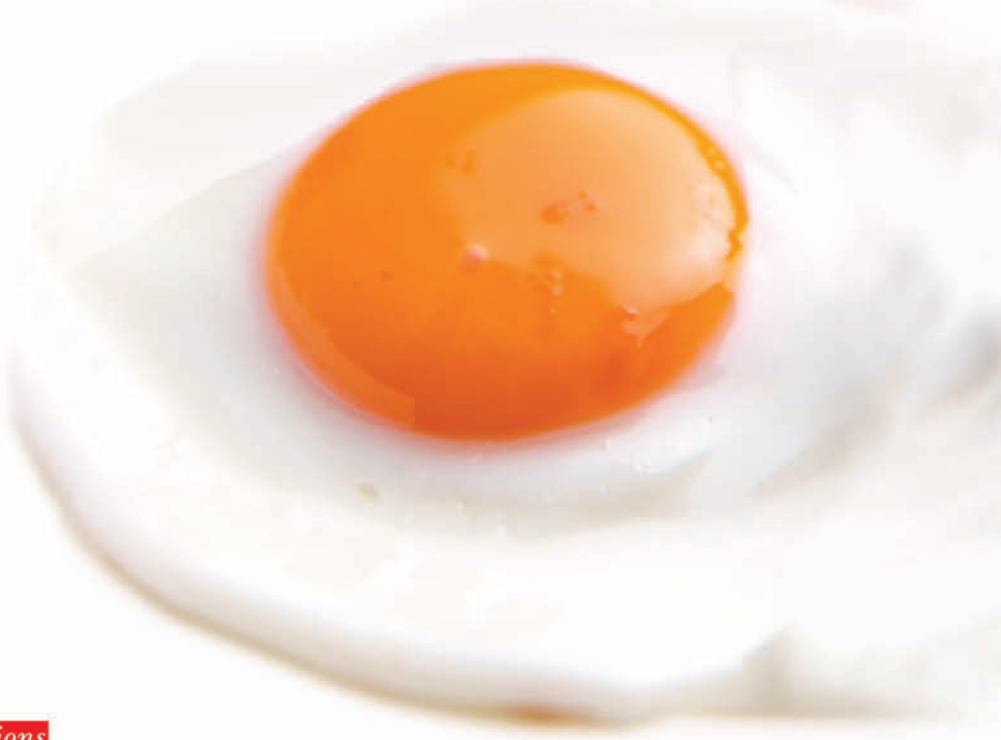
Françoise Chanussot

Lécithine, métabolisme et nutrition



Editions TEC & DOC

Lavoisier

Lécithine, métabolisme et nutrition

Françoise Chanussot

Editions TEC & DOC
11, rue Lavoisier
F-75008 Paris

Chez le même éditeur

Précis des risques alimentaires
M. Moll, N. Moll, 2e édition, 2008

Aliments fonctionnels
collection « Sciences et techniques agroalimentaires »
M. Roberfroid, V. Coxam, N. Delzenne, coord., 2008

Comportements et consommations alimentaires en France
P. Hébel, CRÉDOC, coord., 2007

Bactéries lactiques – De la génétique aux ferments
collection « Sciences et techniques agroalimentaires »
G. Corrieu, F.-M. Luquet, coord., 2007

Les polyphénols en agroalimentaire
collection « Sciences et techniques agroalimentaires »
P. Sarni-Manchado, V. Cheynier, coord., 2006

Bactéries lactiques et probiotiques
collection « Sciences et techniques agroalimentaires »
F.-M. Luquet, G. Corrieu, coord., 2005

Radicaux libres et stress oxydant – Aspects biologiques et pathologiques
J. Delattre, J.-L. Beaudeux, D. Bonnefont-Rousselot, coord., 2005

Prévention nutritionnelle de l'ostéoporose
V. Coxam, M.-N. Horcajada, 2004

Lipides et corps gras alimentaires
collection « Sciences et techniques agroalimentaires »
J. Graille, coord., 2005

Apports nutritionnels conseillés pour la population française
Agence française de sécurité sanitaire des aliments, A. Martin, coord., 3e édition, 2000

DANGER
LE
PHOTOCOPILLAGE
TUE LE LIVRE

© LAVOISIER, 2008
ISBN : 978-2-7430-1059-1

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (20, rue des-Grands-Augustins - 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1er-juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code pénal art. 425).

