

**Zeitschrift:** Archäologie Bern : Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern = Archéologie bernoise : annuaire du Service archéologique du canton de Berne

**Herausgeber:** Archäologischer Dienst des Kantons Bern

**Band:** - (2010)

**Artikel:** La lyophilisation à pression atmosphérique

**Autor:** Masson-MacLean, Julie

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-726706>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# La lyophilisation à pression atmosphérique

## L'utilisation actuelle de ce procédé pour le séchage des objets archéologiques en matériaux organiques

Julie Masson-MacLean

Un stage de deux mois au Service archéologique du canton de Berne a été l'occasion d'effectuer une recherche bibliographique sur l'utilisation de la lyophilisation à pression atmosphérique (LPA, en anglais « Atmospheric Freeze-Drying », AFD) pour le séchage des objets archéologiques en matériaux organiques. Ce stage avait pour but d'obtenir une meilleure idée de cette technique car Johanna Klügl, qui m'a encadrée, souhaite en améliorer l'utilisation actuelle.

### Le procédé de la lyophilisation à pression atmosphérique (LPA) des objets archéologiques

Si la LPA est connue depuis 3000 ans, son utilisation en conservation commence dans les années 1980, avec notamment David Grattan, Cliff Cook et Clifford McCawley au Canada, Jacques Amoignon en France, et Wallace Ambrose en Antarctique. C'est un procédé de cryodessication : le séchage se fait à partir de

l'état congelé, par sublimation de la glace en vapeur d'eau, afin d'éviter les tensions liées à l'eau liquide. L'énergie nécessaire à la réaction est apportée par un courant d'air sec dont le rôle est également d'entraîner la vapeur d'eau vers un piège.

Les objets gorgés d'eau, très humides ou nécessitant un traitement aqueux, sont rapidement congelés à basse température (vers -25°C) pour diminuer les effets de la cristallisation de l'eau en glace. Certains objets ont nécessité préalablement un rinçage aqueux, une consolidation au polyéthylène glycol, une mise en forme. Après congélation, les objets sont placés dans un dispositif dont la température se situe vers -10 à -15°C et qui est parcouru par un courant d'air moins froid (vers -5 °C) afin d'obtenir des conditions propices à la LPA. Le séchage va suivre son cours pendant plusieurs jours, mois voire années selon les caractéristiques des objets.

L'avancée du traitement est suivie par la pesée des objets et le traitement est arrêté lorsque leur poids devient stable. Dans certains

Fig. 1 : Échantillons de bois archéologiques gorgés d'eau, congelés, puis lyophilisés à la pression atmosphérique.



cas particuliers, un conservateur expérimenté arrive à suivre empiriquement le traitement et à l'arrêter selon l'apparence de l'objet.

### **Avantages de la lyophilisation à pression atmosphérique (LPA) par rapport à la lyophilisation sous vide (LPV)**

La LPA donne de bons résultats prodiguant un séchage qui préserve les caractéristiques des objets et permet leur conservation sur le long terme (fig. 1). Les objets étant manipulables, ils peuvent être étudiés beaucoup plus facilement. Le séchage facilite aussi le stockage et l'exposition de ces objets.

A priori le procédé de LPA peut être employé quels que soient la taille et les matériaux constitutifs des objets archéologiques – à l'inverse de la lyophilisation sous vide (LPV) à laquelle on ne soumettra pas des objets en os ou en bois animal ou bien de grand format telle une épave.



Fig. 2 : L'AFDbox, placée dans un congélateur, doit être sortie pour la pesée des objets en cours de séchage et le renouvellement du gel de silice.

De plus, par rapport à la LPV, la LPA soumet les objets à un stress moindre (en raison d'un plus faible gradient de température) et parce qu'elle n'entraîne pas de dessiccation extrême.

Enfin, si l'utilisation de la LPV permet des temps de séchage très court, ce qui explique qu'aujourd'hui la quasi-totalité des restaurateurs recourt à ce procédé, le coût d'achat d'un tel appareil est prohibitif pour certaines structures ; la LPA représente alors une alternative intéressante.

### **Limites de la lyophilisation à pression atmosphérique**

Généralement, le suivi du séchage doit être amélioré car il présente souvent un risque potentiel pour les objets. Ainsi lors de la pesée, les objets doivent habituellement être sortis du congélateur comme dans le cas de l'AFDbox utilisée au Service archéologique du canton de Berne (fig. 2) ; ils sont alors soumis à un changement de température et d'humidité relative le temps de la pesée. Cette limite pourrait être levée par l'emploi d'un système de mesure intégré au dispositif de LPA, par exemple une balance, un humidimètre, une sonde de température, ou bien par le conditionnement de l'espace de travail à l'humidité relative requise ou en abaissant la température des objets avant pesée.

