

**Zeitschrift:** Revue économique franco-suisse  
**Herausgeber:** Chambre de commerce suisse en France  
**Band:** 48 (1968)  
**Heft:** 4: Le froid

**Artikel:** La lyophilisation, tendances et applications nouvelles  
**Autor:** Simatos, Denise  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-888028>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.04.2025

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

# La lyophilisation, tendances et applications nouvelles

Denise SIMATOS

*Maître de conférence — Université de Dijon*

*Secrétaire de la Commission X*

*de l'Institut International du Froid*

Dans la plupart de ses applications actuelles, la lyophilisation est une technique de déshydratation particulièrement adaptée au traitement des produits thermo-sensibles, car elle comporte la suite des opérations suivantes :

- congélation totale du produit,
- première phase de dessiccation du produit maintenu à l'état congelé, par sublimation de la glace qu'il contient,
- deuxième phase de dessiccation effectuée à une température positive mais peu élevée, et dans laquelle est éliminée plus ou moins complètement l'eau non congelable du produit (eau adsorbée sur la substance sèche).

Cette déshydratation permet d'obtenir la stabilité aux températures ordinaires de produits d'origine biologique, très rapidement altérables à l'état hydraté :

spécialités pharmaceutiques, sérums et vaccins, aussi bien que denrées alimentaires. Déjà dans ce domaine la texture particulière du produit « cryodesséché » est appréciée puisqu'elle lui confère son caractère « lyophile », c'est-à-dire des caractéristiques remarquables de reconstitution. Cependant la texture créée par la lyophilisation devient l'objectif essentiel du traitement dans certaines applications nouvelles, soit parce qu'elle permet une déshydratation hautement sélective (traitement des résidus nucléaires), soit parce qu'elle présente en elle-même un intérêt pour certaines opérations chimiques (préparation d'adsorbants, de supports de catalyseurs).

Dans les trois domaines ainsi concernés, biologique, alimentaire, chimique, les voies de développement de la lyophilisation semblent quelque peu différentes.

## I. — APPLICATION DE LA LYOPHILISATION AUX PRODUITS BIOLOGIQUES ET PHAR- MACEUTIQUES

Dans ce secteur la lyophilisation est maintenant une technique classique; sans parler de son utilisation courante dans les laboratoires de recherche biologique, biochimique et physiologique, elle intervient dans le traitement industriel d'une proportion respectable des produits à usage médical ou pharmaceutique : plasma et dérivés sanguins divers, extraits à activité physiologique (vitamines, hormones, enzymes...), spécialités, ex plants tissulaires, sérums, vaccins, microorganismes, etc.

Il ne semble pas que dans ce domaine, on puisse envisager des développements spectaculaires comme il en est attendu dans le traitement des denrées alimentaires, mais plutôt une extension de la lyophilisation à de nouveaux produits. Cette extension n'est pas liée à des progrès touchant le procédé lui-même, car les principes fondamentaux de celui-ci sont maintenant bien connus : une étude physique préalable des produits permet de déterminer dans une large mesure les conditions de leur traitement. Mais il est nécessaire pour certains systèmes de mettre au

point un milieu qui exercera, au cours de la lyophilisation et du stockage ultérieur, une protection physico-chimique permettant une conservation maximum de leurs propriétés initiales.

Une étape très importante serait franchie si l'on réussissait à conserver au cours d'une lyophilisation la viabilité des cellules et tissus d'organisation avancée. Cela ne donnerait certes pas lieu à une application de large envergure, cependant cette voie de développement mérite d'être signalée étant donnée son importance sur le plan humain. Il faut noter également que l'utilisation de tissus vivants pour des homotransplantations pose des problèmes à cause des réactions d'immunité; toutefois, il a justement été démontré que la lyophilisation pouvait atténuer les propriétés antigéniques des tissus. Le maintien de la viabilité des tissus au cours de la lyophilisation semble dépendre d'une meilleure connaissance des effets de la congélation et de la déshydratation sur les systèmes vivants et de la découverte de protecteurs convenables. Le problème en est encore au stade de la recherche, cependant quelques succès isolés (cellules sanguines, spermatozoïdes, cellules hépatiques, tissus d'arbres) semblent pouvoir permettre d'approcher des solutions.