« Si je savais ce que je fais quand je mange et quand je bois, je me connaîtrais moi-même. Si je savais goûter mes désirs plus que mes plaisirs, j'y découvrirais mon âme »

Jean Trémolières,
Diététique et Art de Vivre

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Cet ouvrage est dédié à la mémoire
du Dr Jacques-Christian Hauton,
du Pr Ibrahim M Yousef
et du Pr Guy Chanussot

Cette monographie a été écrite par Françoise Chanussot, docteur ès sciences, chargée de recherches honoraire à l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM).

Le travail expérimental de l'auteur a été réalisé à Marseille :

– à l'unité 130 de l'INSERM (Transport des lipides) dirigé par le Dr J.-C. Hauton puis par Mme H. Lafont, docteur ès sciences ;

– à l'unité mixte de recherches 476 INSERM/1260 Inra (Nutrition humaine et lipides : biodisponibilité, métabolisme et régulations) dirigé à la faculté de médecine Timone par M. D. Lairon, docteur ès sciences.

L'auteur tient à remercier Nicole Domingo, Élisabeth Polichetti, les étudiants et tous les collaborateurs ayant participé à la thématique des effets métaboliques de la lécithine alimentaire.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Avant-propos

Le Conseil de l'Europe, par la résolution en date du 14 décembre 2000, « *constate l'importance de la nutrition en tant que déterminant majeur de la santé humaine. Un régime alimentaire inadapté constitue un des principaux facteurs à l'origine de nombreuses maladies, telles que les maladies cardiovasculaires.* »

Dans ce contexte, la veille technologique relative aux effets métaboliques de la lécithine alimentaire situe cette dernière comme une substance potentiellement bénéfique sur la santé. On peut dire cependant que cet ingrédient est « le parent oublié » de la nutrition, placé dans une situation à la fois paradoxale et injustifiée. En effet, les phospholipides, composants essentiels de la lécithine, sont des lipides invisibles mais bien présents au quotidien dans nombre de nos aliments. Toutefois, dans nos sociétés occidentales, leur apport a diminué de façon considérable depuis quelques décennies. Même si à l'heure actuelle, on ne connaît pas précisément les conséquences de tels changements dans nos habitudes alimentaires, il reste à faire la démonstration du bénéfice et du bien-fondé à réhabiliter la lécithine dans nos assiettes.

Compte-tenu du manque crucial d'informations en nutrition humaine, et du non développement de produits alimentaires enrichis en lécithine, le secteur concret d'applications diététiques n'a pas pu être abordé dans cet ouvrage. Toutefois, la lécithine en tant que telle est disponible sur le marché et elle peut être incorporée facilement aux différentes préparations culinaires, en substitution partielle des matières grasses habituelles et/ou des œufs.

