

# Le sauvetage des livres et documents d'archives inondés

*Françoise Flieder*  
Directeur de Recherche émérite au CNRS

Centre de Recherche sur la Conservation des Documents Graphiques,  
36 rue Geoffroy St Hilaire,  
Paris 75005

## Résumé :

L'eau est avec le feu le fléau le plus redoutable pour les collections patrimoniales. Le sauvetage des documents ainsi inondés est une tâche ardue, pour laquelle il nous a paru nécessaire de donner quelques indications sur les interventions d'urgence à effectuer.

Avant les années 80, on avait recours à des procédés classiques d'assèchement: interfoliage, aspersion de talc, irradiations aux infrarouges, ventilation d'air chaud, etc... Ces techniques, très lentes, valables pour traiter un nombre limité de documents, sont toutes contestables lorsqu'il s'agit d'assécher une masse considérable de livres.

Une méthode d'assèchement efficace et rapide a été élaborée au CRCDG: la congélation suivie de la sublimation de la glace par lyophilisation, c'est-à-dire par le passage direct de la glace à l'état de vapeur. Le froid, s'il est suffisamment intense, permet d'inhiber toutes les réactions physico-chimiques, de stopper la solubilisation des encres ou des peintures et d'éviter le développement des micro-organismes.

Pour l'assèchement de liasses de papiers de faible épaisseur, on a également mis au point un traitement par micro-ondes qui a l'avantage d'avoir une action fongicide.

Par mesure de prudence on désinfectera avec de l'oxyde d'éthylène les collections traitées par lyophilisation avant de les replacer dans les réserves elles-mêmes assainies.

## Mots-clés :

Livres, archives, eau, assèchement, congélation, lyophilisation, micro-ondes, désinfection, oxyde d'éthylène.

## Abstract:

*Alongside fire, water is the most dreadful disaster regarding cultural heritage. Salvaging flooded documents is a difficult task, for which it seems necessary to provide some indications on possible salvage treatments. Before the years 1980, traditional techniques of drying were used: interleaving with absorbent materials, scattering talcum, infrared irradiation, hot air ventilation, etc.*

*These lengthy techniques are adequate when a small quantity of documents has to be treated, but are insufficient when a large quantity of books needs to be dried.*

*An efficient and rapid drying method was developed at the CRCDG: freeze-drying. If the temperature is low enough it inhibits all physical and chemical reactions, stops inks and paintings bleeding and avoids the growth of micro-organisms.*

*For the drying of thin stacks of paper, a microwave treatment was also designed, which has the advantage of being fungicidal. For caution reasons, collections need to be disinfected with ethylene oxide after freeze drying, before being replaced in decontaminated storerooms.*

## Keywords:

*Books, archives, water, drying, freezing, freeze drying, microwaves, disinfecting, ethylene oxide.*

L'eau est à l'origine de nombreux sinistres d'ordre naturel ou accidentel, dont les causes sont multiples : crues de fleuves ou rivières, orages, tempêtes, rupture de canalisations, fuites de toiture et fenêtres, infiltration par des murs lézardés, obstruction des gouttières, extinction d'incendies. En quelques minutes,

des dizaines de milliers d'œuvres et documents peuvent être ainsi inondés. Leur sauvetage est une tâche ardue, car il doit être effectué, très rapidement, sur une masse souvent importante d'objets et de documents [1]. Il faut procéder à cette opération avec une prudence extrême, en tenant compte du comportement de chacun des constituants des objets inondés.

