

Le guide ultime de la technologie d'encapsulation liposomale

Auteur : Jackie Newson

Thérapeute nutritionniste diplômée B.Sc. (Hons)

Éditeur : Susie Debice

B.Sc. Hons, Dip ION, scientifique en alimentation et thérapie nutritionnelle



Bien que l'utilisation des compléments alimentaires varie considérablement d'un pays européen à l'autre, une chose est sûre, les compléments les plus populaires sont les vitamines : en particulier les vitamines C, D et E1. Cependant, les femmes aiment également le calcium qu'elles classent comme l'un de leurs trois favoris. En outre, les recherches montrent que la consommation de compléments alimentaires est plus élevée chez les survivants du cancer, bien qu'en termes de population générale, les statistiques montrent que la consommation de compléments alimentaires est en augmentation¹.

Table des matières

INTRODUCTION	2
LES ORIGINES DES LIPOSOMES	3
QU'EST-CE QU'UN LIPOSOME ET COMMENT FONCTIONNE LA LET ?	4
LES NOMBREUSES APPLICATIONS FONCTIONNELLES DE LA LET AUJOURD'HUI	6
LET ET COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES DIÉTÉTIQUES	
POURQUOI LES PHOSPHOLIPIDES SONT-ILS SI IMPORTANTS ?	8
SIX FAITS EN BREF SUR LES LIPOSOMES	10
QUELS SONT LES AVANTAGES DE LA LET ?	11
LES CINQ PRINCIPAUX AVANTAGES DES COMPLÉMENTS LIPOSOMIQUES ALTRIENT	13
LA LET EST-ELLE SANS DANGER ?	14
RÉFÉRENCES	16

Introduction

L'un des principaux problèmes avec les compléments alimentaires pour la santé est de s'assurer qu'ils apportent réellement un bénéfice. Fonctionnent-ils ? Sont-ils correctement absorbés et les nutriments atteignent-ils les cellules qui en ont besoin ? Jusqu'au développement de la technologie d'encapsulation liposomale (LET), il n'y avait aucune certitude. Malheureusement, quelle que soit le stade de développement d'une formule, son efficacité peut être limitée par son taux d'absorption.

Pour bénéficier de tout type de produit nutraceutique, les composants actifs doivent pouvoir atteindre le tissu d'action cible et celui-ci peut être affecté négativement par une série de facteurs gastro-intestinaux.

Formes standard vs formes liposomales

Les comprimés et gélules oraux standard peuvent ne pas fournir leur plein potentiel thérapeutique en raison de l'action des enzymes dans l'estomac et le tractus intestinal, qui peuvent dégrader le produit. Le processus d'absorption peut être en outre entravé par l'intégrité de la paroi intestinale ou par l'ajout de charges, de liants, de gélatines et de sucre, ce qui peut conduire à une désintégration incomplète, réduisant la biodisponibilité des composants actifs². De plus, certains nutriments peuvent être incapables de traverser efficacement les membranes cellulaires.

Cependant, en utilisant la technologie d'encapsulation liposomale, les compléments alimentaires répondent réellement aux attentes des utilisateurs par une absorption maximale et une assimilation efficace dans l'organisme. Dans certains cas, la recherche suggère que la supplémentation en technologie d'encapsulation liposomale atteint presque la même efficacité que la thérapie intraveineuse^{3,4}.

Les origines des liposomes

Les liposomes ont été découverts pour la première fois par l'hématologue britannique Dr Alec D. Bangham FRS au milieu des années 1960 lors de ses expériences visant à déterminer le comportement des lipides lorsqu'ils sont immergés dans l'eau³. Il a découvert que les liposomes présentent une remarquable ressemblance structurelle avec les membranes cellulaires humaines et des propriétés d'encapsulation similaires, ce qui offrait aux biologistes cellulaires un outil unique pour isoler et étudier les protéines individuelles et les diverses fonctions des membranes cellulaires^{5,6}.

Plusieurs années plus tard, des scientifiques créatifs ont réalisé le potentiel des liposomes comme vecteurs de médicaments, d'autant plus que la manipulation et la conception des liposomes leur permettent de cibler des sites cellulaires spécifiques et de rester en circulation plus longtemps. La technologie d'encapsulation liposomale a ensuite été développée, introduisant un système de support innovant pour les composés thérapeutiquement actifs, ce qui représentait une percée spectaculaire dans les systèmes d'administration des médicaments⁷.