## II. — DÉVELOPPEMENT DE LA LYOPHILISATION ALIMENTAIRE

Le nombre des denrées alimentaires actuellement soumises à la lyophilisation à l'échelle industrielle est beaucoup plus réduit que celui des produits biologiques, les quantités totales traitées restent modestes (BENGTSSON, 1968) :

PRÉVISION POUR	U.S.A. (t)	EUROPE (t)
1964	12 000	
1966		12 000
1968	70 000	25 000
1970	150 000	

Cependant pour certains des produits, les quantités atteignent des tonnages importants; et plusieurs installations traitant plusieurs tonnes de denrées par jour sont en fonctionnement aux U.S.A. et en EUROPE.

Les facteurs qui ont limité jusqu'à présent l'expansion de la lyophilisation sont à la fois, des prix de revient trop élevés pour la plupart des denrées alimentaires, et des défauts de qualité organoleptique, dont le plus grave est une réhydratation souvent médiocre des produits à texture cellulaire. Des remèdes paraissent pouvoir être trouvés prochainement, qui concerneront, semble-t-il, d'une part la réalisation technologique du procédé, d'autre part un meilleur choix des matières premières et des traitements annexes.

C'est pour la lyophilisation des liquides en particulier que des efforts importants sont actuellement développés. Ces produits en effet ne présentent pas de problème de reconstitution, et une lyophilisation correctement menée

permet de leur conserver une qualité aromatique satisfaisante; c'est donc dans ce cas que la commercialisation présente le plus de chances de succès. Les efforts tendent donc à diminuer le prix de revient de la lyophilisation, ceci selon deux directions :

— élimination préalable d'une partie de l'eau par un procédé moins coûteux que la sublimation. Il est indispensable que cette pré-concentration ne dénature pas le produit (perte d'arôme); il semble nécessaire également de déterminer le taux optimum de matière sèche à atteindre avant lyophilisation; car une concentration trop poussée risque d'abaisser la qualité du produit et en même temps d'ailleurs de ne plus représenter une réduction du coût de la lyophilisation. A côté des moyens traditionnels de concentration, dont des aménagements sont suggérés dans l'objectif de la lyophilisation, la cryoconcentration semble pouvoir offrir une solution intéressante;

— traitement en continu. La lyophilisation continue, qui présente d'ailleurs, comme tout traitement de ce type, des avantages qualitatifs à côté d'un prix de revient abaissé, exige d'une part que le produit se présente à l'état congelé sous une forme particulière, d'autre part que soient conçus les dispositifs de passage en continu du produit au travers d'enceintes à pression différente. De multiples solutions ont été proposées pour ces problèmes et on peut penser que les études effectuées actuellement sur certains prototypes aboutiront rapidement à des réalisations industrielles. Plusieurs procédés en particulier sont à l'étude qui visent à remplacer la granulation du produit congelé, méthode jusqu'à présent utilisée, mais sans donner satisfaction, par une congélation directe sous forme particulière.

Parmi les recherches technologiques qui ont pour objectif la diminution du prix de revient de la lyophilisation, les plus fréquentes sont sans doute celles qui s'efforcent d'améliorer les transferts de chaleur au produit au cours de la dessiccation. Les solutions proposées sont pratiquement innombrables; beaucoup sont d'ailleurs déjà entrées dans la pratique. Plutôt que d'insister sur ce point, il nous paraît utile de souligner l'importance du conditionnement et du stockage, phases trop longtemps négligées de la lyophilisation.

Le conditionnement et le stockage du produit lyophilisé sont essentiels pour sa qualité finale, qu'ils s'agissent des propriétés nutritives ou des divers caractères organoleptiques. Il n'est pas question de réaliser avec les denrées alimentaires le conditionnement rigoureux des produits biologiques, qui permet une stabilité biologique pratiquement indéfinie, mais qui serait trop coûteux dans le domaine alimentaire. L'objectif des travaux actuels est donc de déterminer les conditions minimum qui permettent d'obtenir, pour chaque produit, une qualité satisfaisante au bout d'un temps de stockage déterminé. Le problème est complexe, car de nombreux facteurs interviennent : outre la composition de l'atmosphère de stockage, l'humidité résiduelle du produit, l'étanchéité de l'emballage, les caractères physico-chimiques du produit, et aussi les traitements subis antérieurement. Des recherches sont encore nécessaires, cependant quelques règles générales sont connues (PATRON, 1966-SIMATOS, 1967).

A côté des études technologiques, une attention grandissante est portée aux caractéristiques de la matière première, et aux traitements qu'elle subit avant ou après lyophilisation. On réalise en effet de plus en plus que ces circonstances peuvent influencer de façon très importante à la fois sur la qualité finale et sur le prix de revient de l'opération. Nous citerons 2 exemples de ces relations.