De très nombreuses collections ont été endommagées au cours de ces dernières décennies par d'importants sinistres. Citons en particulier les inondations de Florence et de Venise en 1966 [2], le débordement du Tage à Lisbonne qui, en 1967, submergea la totalité des œuvres d'art de la collection Calouste Gulbenkian, l'ouragan "Celia" qui dévasta, au Texas en 1970, 50 000 livres conservés à la Bibliothèque universitaire de Corpus Christi [3]. À cette époque, les moyens rapides d'assèchement étant peu connus, on eut recours aux procédés classiques : interfoliage (on place entre chaque page d'un livre une ou deux feuilles de papier buvard), aspersion de talc, irradiations aux infrarouges, ventilation d'air chaud, etc... Ces techniques, très lentes, valables pour traiter un nombre limité de documents, sont toutes contestables lorsqu'il s'agit d'assécher une masse considérable de livres ; en effet, ceux-ci restent gorgés d'eau pendant des semaines, voire des mois, et se détériorent rapidement. L'encre des manuscrits, souvent soluble à l'eau, disparaît et la couche picturale des enluminures ruisselle le long du support, entraînant liants et pigments. De plus, l'eau déforme et fait gonfler le papier, ce qui provoque un éclatement des reliures ; elle favorise également la croissance des micro-organismes et de nombreuses taches colorées apparaissent en quelques jours sur les documents. Une méthode d'assèchement efficace et rapide a été élaborée au Danemark, dans les années soixante-dix, pour traiter les milliers de documents de la collection Kleinschmidt, inondés lors de l'extinction de l'incendie de la Greenland Regional Library dans le Godthåb : la congélation suivie de la sublimation de la glace [4]. Le froid, s'il est suffisamment intense, permet d'inhiber toutes les réactions physico-chimiques, de stopper la solubilisation des encres ou des peintures et d'éviter le développement des micro-organismes. Tous les livres et manuscrits de cette bibliothèque sont restés dans des installations frigorifiques industrielles pendant deux ans jusqu'à ce que l'on décide de la technique d'assèchement à employer. C'est la lyophilisation, largement utilisée dans l'industrie pharmaceutique et alimentaire pour déshydrater différents produits, qui est apparue comme la solution la plus appropriée.

Ce traitement rapide et peu onéreux a donné de bons résultats, mais il nécessitait quelques mises au point. Il restait en particulier à définir les conditions optimales d'utilisation de cette méthode et à vérifier son innocuité vis-à-vis des différents matériaux à traiter.

### **Mesures préliminaires aux traitements**

Certaines précautions élémentaires doivent être prises immédiatement sur des documents inondés qui sont devenu particulièrement cassants :

- Ceux qui ont séjourné dans de l'eau terreuse seront rincés rapidement à l'eau du robinet, afin d'enlever le plus de boue possible, celle-ci étant plus difficile à éliminer quand elle aura séché ;
- Tous les livres et les documents seront disposés à plat, directement dans des caisses en plastique (de préférence à claire-voie), en évitant de trop manipuler les ouvrages et d'ouvrir les livres, le papier mouillé se déchirant très facilement. Il ne faut en aucun cas mettre les documents dans des sacs en plastique ce qui empêcherait que la sublimation de la glace se fasse aisément lors de la lyophilisation ;
- Les liasses d'archives, les gravures, les dessins conservés dans des cartons, seront sorties de leurs boîtes et disposés dans des caisses. On aura soin de retirer les œuvres de leur cadre [1,5].

### **La congélation**

C'est une étape très importante du traitement qui doit s'effectuer de toute urgence, l'idéal étant de ne pas dépasser 24 à 48 heures après le sinistre, pour éviter la prolifération de micro-organismes et la solubilisation des tracés. La température et la vitesse de congélation sont des facteurs essentiels. En effet, afin que l'eau, qui se trouve au cœur des liasses d'archives et des livres, soit prise en masse, il faut que la température de congélation se situe entre -30°C et -40°C, ceci pendant 24 à 72 heures en fonction de l'épaisseur des documents à traiter. Il est nécessaire que la congélation s'effectue à très basse température et à grande vitesse, pour que la cristallisation de l'eau soit la plus fine possible. Il est cependant très difficile de maîtriser la vitesse de congélation lorsqu'il s'agit de traiter une masse très importante de documents. Par contre, pour des objets de faible épaisseur, on peut congeler toute l'eau en quelques minutes.