Qu'est-ce qu'un liposome et comment fonctionne la LET ?

La technologie d'encapsulation liposomale est une méthode technologique de pointe pour fabriquer des liposomes, c.-à-d. des bulles microscopiques qui encapsulent diverses substances. Le nom liposome provient de deux mots grecs - lipos et soma - « lipos » signifiant graisse et « soma » signifiant corps.

Les liposomes sont de minuscules vésicules lipidiques artificiellement préparées qui sont de forme globulaire. Ils sont construits à partir de phospholipides, qui se composent d'une tête hydrophile ou « aimant l'eau » et d'une queue hydrophobe ou « craignant l'eau ». Lorsque des phospholipides secs sont immergés dans des solutions aqueuses en laboratoire, ils s'organisent spontanément en deux couches parallèles et forment des structures sphériques creuses. Ces structures consistent en une sphère à l'intérieur d'une autre, formant une paroi ou membrane à double couche (bicouche) qui entoure la sphère³.

Comme la membrane phospholipidique est amphiphile, elle a la capacité de capturer des agents thérapeutiques à la fois hydrophiles et hydrophobes. Cela donne aux liposomes un avantage significatif car ils ont la capacité d'incorporer et de libérer simultanément des composants hydrosolubles et liposolubles, tout en maintenant une barrière protectrice autour de leurs ingrédients biologiquement actifs. Le contenu du liposome est effectivement délivré lorsque la bicouche lipidique fusionne avec une autre bicouche telle qu'une membrane cellulaire^{3,8}.

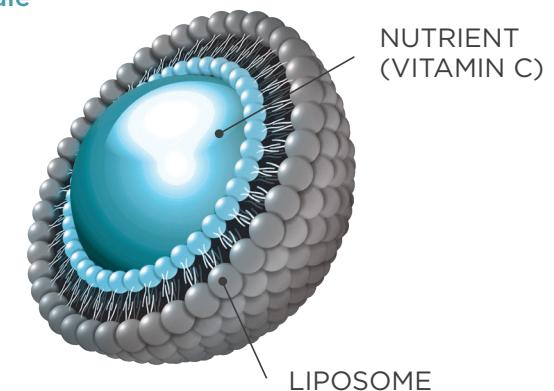
Le système de technologie d'encapsulation liposomale présente des caractéristiques uniques qui contribuent à améliorer l'absorption et l'efficacité des compléments.

De plus, les corps gras (lipides) utilisés pour la préparation des liposomes sont majoritairement des phospholipides comme la phosphatidylcholine. Ceux-ci forment des bicouches qui imitent celles que l'on trouve dans les membranes des cellules humaines. La phosphatidylcholine est une substance naturelle qui est un constituant majeur des membranes cellulaires fournissant une structure, tout en maintenant la barrière de perméabilité. Les phospholipides naturels étant instables, les liposomes sont préparés à l'aide de phospholipides synthétiques de source naturelle qui se révèlent remarquablement sûrs⁷.

Grâce à la technologie d'encapsulation liposomale, vous pouvez :

- **augmenter la solubilité des ingrédients**
- **repousser la dégradation par les sucs digestifs dans le tractus gastro-intestinal grâce à la protection de la bicouche phospholipidique des liposomes**
- **ralentir la libération des nutriments**
- **disposer d'un tampon contre les pH et les températures extrêmes**
- **augmenter la résistance aux radicaux libres produits dans l'organisme**
- **augmenter la résistance de la flore intestinale**
- **protéger le contenu contre l'oxydation**
- **améliorer l'absorption intracellulaire des nutriments**
- **veiller à ce que les contenus soient diffusés intacts dans les zones cibles**
- **éviter l'activation du système immunitaire⁷**

Coupe Transversale D'un Liposome



Les nombreuses applications fonctionnelles de la technologie d'encapsulation liposomale aujourd'hui

La technologie d'encapsulation liposomale a progressé rapidement depuis sa découverte il y a plusieurs décennies et continue d'offrir une forme d'administration unique qui contourne les obstacles normalement rencontrés par les formes orales plus traditionnelles de médicaments pharmaceutiques. Jusqu'à une date relativement récente, cette technologie innovante n'a été exploitée par l'industrie médicale et pharmaceutique qu'en tant que méthode d'administration de médicaments spécialisés.