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Table des matières

Avant-propos III

Introduction 1

Chapitre 1

Biochimie des phospholipides 5

1. Définitions et propriétés physico-chimiques des phospholipides 5
   1.1. Les glycérophospholipides 5
   1.2. Les sphingophospholipides 7
   1.3. Les glycéroglycolipides 8
2. Analyses et dosage des différentes espèces de phospholipides 8
3. Biosynthèse des phospholipides 9
   3.1. Biosynthèse de la phosphatidylcholine 9
   3.2. Biosynthèse de la phosphatidylsérine et de la phosphatidyléthanolamine 11
4. Distribution et rôle structural des phospholipides chez les mammifères 12
5. Transport des phospholipides 14
   5.1. Transport cellulaire des phospholipides 14
      5.1.1. Transport des phospholipides au niveau des membranes plasmiques 14
      5.1.2. Transport intracellulaire des phospholipides 15
      5.1.3. Transport des phospholipides au niveau des membranes canaliculaires . . . 17
   5.2. Transport extracellulaire des phospholipides 17
      5.2.1. Transport plasmatique des phospholipides 17
      5.2.2. Transport biliaire des phospholipides 18
6. Rappels sur les fonctions des glycérophospholipides 21
   6.1. Signalisation cellulaire : rôle des phospholipides natifs ou hydrolysés 21
      6.1.1. Rôle du diacylglycérol 23
      6.1.2. Rôle de la lysophosphatidylcholine 23
      6.1.3. Rôle de l'acide lysophosphatidique 24
      6.1.4. Rôle des glycosphingolipides 26
      6.1.5. Rôle des autres médiateurs phospholipidiques 27
   6.2. Métabolisme de la choline et de la phosphatidylcholine 29

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

6.2.1. Biodisponibilité et absorption intestinale de la choline et de la lécithine 29
6.2.2. Caractéristiques métaboliques générales de la choline 30
6.2.3. Conséquences métaboliques de régimes déficients en choline 31
6.3. Catabolisme des phospholipides 34
6.3.1. Hydrolyse 34
6.3.2. Catabolisme oxydatif des phospholipides, fonctions métaboliques des phospholipides oxydés 36

Chapitre 2

Pathologies liées aux phospholipides 39

1. Les phospholipidoses. Rôle de la lécithine en nutrition parentérale 39
2. Les lipidoses à sphingomyéline 40
3. Le syndrome des anticorps antiphospholipides : signification clinique 40

Chapitre 3

La lécithine dans l'alimentation 43

1. Teneur des aliments en phospholipides et choline 43
2. Estimation de données de consommation et des doses journalières recommandées 46
3. Non-toxicité de la choline, définie comme un nutriment essentiel 47
4. Préparation industrielle de la lécithine. 48
4.1. Lécithine végétale 50
4.2. Lécithine d'œuf 52
5. Utilisations technologiques de la lécithine par l'industrie agroalimentaire 52
5.1. Aspects réglementaires 52
5.2. La lécithine, additif alimentaire, antioxydant, émulsifiant et/ou agent dispersant dans l'alimentation humaine. 53
5.3. Utilisation de la lécithine sous forme de compléments alimentaires. 55
5.3.1. Composition de la lécithine commerciale utilisée comme complément nutritionnel 55
5.3.2. Qualité sensorielle de la lécithine 56
6. Choline ou phosphatidylcholine ?. 56

Chapitre 4

Applications nutritionnelles de la lécithine en physiologie et/ou physiopathologie 59

1. Lécithine alimentaire et risque cardiovasculaire 59
1.1. Rappels sur le risque cardiovasculaire 60
1.2. Rappels sur l'hyperhomocystéinémie. 60
1.3. Choline, lécithine et hyperhomocystéinémie 61
1.4. Rappels sur l'hypercholestérolémie 61
1.5. Lécithine et hypercholestérolémie : études d'intervention 63
1.6. La lécithine est elle utile au cours du traitement de l'hyperlipoprotéinémie ? 67