Quand la totalité de l'eau contenue dans les documents a été congelée, la température est remontée à -18°C et les matériaux ainsi stabilisés peuvent rester des années dans les congélateurs sans qu'il y ait le moindre

risque pour leur conservation future. Mais ce stockage bloque des installations frigorifiques puissantes et immobilise les documents. Il faut donc le plus rapidement possible passer à la seconde étape, l'assèchement proprement dit.

Si la congélation des documents n'est pas réalisée au même endroit que l'assèchement, il est absolument nécessaire d'effectuer leur transport dans des camions frigorifiques, afin d'éviter la décongélation des œuvres pendant le transport.

### **L'assèchement**

S'il s'agit d'un traitement de masse, on aura recours à la lyophilisation. Pour les traitements de feuillets, de petits fascicules ou d'œuvres graphiques, on pourra également utiliser les micro-ondes.

Avant d'entrer dans le détail de ces techniques, il est important de savoir que, dans les ouvrages mouillés, l'eau se trouve sous trois formes différentes :

- l'eau de constitution est liée au matériau par des liaisons chimiques fortes et ne peut être retirée sans entraîner une modification profonde des documents;
- l'eau immobilisée, située dans les capillaires fins des composés fibreux, favorise le gonflement de la fibre;
- l'eau en excès, dite eau libre, est retenue par le matériau fibreux après saturation en eau des fibres, elle est répartie dans les espaces intercellulaires. Au cours de la congélation, elle se cristallise sous forme de glace et s'élimine facilement.

Seule l'eau libre, qui peut être congelée, doit être retirée ; il faut absolument éviter de modifier la teneur en eau de constitution et en eau immobilisée du matériau [6].

#### *La lyophilisation*

La lyophilisation ou cryodessiccation est une méthode qui consiste à sécher un corps imbibé d'eau par l'action conjuguée du froid et du vide, l'extraction de l'eau congelée se faisant par la sublimation de la glace, c'est-à-dire par le passage direct de la glace à l'état de vapeur.

La lyophilisation s'effectue en trois phases: congélation de l'eau, sublimation de la glace et désorption de l'eau de constitution.

*phase 1* : la congélation, qui se fait à la pression atmosphérique, consiste à porter rapidement un corps à une température très basse (entre  $-30^{\circ}$  et  $-40^{\circ}$  C). La vitesse à laquelle cette congélation est effectuée a, comme nous l'avons déjà signalé, une très grande importance pour la réussite de l'opération : elle doit être très rapide afin d'éviter la formation de gros cristaux qui risqueraient d'altérer les documents.

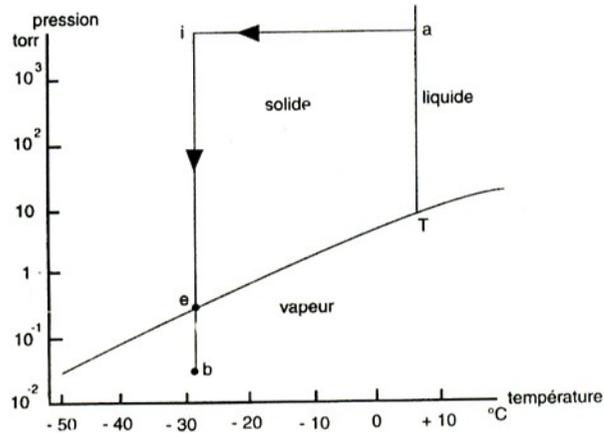
*phase 2* : la dessiccation primaire ou sublimation de la glace. Pour qu'il y ait sublimation de la glace, il faut que la pression partielle de vapeur d'eau environnant l'échantillon soit inférieure à la pression d'équilibre, solide-vapeur, pour une température donnée; en tout état de cause, elle sera inférieure à celle du point triple <sup>(1)</sup>. Plus la différence entre ces deux pressions sera grande plus la vitesse de sublimation sera élevée, d'où la nécessité d'éliminer rapidement la vapeur d'eau au fur et à mesure de sa formation, par condensation sur une paroi froide [7]. Le diagramme des phases de l'eau montre les états de l'eau lors de ce processus [Figure 1].

