also the inner climate to which the finds have been subject. There is little use in carrying out the best possible conservation techniques if the objects are kept in an unsuitable museum climate after treatment. On the other hand, a good museum climate can help a great deal.

An evaluation of the state of preservation shows that the Viking ships are still in a good condition. The large seasonal variations in the relative humidity do not seem to have affected them detrimentally. The only maintenance which is necessary is an annual vacuum-cleaning.

The objects, which are all displayed in showcases containing the salt solutions for stabilising the humidity, also seem to be in a stable condition. However, those which have been treated with the alum method are hard, brittle and fragile. It is difficult to say whether the condition is changing in the course of time, but there do not seem to be any visible changes. The slight modification of the alum method—the omission of the glycerol—seems to have been advantageous in the long run, compared with the results in other museums. Because of the alum salts, the objects

ETAT DE CONSERVATION AUJOURD'HUI
Pour juger de l'état de conservation des objets d'Oseberg 80 ans après leur découverte, il ne faut pas seulement juger des techniques employées, mais aussi du climat dans lequel les objets ont été conservés. Il ne sert à rien d'employer les meilleures techniques possibles si le climat n'est pas approprié ensuite. D'autre part, de bonnes conditions climatiques dans un musée peuvent être d'une grande aide.

Tout bien considéré, l'état de conservation des bateaux de Vikings est toujours bon. Les grandes sautes du taux d'humidité dues aux changements de saisons ne semblent pas les avoir affectés. Le seul entretien qu'ils exigent est un nettoyage annuel.

Les objets qui sont exposés dans les vitrines climatisées, semblent également en bon état. Cependant, ceux qui ont été traités à l'alun sont durs, cassants et fragiles. Il est difficile de dire si les conditions vont évoluer dans le futur, mais jusqu'à présent elles sont restées stables. La légère différence utilisée dans la méthode de l'alun, c'est, à dire l'omission de la glycérine, semble avoir été un avantage, comparé à ce qui s'est passé dans d'autres musées. A cause des sels d'alun, les objets

are comparatively heavy and barely tolerate their own weight. Their appearance and the external surfaces which have been treated with a lacquer are satisfactory, albeit with some obscuring of the sharp relief of the carving which was already noted eighty years ago (fig. p. 162).

Those objects which were treated with tertiary butanol in the 1950s are in a better condition than those treated by the alum method, in spite of having been immersed in water for half a century. They are essentially lighter and require therefore less physical strength. The cracks which appeared after conservation (fig. p. 164) are scarcely visible now that the objects are kept in showcases with a stable and correct relative humidity for wood.

The general conclusion must be that a large number of the objects are physically weak and will not tolerate being handled or moved. There are no signs that the state of preservation is changing, as long as the objects are allowed to lie in a stable climate.

The idea of washing out the alum and applying some other conservation method has been considered, but it has now been decided not to do this. Even though the wood perhaps could be made stronger, it is feared that such a treatment would damage the carvings. From the experience which has been gained during the past eighty years, it is reckoned that, with the present care and attention which is devoted to them, the Viking ships and their associated finds will probably continue to survive for a very long time and that they will continue to be a source of joy and enlightenment for many generations to come.

sont relativement lourds et ont du mal à supporter leur propre poids. Leur apparence, et la surface passée au vernis est satisfaisante, bien que la netteté du relief en ait quelque peu pâti (ill. p. 162).

Les objets traités à l'alcool tertiaire butylique dans les années 50 sont en meilleur état, malgré leur demi-siècle d'immersion dans l'eau. Ils sont beaucoup plus légers et de ce fait plus robustes. Les craquelures apparues après conservation (ill. p. 164) sont très peu visibles depuis qu'ils sont dans des vitrines au climat stable.

On a abandonné l'idée, à un moment envisagée, d'extraire l'alun pour appliquer une autre méthode. Même si cela avait rendu le bois plus robuste, les sculptures auraient pu être endommagées. Grâce à l'expérience acquise au cours de 80 ans de soins et d'attentions, nous espérons pouvoir conserver les bateaux de Vikings pour les générations à venir.

NOTES

1. On a employé deux méthodes pour traiter le bois, l'imprégnation de vernis et d'huile de lin bouillie, suivie d'une couche de vernis. Mais aucune des deux méthodes ne réussit, spécialement quand le bois était en état de décomposition avancée. Le traitement à la glycérine n'a guère été plus réussi. En plus, cela empêchait de coller les fragments les uns aux autres. Le traitement à la parafine chaude causait des rétrécissements sérieux. Il est intéressant de noter que le traitement au glucose chaud fut aussi essayé, une méthode qui redéveloppe actuellement. Dans le rapport d'Oseberg il est dit que « le bois se dissout à l'échauffement ». Selon d'autres rapports, il semble que le traitement au glucose soit assez prometteur.
2. Rosenqvist, A. M.: The Stabilizing of Wood Found in the Viking Ship of Oseberg. *Studies in Conservation*, 1959, Vol. IV, 13–21 (pt. I), 62–72 (pt. II).