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

1.7. Études mécanistiques de l'effet de la lécithine *in vivo* chez différentes espèces animales . . . 67
1.8. Études mécanistiques de l'effet de la lécithine *in vitro* . . . 71
1.8.1. Études avec des cellules endothéliales . . . 72
1.8.2 Études avec des hépatocytes HepG2 . . . 76
1.9. Hypothèses sur les mécanismes de prévention du risque cardiovasculaire par la lécithine alimentaire . . . 77
1.9.1. Lécithine et lipoprotéines postprandiales . . . 77
1.9.2. Transport inverse du cholestérol et renforcement des HDLs par la lécithine . . . 79
1.9.3. Effet de la lécithine sur les enzymes de métabolisme du cholestérol . . . 81
1.9.4. Modulations par la lécithine de transporteurs membranaires du cholestérol et des sels biliaires . . . 82
1.9.5. Propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires de la lécithine alimentaire . . . 84
1.9.6. Stimulation de la sécrétion biliaire par la lécithine . . . 85
1.9.7. Conclusions sur l'effet de prévention du risque cardiovasculaire par la lécithine alimentaire . . . 87
2. Lécithine et diabète . . . 88
3. Lécithine et cerveau . . . 90
3.1. Intérêt nutritionnel de la lécithine dans le traitement des troubles de la mémoire . . . 90
3.2. Modulation des lipoprotéines du cerveau sous l'effet de régimes enrichis en lécithine . . . 92
4. Lécithine alimentaire et cholestase intrahépatique . . . 94
4.1. Rappels sur les cholestases . . . 94
4.2. Les différents modèles de cholestase intrahépatique . . . 95
4.2.1. Mécanismes moléculaires de la cholestase intrahépatique . . . 95
4.2.2. Cholestase et transporteurs membranaires des lipides . . . 96
4.3. Effet de la lécithine alimentaire . . . 97
4.4. Relations entre transporteurs membranaires et microfilaments. Effet de la lécithine alimentaire . . . 98
5. Lécithine alimentaire et lithiase biliaire . . . 99
6. Lécithine alimentaire et stéatose . . . 102
6.1. Rappels sur la stéatose . . . 102
6.2. Effet de la lécithine alimentaire . . . 104
7. Lécithine alimentaire et fibroses hépatiques . . . 105
8. Effet protecteur de la lécithine alimentaire sur la muqueuse gastro-intestinale . . . 106
9. Impact de la lécithine dans le traitement de la malnutrition . . . 107
10. Amélioration des performances physiques et sportives par des compléments alimentaires à base de choline . . . 107

Chapitre 5

Effets métaboliques d'autres phospholipides alimentaires . . . 109

1. Effets métaboliques d'autres lécithines végétales . . . 109
2. Effets métaboliques des sphingolipides alimentaires . . . 111
3. Sphingolipides et effet anticarcinogène . . . 111

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Chapitre 6

Lécithine végétale ou lécithine d'œuf ? 113

Chapitre 7

Les nouvelles voies de recherche sur les phospholipides en nutrition 115

1. Pourquoi, à ce jour, la lécithine n'a-t-elle pas fait l'objet de développements par l'industrie agroalimentaire ? 115
2. Comment promouvoir le développement de nouveaux aliments à base de phospholipides et recherche de bio-indicateurs de consommation des phospholipides et de biomarqueurs spécifiques. 116

Chapitre 8

Perspectives 119

1. La lécithine dans notre alimentation de demain 119
2. Table de composition des aliments en phospholipides et apports nutritionnels conseillés 121
3. Nouveaux aliments vecteurs de lécithine. Allégations 121

Conclusions. 123

Références bibliographiques 125

Index. 171

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Introduction

La découverte de la lécithine par Vauquelin remonte au début du XIXe siècle, avec la description de phosphore organique lié à des lipides du tissu neural. Quelques décennies plus tard, Gobley a isolé à partir de jaune d'œuf une substance visqueuse de couleur jaune-orangée dotée de propriétés émulsifiantes. Il la nomma lécithine, du grec « lekitos », littéralement « jaune d'œuf ». Le terme lécithine, introduite dans le contexte scientifique anglo-saxon, n'est pas seulement le nom trivial donné aux phosphatidylcholines dans la nomenclature actuelle, mais il englobe d'autres phospholipides. Aussi dans cette monographie, le terme lécithine sera employé pour désigner les produits d'origine alimentaire, purifiés ou non en phosphatidylcholine et/ou en autres phospholipides. Les mots phosphatidylcholine et phospholipides seront utilisés pour désigner les substrats ou molécules au cours des études fondamentales et mécanistiques.