La transformation de la glace en vapeur, qui implique d'opérer à basse pression (de l'ordre du Torr) et à basse température, se fait à partir de la surface libre de l'objet en formant une couche superficielle sèche. La sublimation se déplace ensuite en profondeur selon une stratification parallèle à la surface libre, appelée front de sublimation [8]. Pour compenser la perte calorifique due à la sublimation de la glace, un apport de chaleur d'environ 600 à 700 joules/gramme est nécessaire. Il est obtenu en chauffant légèrement les étagères du lyophilisateur, sur lesquelles sont disposés les documents.

(1) Point triple: est le point où les conditions de pression et de température sont telles que les trois phases de l'eau peuvent coexister. Ce point a une pression faible.

Figure 1 : Diagramme des phases de l'eau (limité aux températures voisines de 0°C)

E : point d'équilibre solide-vapeur  
 T : point triple  
 ai : phase de congélation  
 ib : phase de sublimation

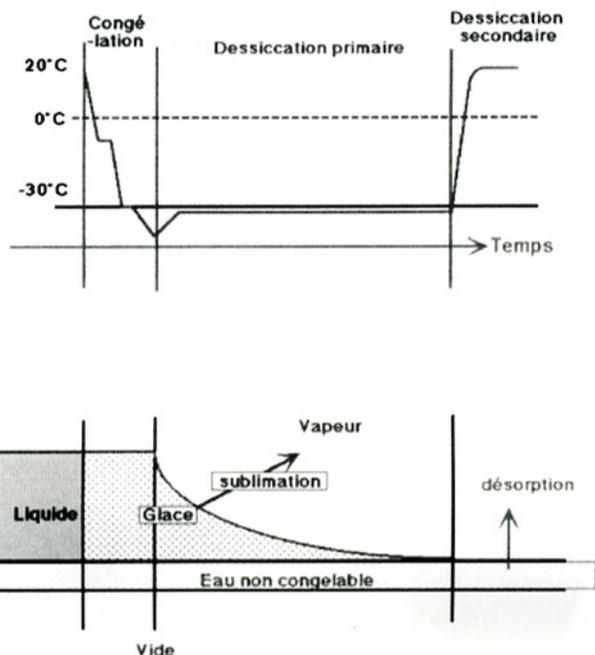


phase 3 : la dessiccation secondaire ou désorption de l'eau de constitution. Cette dernière phase de l'opération s'effectue sur un matériau ne comportant plus de glace. Pour que la désorption puisse se faire, il faut, d'une part, qu'il y ait une élévation de température dans l'enceinte de traitement et que, d'autre part, l'écart entre la pression de vapeur de l'eau de constitution du document et la pression partielle de vapeur d'eau de l'ambiance soit suffisant [Figure 2].

Pour les produits agroalimentaires, une déshydratation très poussée, incluant la désorption complète de l'eau de constitution, est indispensable. Par contre, pour le traitement des biens culturels, la dessiccation secondaire risque de provoquer des altérations graves et irréversibles des objets. Rappelons que, pour les livres et les documents graphiques, le but recherché est de les assécher, sans modifier aucunement la structure interne des matériaux les constituant. Cette phase 3 ne doit en aucun cas avoir lieu. À cette fin, on surveillera avec soin, grâce à des sondes thermiques placées dans les documents, l'élévation de la température. Lorsque celle du document le plus épais atteint 0°C, l'opération est immédiatement arrêtée, la dessiccation secondaire s'opérant toujours à des valeurs positives. Au cours de l'assèchement d'un livre relié en cuir, le papier désorbera plus lentement que la reliure ; de ce fait, le cuir risque d'atteindre la température de dessiccation secondaire et de désorber une partie de son eau de constitution. Pour éviter ce phénomène, très néfaste pour le cuir, on enrobera la reliure dans une feuille de polyéthylène, en ayant soin de laisser libres les tranches du livre pour que la vapeur d'eau puisse s'évacuer correctement.[8]

La durée de la lyophilisation dépendra essentiellement des transferts de masse et de chaleur dans les matériaux, ces phénomènes étant eux-mêmes subordonnés à leur nature, à la température et à la pression auxquelles s'exerce la sublimation de la glace [9,10,11,12].