De nos jours, les liposomes sont largement utilisés, de l'administration de médicaments et de gènes aux diagnostics et aux cosmétiques. Ils ont également été utilisés dans l'industrie agricole et alimentaire comme supports polyvalents pour la protection et la distribution de différents matériaux, notamment des arômes et nutriments alimentaires. La capacité des liposomes à incorporer des antimicrobiens alimentaires qui pourraient contribuer à la protection des produits alimentaires contre les bactéries nocives suscite également un très grand intérêt¹⁸.

Technologie d'encapsulation liposomale et compléments alimentaires diététiques

Il semble tout à fait naturel que l'industrie nutraceutique tire parti de cette technologie révolutionnaire étant donné les avantages remarquables de la technologie d'encapsulation liposomale. Toutefois, à ce jour, seule une poignée de fabricants de premier plan ont exploité son potentiel pour améliorer l'administration de compléments alimentaires par voie orale. Compte tenu des avantages considérables de cette nouvelle application par rapport aux comprimés et gélules oraux traditionnels pour les compléments contenant des formes standard de nutriments, très peu d'entreprises en explorent les avantages.

Altrient : les nutriments liposomaux d'origine

Les laboratoires LivOn font partie de ceux qui ont reconnu le potentiel des liposomes pour améliorer l'apport de nutriments et ont été en fait les pionniers de la technologie d'encapsulation liposomale. Leurs chercheurs fabriquent et formulent des suppléments liposomiques de haute qualité depuis 2004. Leurs produits liposomiques sont actuellement commercialisés sous la marque Altrient.

Les liposomes utilisés dans les produits Altrient sont fabriqués à partir de phospholipides essentiels qui comprennent un pourcentage élevé de phosphatidylcholine. Ces liposomes offrent non seulement une protection optimale et un transport de qualité supérieure, mais ils satisfont également aux besoins de l'organisme en phosphatidylcholine, en acides gras oméga 6 et en choline⁴.

Chaque formule Altrient a été recherchée et développée pendant au moins 24 mois avec des développeurs qui ont plus de 25 ans d'expérience dans la technologie d'encapsulation liposomale. Les échantillons sont testés à intervalles réguliers pour vérifier la teneur en principe actif, les changements de consistance et l'efficacité d'encapsulation du nutriment actif. Cette méthode garantit que la formule finale approuvée fournit un complément liposomal toujours stable.

Pourquoi les phospholipides sont-ils si importants ?

Il existe un certain nombre de types différents de phospholipides, dont la phosphatidylcholine, connue sous le nom de phospholipide essentiel, car elle ne peut pas être fabriquée par l'organisme et doit donc provenir des aliments ou de compléments alimentaires. La phosphatidylcholine utilisée dans la technologie d'encapsulation liposomale est un extrait purifié de lécithine et contribue à fournir un apport quotidien de ce nutriment essentiel. La phosphatidylcholine est un composant important d'un régime alimentaire équilibré dont les effets positifs sur le bien-être général des patients sont documentés⁹. Les résultats de nombreuses études ont montré que la phosphatidylcholine a un impact positif dans de nombreuses maladies.

Parmi le grand nombre de molécules qui composent une cellule vivante, la phosphatidylcholine est ressortie des études comme étant l'une des plus importantes et des plus fondamentales, jouant un rôle clé dans de nombreuses actions de l'organisme⁹. En plus de fournir une structure et une protection aux cellules, elle est également nécessaire pour d'autres fonctions vitales, notamment :

- pour la signalisation des neurotransmetteurs
- pour le métabolisme des lipides
- pour la santé du foie
- pour la mémoire

Par ailleurs, la phosphatidylcholine est nécessaire à la production d'importantes molécules messagères appelées prostaglandines. Ces composés essentiels ont toute une série de fonctions dont la régulation de la contraction et de la relaxation des muscles.

Quels sont les bienfaits de la choline pour la santé ?