Les phospholipides sont des molécules organiques qui contiennent des acides gras, du glycérol, de l'acide phosphorique et d'autres composants polaires sous forme liée. Ce sont des constituants des membranes cellulaires des organismes mono- et pluricellulaires appartenant aux règnes végétal et animal. Ces caractéristiques impliquent des fonctions biologiques fondamentales et vitales pour le fonctionnement et la signalisation cellulaires et le métabolisme basal.

La lécithine fait partie des lipides invisibles présents dans nombre de nos aliments consommés au quotidien. Cependant les changements de nos habitudes alimentaires depuis quelques décennies ont probablement fait diminuer de façon drastique la consommation de ce nutriment. Toutefois, l'intérêt nutritionnel de la lécithine s'est accru pendant les trente dernières années. L'industrie dispose en effet de tonnages importants, notamment de lécithine végétale dont l'utilisation principale dans le secteur agroalimentaire est celle d'un additif connu pour ses propriétés émulsifiantes (De Saint Blanquat, 1984 ; De Saint Blanquat et Pascal, 1988). Aussi, en raison des faibles concentrations de cet additif, il est évident qu'il ne développe aucun effet métabolique quantifiable. Cependant, en tant que nutriment apporté de façon quantitative, la lécithine a une très bonne biodisponibilité et constitue une source de choline et d'acides gras polyinsaturés essentiels (Dupuy

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

et al., 1994). Les effets bénéfiques de la lécithine alimentaire sur la santé, répertoriés par Ipatova *et al.*, 2004, plus particulièrement les propriétés anti-athérogènes et l'ensemble des propriétés ayant une incidence biologique, seront clairement démontrées en modélisations expérimentales.

L'objectif de cet ouvrage est de faire reconnaître la lécithine en tant que nutriment lipidique à part entière, développant des propriétés physiologiques et biochimiques originales. De telles caractéristiques singularisent très favorablement la lécithine, qui ne s'accumule pas dans l'organisme, à la différence des autres lipides « conventionnels » que sont les triacylglycérides et le cholestérol, dont on connaît bien les pathologies de surcharge qui leur sont associées. En termes d'études à vocation scientifique et médicale, un nombre important de méta-analyses sont consacrées aux effets métaboliques du cholestérol et des triacylglycérides. En revanche, les implications nutritionnelles des phospholipides, les conséquences de l'ingestion de ces nutriments en physiologie et en physiopathologie sont moins bien décrites. Étonnamment, peu d'études d'intervention nutritionnelle ont été réalisées avec la lécithine.

Une telle ambiguïté, amplifiée par le manque d'informations sur les phospholipides et le relatif non intéressement de la communauté scientifique pour ces molécules, est liée en partie au fait que l'on ne connaît pas réellement l'impact à long terme des effets de l'appauvrissement de notre alimentation en lécithine. Par ailleurs, cette ambiguïté est liée à des informations parfois contradictoires ou peu convaincantes en nutrition humaine, concernant les effets métaboliques de la lécithine, notamment un éventuel effet hypocholestérolémiant sur lequel se sont focalisées plusieurs études. Toutefois, nous savons que les recherches actuelles développées dans un domaine tel que celui de la prévention du risque cardiovasculaire dépassent très largement cet effet sur le cholestérol pour qu'une molécule puisse être accréditée et son efficacité prouvée.

Cet ouvrage tentera de sensibiliser les différents partenaires du secteur agroalimentaire, mais aussi les nutritionnistes, les médecins, les scientifiques, les diététiciens et les consommateurs au bien-fondé de promouvoir notre consommation de lécithine. En effet, la question posée est de déterminer si les phospholipides peuvent contribuer à l'état de bonne santé, ou à être utiles dans la réduction de risques pathologiques, en association aux traitements habituels pharmacologiques. Au-delà des différents aspects scientifiques et spéculatifs qui seront envisagés, nous voulons souligner l'importance qu'il pourrait y avoir à prendre en compte les phospholipides dans des stratégies nutritionnelles innovantes. Aussi, quelques données chiffrées seront avancées, même si à l'heure actuelle, il est difficile de disposer d'une évaluation précise des besoins et encore moins de prévoir des apports nutritionnels conseillés en matière de phospholipides. De telles incertitudes tiennent à l'absence aux niveaux français et européen de données quantitatives de tables de composition des aliments et de consommation des phospholipides.