Figure 2 : Les différentes phases de la lyophilisation (6)



#### Comportement des matériaux lyophilisés

Des expériences ont été entreprises pour contrôler l'effet de la lyophilisation sur plusieurs qualités de papier et sur différents cuirs et parchemins. Les papiers lyophilisés ont gardé toute leur souplesse et ne se sont jamais déformés. Les feuilles n'ont pas adhéré les unes aux autres, même dans le cas de papier couché, ce qui est tout à fait exceptionnel, car séchées à l'air, elles auraient formé des blocs indissociables. De plus, les analyses de la résistance physico-chimique des papiers lyophilisés ont montré que le traitement n'affectait pas ces matériaux [13]

Malheureusement, le cuir a moins bien réagi, bien que sa résistance mécanique et son comportement chimique soient restés identiques après le traitement [8]. Ce matériau a subi, dans certains cas, un rétrécissement plus ou moins important selon son état de détérioration ; c'est ainsi que des rétractions supérieures à 10 % ont été observées sur des plats de reliure dégradés. Ce phénomène est dû à un séchage trop poussé, inhérent à la méthode. L'eau est en effet un élément important que le cuir doit contenir en quantité suffisante pour rester souple : dans une atmosphère ambiante de 18°C et 55 % HR, elle représente environ 14 % du poids total. Cette eau, qui se situe entre les fibres et fibrilles du cuir, joue un rôle de lubrifiant interne, facilitant le déplacement des fibres les unes par rapport aux autres et favorisant de ce fait son élasticité et sa souplesse. Si l'humidité relative diminue, le cuir, qui aura tendance à se mettre en équilibre, perdra de l'eau et sa réhydratation sera fonction de son état de conservation, plus il est dégradé et moins il se réhydratera [8]. Or, à la fin de la lyophilisation, quand toute l'eau congelée a été sublimée, il peut se produire une désorption de l'eau de constitution, provoquant une rétraction de l'ordre de 1 à 4 % suivant le mode de congélation choisi.

Afin de remédier à cet inconvénient majeur, C. Chahine [6,8] recommande d'imprégner le cuir mouillé de substances hygroscopiques ayant la propriété de maintenir un certain pourcentage d'humidité pendant le traitement, de ralentir la formation des cristaux de glace ou de réduire leur taille [14]. Ces substances doivent être appliquées en badigeonnage pour les cuirs de reliure. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec une solution aqueuse de PEG 200 à 30 % pour des cuirs naturels [Figure 3].

Par contre, il est impossible de traiter ainsi les reliures teintées car des réactions se produisent entre les reliures et le PEG ce qui entraîne une détérioration profonde et irréversible du cuir.

Quant au parchemin, si on peut employer la congélation, la lyophilisation est à déconseiller car elle provoque dans certains cas un épaissement assez considérable du matériau, modifiant ainsi ses propriétés mécaniques. Un séchage à l'air sous tension est donc recommandé.

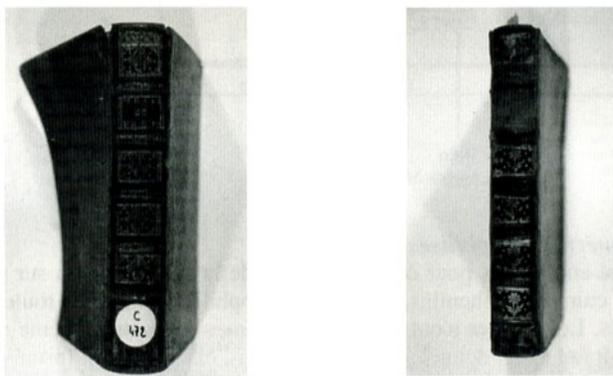
De très nombreux documents ont ainsi été asséchés depuis ces vingt dernières années. Citons en particulier les 5000 objets provenant du " Titanic " qui ont été traités par une société américaine associée à un laboratoire français (LP3 conservation). La nature des objets était extrêmement variée : livres, carnets, cartes postales (écrites et timbrées), boîtes, textiles. Les documents sur papiers ainsi asséchés ont pu être séparés mécaniquement et les objets en cuir sont restés souples.