**La durée du traitement, longue, résulte d'un choix effectué par rapport à l'objet, et/ou au budget disponible pour son traitement.**

Il faut noter que la pratique de la LPA varie selon les structures, et leur localisation géographique. Dans certains cas, le système utilisé est rudimentaire et sommairement contrôlé ; dans d'autres cas, le système est très sophistiqué et requiert des équipements commerciaux transformés, voire construits. L'AFDbox fait partie des systèmes intermédiaires, abordables, et simples à mettre en œuvre (fig. 3).

Cette diversité reflète d'une part les conditions de travail : les restaurateurs exploitent différentes possibilités en fonction des col-

lections archéologiques à traiter et surtout du budget et des facilités disponibles. D'autre part, elle est inhérente à un nombre de publications restreint sur le sujet : il faut contacter des restaurateurs pratiquant ou ayant pratiqué la LPA pour obtenir des informations sur son utilisation.

## Conclusion

Si les limites de la lyophilisation à pression atmosphérique reflètent la position actuelle de ce procédé, souvent utilisé de façon pragmatique et anonyme, les avantages d'un séchage facilement mis en oeuvre font que Johanna Klügl utilise avec succès la lyophilisation à pression atmosphérique au Service archéologique du canton de Berne.

Afin d'améliorer l'AFDbox, il reste à affiner le suivi du traitement. Des précisions sont aussi à chercher sur le terrain : la LPA requiert-elle vraiment un suivi moins contraignant que la LPV? Coûte-t-elle vraiment moins cher sur le long terme ? Est-elle adaptée quel que soit l'état de conservation des objets ?

Notre recherche bibliographique a montré que l'établissement d'une synthèse sur l'emploi de ce procédé ne pourra se faire que par une enquête systématique auprès de tous les professionnels. À terme, il faudra effectuer une comparaison de la LPA et de la LPV pour établir clairement les avantages de chacune et pouvoir proposer une réponse adaptée tant aux objets à traiter qu'à la structure les hébergeant. La lyophilisation atmosphérique est en effet une solution à laquelle on continuera d'avoir recours dans l'avenir.

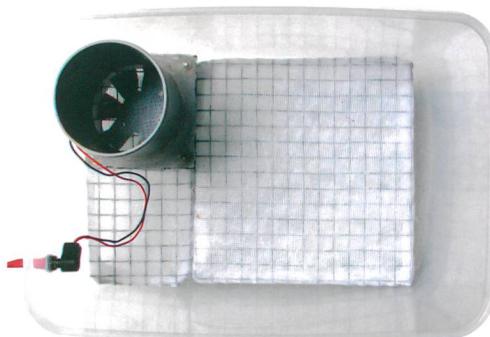


Fig. 3 : L'AFDbox actuellement utilisée à l'ADB. Les objets sont placés sur des supports en grillage recouvert d'un textile en polyéthylène. Le piège à vapeur d'eau est constitué par un ventilateur, protégé par un morceau de grillage et de textile en polyéthylène visés dessus, sur lequel est assemblé un tuyau ABS, avec du silicone neutre. Un sac de gel de silice à indicateur jaune/rouge est placé au-dessus du ventilateur, dans le tuyau. Le ventilateur aspire l'air humide, le conduit à travers le gel de silice, et le renvoie sec dans la boîte.

## Bibliographie

Wallace R. Ambrose, James L. Neale, Ian M. Godfrey, Antarctic freezedrying of waterlogged timbers: a feasibility report. Proceedings of the 5<sup>th</sup> ICOM Group on WOAM conference (16-20<sup>th</sup> August 1993). Portland, Maine 1994, 231–252.

Jacques Amoignon, Application du froid et de la lyophilisation au traitement des biens culturels. Revue Internationale du Froid 1983, 342–348.

Cliff J. MacCawley, David W. Grattan, Clifford Cook, Some experiment in freeze-drying. Design and testing of a non-vacuum freeze-dryer. Proceedings of the ICOM Waterlogged Wood Working Group conference (15-18<sup>th</sup> September 1981). Ottawa 1982, 253–262.

Julie Masson-MacLean, Atmospheric Freeze-Drying, Placement report (July 16<sup>th</sup> –September 6<sup>th</sup> 2008) supervised by Johanna Kluegl. Non publié, rapport de stage au Service archéologique du canton de Berne. SAB, Berne 2009.