Le point des connaissances sera fait tout au long de cet ouvrage, en essayant de donner aux lecteurs une meilleure lisibilité de la problématique des phospholipides alimentaires, démarche que nous pensons utile pour comprendre

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

leur impact métabolique à l'échelon cellulaire et moléculaire. Les données de la littérature concernant les mécanismes d'action des phospholipides au niveau moléculaire se sont en effet accrues de façon très importante dans la dernière décennie. Aussi, nous a t-il paru judicieux de rassembler de façon synthétique dans un même recueil l'ensemble des données à caractère biochimique et celles à caractère nutritionnel, tout en présentant les données relatives aux phospholipides dans l'aliment et aux développements technologiques actuels de la lécithine dans le secteur agroalimentaire. Les aspects réglementaires liés à l'utilisation de ces produits sont développés. Les méthodes de dosage des espèces de phospholipides ou de leurs métabolites sont décrites et un bref chapitre est relatif aux rares pathologies induites par les phospholipides. Un large espace est réservé aux études expérimentales concernant les effets bénéfiques des phospholipides sur la santé et à leurs applications nutritionnelles dans de nombreuses pathologies. Des perspectives pour promouvoir la lécithine dans notre alimentation sont abordées concrètement. Le lecteur pourra ainsi à tout moment se référer aux autres chapitres pour des informations complémentaires.

Ce document se veut donc un point de départ d'une réflexion sur deux nouveaux concepts, d'une part réhabiliter la consommation quotidienne de lécithine, d'autre part développer des aliments enrichis ou à teneur élevée en lécithine (Lairon et Chanussot, 2001).

© Lavoisier – La photocopie non autorisée est un délit

Émulsifiant très fréquemment utilisé par l'industrie agroalimentaire, la lécithine (terme recouvrant la phosphatidylcholine et d'autres phospholipides) fait partie des lipides invisibles présents en quantités importantes dans l'alimentation quotidienne. Bien que la modification des habitudes alimentaires réduise régulièrement sa consommation moyenne, l'intérêt nutritionnel de la lécithine est chaque jour plus évident. En tant qu'additif, la lécithine est dénuée de tout effet métabolique quantifiable. En tant que nutriment lipidique, elle ne s'accumule pas dans l'organisme, à la différence des autres lipides et n'entraîne donc aucune pathologie de surcharge, sa biodisponibilité en fait en outre une excellente source de choline et d'acides gras polyinsaturés essentiels.

Lécithine, métabolisme et nutrition propose ainsi :

- d'une part, une description exhaustive et actualisée des propriétés biochimiques des phospholipides, constituants fondamentaux de toutes les cellules de l'organisme, au niveau cellulaire et moléculaire, et de leurs régulations métaboliques et physiologiques ;
- d'autre part, une analyse inédite et documentée des effets nutritionnels de la lécithine, en situation normale ou pathologique (risque cardiovasculaire, diabète, troubles de la mémoire et dysfonctionnement cérébral, dysfonctionnements hépatiques…).

L'impact de la lécithine est également abordé dans le traitement de la malnutrition et dans l'amélioration des performances physiques et sportives.

Les propriétés physico-chimiques de la lécithine en font un ingrédient lipidique « santé », à haute valeur technologique, dont l'alimentation du futur pourra tirer profit.

Lécithine, métabolisme et nutrition s'adresse aux professionnels, chercheurs, enseignants et étudiants en nutrition et diététique, ainsi qu'aux industriels de l'agroalimentaire et des corps gras.

Françoise Chanussot, docteur ès sciences, chargée de recherches honoraire à l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM), a axé ses recherches dans le domaine de la nutrition des lipides. Elle est l'auteur de plus de 75 publications et communications nationales et internationales.

978-2-7430-1059-1

9 782743 010591