La choline, un composant de la phosphatidylcholine joue un rôle important dans la synthèse des neurotransmetteurs qui permettent aux cellules nerveuses de communiquer avec les muscles et entre elles. Leur rôle est vital pour un fonctionnement optimal du cœur et du cerveau.

Flux biliaire :	en tant que constituant de la bile, la phosphatidylcholine aide également à compenser l'accumulation de graisse dans le foie et à maintenir le fonctionnement de la vésicule biliaire. Elle montre une capacité très efficace à délivrer ses composants d'acides gras essentiels directement dans les cellules ^{9,10} .
Gestion de l'homocystéine :	<p>il est également démontré que la phosphatidylcholine est un nutriment clé en termes de taux d'homocystéine sain en raison de sa teneur en choline, qui est essentielle pour la méthylation de l'homocystéine en méthionine. Cette affirmation est étayée par des recherches qui montrent que la choline contribue au métabolisme normal de l'homocystéine.</p> <p>Des niveaux élevés d'homocystéine ont été associés à un risque accru de plusieurs maladies chroniques, notamment le cancer, les maladies cardiovasculaires et le déclin cognitif. Les résultats de plusieurs études suggèrent que des concentrations élevées d'homocystéine peuvent entraîner des maladies cardiovasculaires¹¹.</p> <p>L'un des nombreux avantages de l'utilisation de la phosphatidylcholine sous forme de complément alimentaire est qu'elle présente un avantage par rapport à la choline, qui, lorsqu'elle est administrée à des doses excessives, est associée à une accumulation de triméthylamine, un sous-produit métabolique de la choline, qui est attribuée à une odeur de poisson émanant de la peau¹⁰.</p>
Équilibre du cholestérol :	la recherche montre que la choline contribue au métabolisme normal des lipides. En effet, les résultats de plusieurs études montrent que la prise de phosphatidylcholine peut être un moyen utile pour maintenir l'équilibre du cholestérol, en particulier pour les personnes diagnostiquées avec une hyperlipidémie primaire ^{9,12,13,14} .
Calculs biliaires :	<p>les recherches ont révélé que la choline contribue au maintien d'une fonction hépatique normale, ce qui peut expliquer pourquoi la phosphatidylcholine s'est avérée avoir un effet protecteur contre la formation de calculs biliaires^{14,15}.</p> <p>La phosphatidylcholine peut également avoir un rôle à jouer dans le soutien de la fonction hépatique dans des conditions telles que l'hépatite virale et la fibrose alcoolique. Il a été démontré que la supplémentation en phosphatidylcholine offre un soutien significatif pour les symptômes et la récupération de la fonction hépatique⁹. Ces avantages sont tous probablement dus à la richesse de la choline contenue dans la phosphatidylcholine.</p>

Six faits en bref sur les liposomes

1. Les liposomes imitent la structure bicouche très complexe des membranes cellulaires humaines.
2. Les liposomes ont été utilisés en ingénierie tissulaire comme stratégie pour favoriser la régénération des tissus pour le corps humain¹⁶.
3. Les complexes liposomes-ADN ont été testés pour la première fois comme agents thérapeutiques chez l'homme en 1993²¹.
4. L'utilisation la plus importante des liposomes et de leurs propriétés d'encapsulation se fait dans le secteur des soins personnels, qui représente plusieurs milliards de dollars²¹.
5. La phosphatidylcholine contenue dans les liposomes est l'un des phospholipides les plus abondants chez les plantes et les animaux.
6. Les nutriments liposolubles peuvent être insérés dans la membrane bicouche des liposomes, tandis que les nutriments hydrosolubles peuvent être piégés dans le centre aqueux^{7,18}.

Quels sont les avantages de la technologie d'encapsulation liposomale ?

La vitamine C est un exemple clé du plein potentiel de l'utilisation de la technologie d'encapsulation liposomale, qui permet d'augmenter l'absorption de la vitamine C dans les systèmes cellulaires jusqu'à dix fois par rapport aux formulations orales en gélules ou en comprimés¹⁴. La vitamine C a une grande valeur pour la santé humaine, ce qui a été bien documenté dans des milliers d'études. Ses propriétés physiques en font un candidat idéal pour l'encapsulation et l'administration liposomales.