La lyophilisation a également été utilisée en France à diverses occasions, en particulier en avril 1983, lors de la crue de la Moselle qui avait inondé 60 000 livres de la bibliothèque de la Faculté des Lettres de Metz. Ceux-ci ont immédiatement été congelés puis lyophilisés. Quelques mois plus tard la totalité des documents a pu être ainsi restituée à la bibliothèque sans altérations autres que celles survenues au moment de l'inondation.

Une autre opération de grande envergure a été réalisée plus récemment dans les locaux des Archives départementales d'Indre-et-Loire, où 149 volumes ont été gravement endommagés par les pluies torrentielles qui se sont abattues sur la ville de Tours dans la nuit du 30 juin au 1er juillet 1993. La toiture des magasins s'est partiellement effondrée et l'eau s'est infiltrée au dernier étage de la tour d'archives. Les livres ont été congelés puis lyophilisés avec succès.

*Figure 3 :*

*À gauche, livre inondé ayant séché à l'air ; le papier a gonflé et l'ensemble du livre est endommagé ;  
À droite, livre inondé ayant séché par lyophilisation ; la reliure a retrouvé sa forme primitive*



### *Les micro-ondes*

Si la lyophilisation a pris un grand essor pour le traitement de masse des objets et documents gorgés d'eau, elle nécessite cependant une installation coûteuse et un temps de séchage relativement long. Il est donc apparu intéressant d'étudier d'autres possibilités d'intervention et en particulier l'emploi des micro-ondes.

Les micro-ondes sont des rayonnements électromagnétiques non ionisants dont les fréquences se situent entre les radiofréquences et les fréquences infrarouges plus élevées. En France, seule la fréquence de 2450 MHz est autorisée pour les applications industrielles.

La mise au point de la méthode d'assèchement a été réalisée avec un appareil constitué de deux magnétons, chacun d'une puissance réglable pouvant aller jusqu'à 800 watts. Les ondes sont émises par deux applicateurs fendus dans le sens de la longueur et traversés par un tapis convoyeur, animé d'un mouvement de va-et-vient, dont la vitesse de défilement est réglable en continu de 0,75 m/mn à 4,5 m/mn. Le temps d'exposition est ainsi fonction de la vitesse de défilement du tapis. Ce traitement permet une application plus homogène des micro-ondes et évite des points de surchauffe. [Figure 4].

Vingt passages dans l'applicateur des micro-ondes, d'une puissance de 600 watts, à une vitesse de défilement de 1,5 m/mn, sont suffisants pour retirer l'eau en excès. Afin que les documents irradiés restent plans, il est nécessaire de terminer le séchage en les laissant une nuit sous presse.

Aucune modification des constantes physico-chimiques des papiers irradiés n'a été observée, même après des cycles de vieillissement artificiel à la chaleur humide.

Malheureusement, en raison de la faible ouverture des applicateurs de micro-ondes, on ne peut traiter que des feuilles simples ou des cahiers dont l'épaisseur ne dépasse pas 2 centimètres. De ce fait l'assèchement par micro-ondes ne peut pas être considéré actuellement comme un traitement de masse.

Il pourrait le devenir dans la mesure où on utiliserait un autre type d'appareil qui permettrait la propagation des ondes dans les trois dimensions de livres empilés.