Il paraît souhaitable avant de lyophiliser une espèce de fruits de déterminer l'influence de la variété, voire des circonstances culturales, sur les conditions et le résultat de la lyophilisation. Chaque variété, de par ses caractères physico-chimiques et anatomiques, peut en effet nécessiter des conditions de lyophilisation et de stockage plus ou moins rigoureuses, ou subir une perte de qualité plus ou moins importante. Une sélection des variétés en fonction de la lyophilisation s'impose donc, de la même façon qu'elle est nécessaire avant la surgélation ou d'autres traitements. Il faut reconnaître que les recherches dans ce domaine sont encore peu avancées.

De la même façon, une détermination de l'aptitude à la lyophilisation doit être effectuée dans le cas des denrées animales. Mais dans ce dernier cas, on a de plus mis en évidence l'influence des traitements annexes. La qualité finale de la viande lyophilisée dépend d'une multitude de facteurs tels que : état physiologique au moment du traitement, cuisson préalable ou non, sens de découpage, découpage à l'état frais ou congelé, température de l'eau de réhydratation, présence dans celle-ci de sels, d'additifs divers, etc.

Par le choix judicieux de la matière première et des conditions du traitement, ainsi que grâce aux progrès technologiques, le prix de revient de la lyophilisation peut sans aucun doute être notablement abaissé. Déjà à l'heure actuelle, certains industriels, qui commercialisent des produits lyophilisés de qualité excellente et reconnue, annoncent des prix de revient compétitifs avec ceux d'autres procédés.

### III. — APPLICATIONS NOUVELLES DE LA LYOPHILISATION

#### LA LYOPHILISATION DES SYSTÈMES NON AQUEUX

Des possibilités de développement très intéressantes et diverses découlent des travaux (REY-DOUSSET, 1964) qui ont montré que la technique de lyophilisation pouvait s'appliquer également à des systèmes non aqueux. Ces derniers peuvent être des solutions, suspensions ou émulsions comprenant un ou plusieurs solvants tels que : eau, solvants organiques, ammoniac, anhydride carbonique.

On peut envisager d'utiliser les possibilités de lyophilisation à très basse température qu'offrent certains de ces

solvants pour le traitement de produits biologiques, mais c'est dans le domaine chimique que pour l'instant la lyophilisation des systèmes non aqueux paraît avoir le plus d'applications.

#### APPLICATION DE LA LYOPHILISATION DANS LE GÉNIE CHIMIQUE

Certains chimistes utilisent la lyophilisation pour isoler des substances instables en solution, mais ceci n'a pas encore donné lieu à notre connaissance à des applications industrielles. Toutefois les ressources de la technique sont encore accrues par le fait qu'il est possible, en milieu non aqueux, de lyophiliser à très basse température, donc peut-être de stabiliser des espèces chimiques très instables.

Toutefois il semble que dans ce secteur des développements beaucoup plus intéressants puissent être envisagés, qui exploiteraient la texture poreuse des produits lyophilisés. La lyophilisation en effet développe une porosité importante ; on a montré (BLOND-MEDAS, 1968) que les caractères de la texture dépendaient d'une part des propriétés physico-chimiques du système initial, d'autre part des conditions de la congélation. Il est possible d'obtenir par le choix du système et des modalités de refroidissement, une surface spécifique importante, ou une microporosité. La lyophilisation peut donc être utilisée pour élaborer à partir de systèmes aqueux ou non aqueux, une très grande variété de produits adsorbants, supports de catalyseurs, etc. (REY 1964).

#### APPLICATION AU GÉNIE NUCLÉAIRE

La lyophilisation est une technique de déshydratation sélective : cette propriété, due d'abord au principe physique du procédé lui-même, est probablement aussi amplifiée par l'effet de filtre exercé par la couche sèche créée par la sublimation à la surface libre du produit. Cette propriété peut être utilisée pour le traitement des eaux radioactives. L'eau recueillie par condensation sur le piège manifeste un facteur de décontamination élevée, les espèces radioactives restant incluses dans le résidu lyophilisé (CERRE-MESTRE, 1964).

#### CONCLUSION

La lyophilisation a permis de résoudre avec succès de nombreux problèmes de stabilisation de produits biologiques. Dans le domaine alimentaire où son introduction est relativement récente, elle a révélé déjà pour quelques denrées des possibilités intéressantes. Les développements de ces dernières années permettent de penser que cette technique peut donner lieu encore, aussi bien dans le domaine alimentaire que dans tous autres secteurs, à des applications étonnantes.