Malheureusement, le corps humain a perdu la capacité de synthétiser la vitamine C dans le foie contrairement à de nombreux animaux, ce qui signifie que les humains doivent obtenir ce nutriment vital par le biais de l'alimentation. Certains animaux sont capables de produire des niveaux extrêmement élevés de vitamine C en période de stress ou de maladie. Des études suggèrent que les chèvres qui produisent normalement environ 13 000 mg par jour peuvent produire jusqu'à 100 000 mg par jour lorsqu'elles sont confrontées à de graves problèmes de santé⁴.

Les nombreux bienfaits de la vitamine C pour la santé sont limités en raison de l'incapacité du corps à absorber des doses élevées avec succès. La concentration plasmatique de vitamine C est normalement contrôlée par trois mécanismes principaux :

- **l'absorption intestinale**
- **le transport des tissus**
- **la réabsorption par les reins**

Une fois que les taux plasmatiques de vitamine C atteignent le point de saturation, cette vitamine hydrosoluble est rapidement éliminée de l'organisme par l'urine.



Rinçage intestinal de la vitamine C

Lorsque la vitamine C est prise sous forme d'acide ascorbique, à des doses pouvant atteindre 200 mg à la fois, il est possible d'en absorber environ 98 %. Le taux d'absorption diminue jusqu'à 33 % lorsque la dose de vitamine C dépasse 1,2 g et continue à diminuer à mesure que la dose augmente. L'excès de vitamine C restant dans l'intestin attire l'eau du contenu intestinal, provoquant un effet de rinçage d'eau diarrhéique, l'un des seuls effets indésirables avérés d'une prise de vitamine C à forte dose.

La vitamine C liposomale est douce pour l'intestin

Le système d'administration unique de la technologie d'encapsulation liposomale assure une absorption quasi complète de la vitamine C dans le sang en évitant certains des risques habituels qui contribuent à une mauvaise absorption.

En enveloppant la vitamine C dans un liposome, le corps continue de l'absorber au fil du temps et elle reste dans le sang plus longtemps, de sorte que les taux de plasma augmentent et restent à ces niveaux plus élevés pendant une période plus longue⁴. Les qualités physiques des liposomes contournent les contraintes digestives normalement rencontrées par les compléments oraux traditionnels, fournissant une dose exceptionnellement efficace aux cellules cibles.

Alors que la vitamine C est un bel exemple des améliorations apportées par la technologie d'encapsulation liposomale, cette forme supérieure de supplémentation a la capacité d'améliorer l'absorption et l'efficacité de nombreux autres nutriments importants et devrait être sérieusement envisagée par ceux qui attachent de l'importance à leur santé et à leur longévité.

Les cinq principaux avantages des compléments liposomiques Altrient

- **Absorption optimisée dans les cellules** par rapport aux autres formes orales de compléments.
- **Doux pour l'estomac** : les liposomes Altrient délivrent des doses élevées sans aucun inconfort gastro-intestinal.
- **Facilité et commodité** : idéal pour les personnes qui ne peuvent pas avaler de comprimés.
- **Rentable** : pas besoin de doses élevées, car des doses plus faibles rendent le même effet⁸.
- **Formule supérieure** : les liposomes offrent une efficacité et une sécurité thérapeutiques supérieures par rapport aux formules existantes.



Dans quelle mesure la technologie d'encapsulation liposomale est-elle sans danger ?

Depuis leur découverte au milieu des années 1960, les liposomes ont fait l'objet de recherches intensives en tant que vecteurs d'administration de médicaments. Leur biocompatibilité et leur ressemblance remarquables avec les membranes cellulaires humaines signifient qu'ils sont peu ou pas toxiques et sont depuis longtemps considérés comme des vecteurs sûrs pour diverses voies d'administration, y compris la supplémentation nutritionnelle^{2,19}.