Par ailleurs, il est impossible d'assécher ainsi du cuir et du parchemin en raison de la température élevée que les micro-ondes provoquent. Enfin, il faut avoir soin de vérifier que les matériaux ne contiennent pas de métal

*Figure 4 :*

*Appareil de traitement par micro-ondes. Les deux guides de micro-ondes sont disposés au milieu et en haut de l'appareil. Le tapis convoyeur sur lequel est placée une feuille de papier à sécher passe, animé d'un mouvement de va-et-vient, sous les guides de micro-ondes*



## **La Désinfection**

Tous les objets qui ont été asséchés par lyophilisation doivent absolument être désinfectés avant de les remettre en place. En effet, lorsque des matériaux ont été mouillés, même si la congélation a été effectuée rapidement et selon les consignes prescrites, on ne peut jamais être assuré que des spores de champignons n'ont pas commencé à germer. Ni la congélation ni la lyophilisation n'ont d'effet fongicide. La désinfection la plus efficace, à l'heure actuelle, s'effectue avec de l'oxyde d'éthylène, gaz inodore qui est à l'avantage d'avoir une triple action : insecticide, bactéricide et fongicide. Au contact de l'air, l'oxyde d'éthylène est inflammable et explosif (à partir de 3 % dans l'air). Par contre, lorsqu'il est mélangé à du gaz carbonique ou à un gaz inerte (azote, fréon), ces risques sont éliminés.

Malheureusement l'oxyde d'éthylène est un gaz extrêmement toxique et ses effets carcinogènes et mutagènes sont très largement décrits par de nombreux auteurs.[15,16]. De ce fait, l'usage de ce gaz est soumis à une législation très stricte et les teneurs admises dans des matériaux traités sont de 1 à 2 ppm, selon les pays. En France, la réglementation actuelle imposée par le ministère du Travail est de 2 ppm pour les matériaux et 5 ppm dans l'atmosphère [17].

Les meilleures conditions opératoires ont été établies pour traiter à l'oxyde d'éthylène les livres, les documents d'archives et les œuvres d'art attaquées par les moisissures. Le traitement qui doit obligatoirement être fait par un personnel spécialisé, est effectué dans un autoclave, où l'on crée un vide suffisant pour obtenir une pression résiduelle comprise entre 10 et 60 mm de mercure. Cette pression très légèrement inférieure à la pression atmosphérique (100 millibars en dessous de la pression atmosphérique) a pour but d'éviter toute possibilité de diffusion du mélange vers l'extérieur. L'opération, qui dure 24 heures, est réalisée entre 25 et 30°C et 50 % d'humidité relative. La désinfection terminée, on effectue cinq rinçages, en extrayant l'oxyde d'éthylène par pompage et en le remplaçant par de l'air.

Dans tous les cas, les objets désinfectés doivent séjourner, dans une armoire de désorption ventilée (1m3/h), maintenue à 30°C et équipée d'un extracteur de gaz; la durée de désorption, sera fonction de la nature des matériaux traités.

## **Conclusion**

À l'heure actuelle, nous pouvons considérer que les méthodes d'assèchement des livres et archives sont tout à fait au point. Si la lyophilisation est un procédé adapté à l'assèchement d'une très grande quantité de liasses d'archives et de volumes brochés ou reliés on aura cependant soin de traiter à part tous les manuscrits et reliures en parchemin et de procéder à une désinfection des documents lyophilisés.

Pour les brochures, les petits fascicules ou les journaux de faible épaisseur, on préférera l'usage des micro-ondes qui a l'avantage de pouvoir sécher et désinfecter les collections en une seule opération.

Cependant il serait hautement souhaitable d'essayer de prévenir les catastrophes plutôt que de traiter leurs conséquences. Si on est désarmé devant les sinistres naturels ceux provoqués par l'homme sont par contre tout à fait maîtrisables par de simples mesures de bon sens et d'hygiène, entretien et surveillance tant des bâtiments que des différentes installations, ainsi que par la formation continue de tout le personnel.