Jacqueline Newson, thérapeute nutritionniste diplômée B.Sc. (Hons)



Références

1. Skeie, G., Braaten, T., Hjartåker, A. et al. Use of dietary supplements in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition calibration study. *Eur J Clin Nutr* 63, S226–S238 (2009).
2. Smith TK and Young SA (2015). Lipids and Liposomes in the Enhancement of Health and Treatment of Disease. <https://www.intechopen.com/books/drug-discovery-and-development-from-molecules-to-medicine/lipids-and-liposomes-in-the-enhancement-of-health-and-treatment-of-disease>. [Consulté le 6/7/20]
3. Davis JL, Paris HL, Beals JW, et al. Liposomal-encapsulated Ascorbic Acid: Influence on Vitamin C Bioavailability and Capacity to Protect Against Ischemia-Reperfusion Injury. *Nutr Metab Insights*. 2016 ; 9:25-30.
4. Milne RD (2004). PC Liposomal Encapsulation Technology. Life's Fountain Books: Nevada.
5. Gregoriadis G. Liposomes in Drug Delivery: How It All Happened. *Pharmaceutics*. 2016 ; 8(2):19.
6. Safinya, C., Ewert, K. Liposomes derived from molecular vases. *Nature* 489, 372–374 (2012).
7. Suntres ZE. Liposomal Antioxidants for Protection against Oxidant –Induced Damaged. *Journal of Toxicology* 2011 ; 152474:1-16.
8. Shade CW. Liposomes as Advanced Delivery Systems for Nutraceuticals. *Integr Med (Encinitas)*. 2016 ; 15(1):33-36.
9. Kullenberg D, Massing U & Schneider M et al. Health effects of dietary phospholipids. *Lipids in Health and Disease* 2012. 11:3.
10. Knuiman JT, Beynen AC, Katan MB. Lecithin intake and serum cholesterol. *Am J Clin Nutr* 1989 ; 49:266-8. H Kullenberg D, Massing U & Schneider M et al. Health effects of dietary phospholipids. *Lipids in Health and Disease* 2012. 11:3.
11. Da Costa KA, Zeisel S H. Choline: an essential nutrient for public health. *Nutrition Reviews* 2009. 67 ; 11:615-623.
12. Childs MT, Bowlin JA, Ogilvie JT, et al. The contrasting effects of a dietary soya lecithin product and corn oil on lipoprotein lipids in normolipidemic and familial hypercholesterolemic subjects. *Atherosclerosis* 1981 ; 38:217-28.
13. Wilson TA, Meservey CM, Nicolosi RJ. Soy lecithin reduces plasma lipoprotein cholesterol and early atherogenesis in hypercholesterolemic monkeys and hamsters: beyond linoleate. *Atherosclerosis* 1998 ; 140:147-53.
14. Toouli J, Jablonski P, Watts JM. Gallstone dissolution in man using cholic acid and lecithin. *Lancet* 1975 ; ii:1124-6.
15. Tuzhilin SA, Dreiling D, Narodetskaja RV, Lukahs LK. The treatment of patients with gallstones by lecithin. *Am J Gastroenterol* 1976 ; 165:231-5.
16. Monteiro N, Martins A, Reis RL, Neves NM. Liposomes in tissue engineering and regenerative medicine. *J R Soc Interface*. 2014 ; 11(101):20140459.
17. Bulbake U, Doppalapudi S, Kommineni N, Khan W. Liposomal Formulations in Clinical Use: An Updated Review. *Pharmaceutics*. 2017 ; 9(2):12.
18. Safinya, C., Ewert, K. Liposomes derived from molecular vases. *Nature* 489, 372–374 (2012).
19. Bozzuto G, Molinari A. Liposomes as nanomedical devices. *Int J Nanomedicine*. 2015 ; 10:975-999.
20. Hua S et al. Avancées et défis de la délivrance assistée de médicaments par liposomes. (Advances and Challenges of Liposome Assisted Drug Delivery.) *Front. Pharmacol*. 2015.
21. Maciej Łukawski, Paulina Dałek, Tomasz Borowik, Aleksander Foryś, Marek Langner, Wojciech Witkiewicz & Magdalena Przybyło. New oral liposomal vitamin C formulation: properties and bioavailability. *Journal of Liposome Research* 2019: 1-8.
22. Shade CW. Liposomes as Advanced Delivery Systems for Nutraceuticals. *Integr Med (Encinitas)*. 2016 ; 15(1):33-36.
23. Taylor TM, Davidson PM, Bruce BD, Weiss J. Liposomal nanocapsules in food science and agriculture. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2005 ; 45(7-8):587-605.



Le guide ultime de la technologie d'encapsulation liposomale

FR +33-09 77 21 67 23
info@abundanceandhealth.com

www.abundanceandhealth.fr