### Notes et références

- (1) HARVEY (R.), *Preservation in libraries : principles, strategies and practices for librarians*, Londres ; Melbourne ; (...) : Bowker-Saur, Topics in library and information studies, 1993.
  - (2) CALIFANO (E.), *Récupération et restauration du patrimoine des archives italiennes détériorées par les inondations du 4 novembre 1966*, Rome : Ministère de l'Intérieur.
  - (3) WROTEMBERG (C.R.), "Recovery from disaster : the University of Congress Christi library recovers from hurricane Celia" in : CUNHA (G.M.), TURBER (N.P.) eds, *Library and archives conservation*, Boston, MA, USA : Library of the Boston Atheneum, 1972, p. 221-227.
  - (4) FLINK (J.), HØYER (H.), "Conservation of water-damaged written documents by freeze-drying", *Nature* (G.-B.), décembre 1971, n° 234, p. 420.
  - (5) *États d'urgence : guide des mesures d'urgences pour les bibliothèques (inondation, incendie, infestation)*, Vendôme : AGIR, 1992 (PPP-Plan pour la protection du patrimoine. Gare au mal)
  - (6) CHAHINE (C.), *Méthodes d'analyse et conservation des cuirs anciens*, Paris : Université de Paris I, thèse de 3e cycle, 1985.
  - (7) SIMATOS (D.) et al., *La lyophilisation : principe et application*, Paris : Association nationale de la recherche technique, 1974.
  - (8) CHAHINE (C.), VILMONT (L.B.), "L'assèchement du cuir par lyophilisation" in : ICOM - Committee for conservation. 7th triennial meeting Copenhagen, 10-14 September 1984. Preprints. vol. 2, Paris : ICOM, 1984.
  - (9) AMOIGNON (J.), "Application du froid et de la lyophilisation au traitement des biens culturels", *Revue internationale du froid*, 1983, vol. 6, n° 5-6.
  - (10) LE FLOCH (L.), *La lyophilisation*, Paris : CPT, 1984. Conférence faite au stage du CPT : "Principes et applications de la lyophilisation".
  - (11) MEURGUES (G.), *Note technique : lyophilisation et muséologie*, Paris, 1978. Document dactylographié.
  - (12) UNESCO. Programme général d'information et UNISIST. *La lyophilisation appliquée au sauvetage des livres et documents endommagés par l'eau : une étude RAMP*, Paris : UNESCO, 1988.
  - (13) FLIEDER (F.), LECLERC (F.), CHAHINE (C.), "Effet de la lyophilisation sur le comportement mécanique et chimique du papier, du cuir et du parchemin" in : ICOM - Committee for conservation. 5th triennial meeting, Zagreb, 1978. Preprints, Communication n° 14/8.
  - (14) CHAHINE (C.), VILMONT (L.-B.), ROTTIER (C.), "Traitement du cuir archéologique gorgé d'eau" in : *Les documents graphiques et photographiques. Analyse et conservation : Travaux du Centre de recherches sur la conservation des documents graphiques 1986-1987*, Paris : Archives nationales ; Documentation française, 1988, p. 13-52.
  - (15) HANUS (J.) et al., "Influence of éthylène oxide sterilization on some properties of different types of paper" in : *La conservation : une science en évolution. Actes des 3èmes journées internationales d'études de l'ARSAG*, Paris, 21-25 avril 1997, Paris : ARSAG, 1997, p. 193-203.
  - (16) RICHARDIN (P.), BONNASSIES (S.), "Dosage de l'oxirane résiduel dans des documents désinfectés par chromatographie en phase gazeuse avec la méthode de l'espace de tête" in : *La conservation : une science en évolution. Actes des 3es journées internationales d'études de l'ARSAG*, Paris, 21-25 avril 1997, Paris : ARSAG, 1997, p. 204-213.
  - (17) CHIOUA (C.), VALENCE (B.), CALOP (J.), "Législation internationale de l'oxyde d'éthylène résiduel et son évolution", *Revue de l'ADPHSO*, 1990, vol. 15, n° 3, p. 95-100.
- Cet article est partiellement extrait du livre : Flieder F et Capderou C. *Sauvegarde des collections du Patrimoine*, Paris, CNRS EDITIONS, (1999).